

GUÍA TÉCNICA PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS



Noviembre 2021



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.

La presente guía es fruto de los trabajos incluidos en el convenio entre el extinto Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) y EMGRISA para la “Asistencia técnica para la realización de trabajos en las siguientes materias: Subproducto, Fin de la condición de residuo, Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, Residuos peligrosos, Traslados transfronterizos, Planes autonómicos y Apoyo a la comisión de coordinación”. Ha sido coordinada por la Subdirección General de Residuos, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) y está basada en la Comunicación de la Comisión - Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos (2018/C 124/01). Por su carácter especializado, y con la voluntad de obtener un contenido con la máxima calidad, se ha contado con la ayuda de varios expertos, a los que agradecemos su colaboración y ayuda.

Dirección:

Carmen Tapia Carrasco (MITERD)

Coordinación y revisión:

Carmen Tapia Carrasco e Inés Iribarren Campaña (MITERD)

Elena Fernández Arauzo (EMGRISA)

Redacción:

Carmen Tapia Carrasco e Inés Iribarren Campaña (MITERD)

Ana Sanz Gaspar (EMGRISA)

Agradecimientos:

Héctor Arenzana y Maribel Martínez (Gobierno Vasco), Silvia Naranjo (AGQ Labs), Flavia Tuya de Hevia (Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía), Ana de la Torre y Carmen Ceballos (INIA), Carmen Ramos Schlegel (MITERD).

Fotografías:

GVC-Getafe (portada)



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Edita:

© Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones

2021

Lengua/s: Español

NIPO: 665-21-034-2

Gratuita / Unitaria/ En línea / pdf

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción y objetivo	13
2	Definiciones	15
3	Concepto de residuo peligroso.....	16
4	Normativa aplicable.....	19
4.1	Normativa comunitaria.....	19
4.1.1	Sobre residuos y clasificación de residuos	19
4.1.2	Sobre sustancias y mezclas.....	19
4.1.3	Sobre métodos de ensayo.....	20
4.1.4	Otras normativas.....	20
4.2	Normativa nacional	20
4.2.1	Sobre residuos.....	20
4.2.2	Otras normativas.....	21
5	Metodología para la clasificación de los residuos	22
5.1	Metodología para la clasificación de un residuo de forma secuencial.....	24
5.1.1	Determinar si la sustancia u objeto es un residuo.....	24
5.1.2	Determinación del código LER del residuo.....	25
5.1.3	Determinación de la composición del residuo.....	28
5.1.4	Determinación de las características de peligrosidad de un residuo en función de su composición.....	36
5.1.5	Determinación de las características de peligrosidad de un residuo a través de ensayos	54
5.2	Determinación de la presencia de compuestos orgánicos persistentes (COP).....	58
5.3	Conclusión.....	60
6	Contenido mínimo del informe de clasificación de un residuo	61

7	Referencias.....	62
ANEXO I. Evaluación de las características de peligrosidad (HP 1 a HP 15).....		65
1	Introducción	65
2	Determinación de la característica de peligrosidad HP 1: Explosivo.....	66
2.1	Determinación de HP 1 basada en la composición del residuo.....	66
2.2	Determinación de HP 1 basada en ensayos	69
3	Determinación de la característica de peligrosidad HP 2: Comburente	71
3.1	Determinación de HP 2 basada en la composición del residuo.....	71
3.2	Determinación de HP 2 basada en ensayos	74
4	Determinación de la característica de peligrosidad HP 3: Inflamable.....	75
4.1	Determinación de HP 3 basada en la composición del residuo.....	75
4.2	Determinación de HP 3 basada en ensayos	82
5	Determinación de la característica de peligrosidad HP 4: Irritación cutánea y lesiones oculares	84
5.1	Determinación de HP 4 basada en la composición del residuo.....	84
5.2	Determinación de HP 4 basada en ensayos	87
5.2.1	Uso del pH como indicador de la peligrosidad por HP 4 (y por HP 8).....	87
5.2.2	Ensayos <i>in vitro</i>	89
6	Determinación de la característica de peligrosidad HP 5: Toxicidad específica en determinados órganos (STOT)/Toxicidad por aspiración	90
6.1	Determinación de HP 5 basada en la composición del residuo.....	90
6.2	Determinación de HP 5 basada en ensayos	93
7	Determinación de la característica de peligrosidad HP 6: Toxicidad aguda	94
7.1	Determinación de HP 6 basada en la composición del residuo.....	94
7.2	Determinación de HP 6 basada en ensayos	97
8	Determinación de la característica de peligrosidad HP 7: Cancerígeno	98

8.1	Determinación de HP 7 basada en la composición del residuo.....	98
8.2	Determinación de HP 7 basada en ensayos	99
9	Determinación de la característica de peligrosidad HP 8: Corrosivo	100
9.1	Determinación de HP 8 basada en la composición del residuo.....	100
9.2	Determinación de HP 8 basada en ensayos	102
10	Determinación de la característica de peligrosidad HP 9: Infeccioso	104
10.1	Determinación de HP 9 basada en la composición del residuo.....	104
10.2	Determinación de HP 9 basada en ensayos	108
11	Determinación de la característica de peligrosidad HP 10: Tóxico para la reproducción	109
11.1	Determinación de HP 10 basada en la composición del residuo.....	109
11.2	Determinación de HP 10 basada en ensayos	110
12	Determinación de la característica de peligrosidad HP 11: Mutágeno	111
12.1	Determinación de HP 11 basada en la composición del residuo.....	111
12.2	Determinación de HP 11 basada en ensayos	112
13	Determinación de la característica de peligrosidad HP 12: Liberación de un gas de toxicidad aguda	113
13.1	Determinación de HP 12 basada en la composición del residuo.....	113
13.2	Determinación de HP 12 basada en ensayos	118
14	Determinación de la característica de peligrosidad HP 13: Sensibilizante.....	119
14.1	Determinación de HP 13 basada en la composición del residuo.....	119
14.2	Determinación de HP 13 basada en ensayos	120
15	Determinación de la característica de peligrosidad HP 14: Ecotóxico	121
15.1	Determinación de HP 14 basada en la composición del residuo.....	121
15.2	Determinación de HP 14 basada en ensayos	123
15.2.1	Toxicidad para el medio ambiente acuático	125

15.2.2 Toxicidad para el medio ambiente terrestre.....	129
16 Determinación de la característica de peligrosidad HP 15: Residuos que pueden presentar una de las características antes mencionadas que el residuo original no presentaba directamente	131
16.1 Determinación de HP 15 basada en la composición del residuo.....	131
16.2 Determinación de HP 15 basada en ensayos	132
17 Identificación de la naturaleza de los riesgos en el etiquetado de los residuos	135
18 Códigos de clase y categoría de peligro, de indicación de peligro y características de peligrosidad.....	140
ANEXO II. Muestreo.....	143
1 Introducción.....	143
2 Definiciones	145
3 Metodología general	146
3.1 Selección del método de muestreo	148
3.1.1 Definición de la población objeto de muestreo	148
3.1.2 Evaluación de la variabilidad.....	150
3.1.3 Selección del enfoque del muestreo	152
3.1.4 Definición del patrón de muestreo.....	153
3.1.5 Determinación del tipo, número y tamaño de las muestras	154
3.2 Control de los errores en el muestreo	158
3.3 Análisis de los resultados del muestreo	159
4 Materiales y equipos de muestreo.....	162
5 Procedimientos para la toma de muestras en residuos.....	165
ANEXO III. Métodos analíticos	167
1 Introducción	167
2 Métodos de preparación de muestras de residuos.....	168
3 Determinación de constituyentes inorgánicos	169

3.1	Métodos para la determinación de metales pesados.....	169
3.2	Métodos para la determinación de compuestos inorgánicos no metales.....	170
3.3	Uso de métodos no destructivos para la determinación de elementos inorgánicos	171
4	Determinación de constituyentes orgánicos	172
4.1	Métodos de análisis para la determinación de compuestos orgánicos	172
ANEXO IV. Fuentes de información para la clasificación de las sustancias		175
1	Introducción	175
2	Búsqueda de información en el Catálogo de clasificación y etiquetado de la Agencia Europea de Sustancias Químicas.....	179
3	Búsqueda de información en la aplicación RISKQUIM del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.....	185
ANEXO V. Lista de sustancias “más peligrosas posibles” para cada característica de peligrosidad.....		189
1	Introducción	189
2	HP 4. Irritante- Irritación cutánea y lesiones oculares.....	191
3	HP 5. Toxicidad específica en determinados órganos (STOT)/ Toxicidad por aspiración	193
4	HP 6. Toxicidad aguda.....	195
5	HP 7. Cancerígeno	200
6	HP 8. Corrosivo	201
7	HP 10. Tóxico para la reproducción	202
8	HP 11. Mutágeno	203
9	HP 13. Sensibilizante.....	204
10	HP 14. Ecotóxico	205

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las características de peligrosidad definidas en el Reglamento (UE) n° 1357/2014 en función de la naturaleza del peligro	17
Tabla 2. Ejemplos de residuos peligrosos generados por la industria o el sector servicios.....	18
Tabla 3. Sustancias peligrosas relevantes	33
Tabla 4. Entradas genéricas del Reglamento CLP	51
Tabla 5. Ensayos recomendados para la evaluación de cada característica de peligrosidad	57
Tabla 6. Límites de concentración para los contaminantes orgánicos persistentes (COP) incluidos en la Decisión 2014/955/UE y características HP relevantes para los residuos que los contengan ..	59
Tabla 7. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 1	67
Tabla 8. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 2	72
Tabla 9. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 3	76
Tabla 10. Ejemplos de sustancias que pueden causar que un residuo sea peligroso por HP 3 (quinta definición) y concentraciones mínimas a partir de las cuales el residuo se clasificaría como peligroso por HP 3.	79
Tabla 11. Límites de concentración para la realización de ensayos de inflamabilidad en suelos contaminados por hidrocarburos	80
Tabla 12. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 4	85
Tabla 13. Límites de concentración para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 4.....	85
Tabla 14. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 5.....	91
Tabla 15. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 6	95

Tabla 16. Límites de concentración para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 6.....	95
Tabla 17. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 7.....	98
Tabla 18. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos, valores de corte y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 8	100
Tabla 19. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 4 y HP 8.....	101
Tabla 20. Clasificación de las sustancias infecciosas para su transporte.....	105
Tabla 21. Códigos de la LER vinculados a la característica de peligrosidad HP 9	106
Tabla 22. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 10.....	109
Tabla 23. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 11.....	111
Tabla 24. Indicaciones de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 12.....	113
Tabla 25. Ejemplos de sustancias que pueden causar que un residuo sea peligroso por HP 12 y límites de concentración a partir de los cuales el residuo se clasificaría como peligroso por HP 12.....	117
Tabla 26. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 13.....	119
Tabla 27. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 14.....	122
Tabla 28. Códigos de indicación de peligro de componentes de residuos, valores de corte y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 14.....	122

Tabla 29. Límites de concentración establecidos en el Reglamento CLP para la clasificación de sustancias como peligrosas para el medio ambiente acuático	127
Tabla 30. Límites de concentración establecidos en el Reglamento CLP para la clasificación de mezclas como peligrosas para el medio ambiente acuático.....	128
Tabla 31. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro para la determinación de la característica de peligrosidad HP 15	132
Tabla 32. Pictogramas de peligro, códigos de indicación de peligro y características de peligrosidad	139
Tabla 33. Códigos de indicación de peligro, clases y categorías de peligro y características de peligrosidad.....	142
Tabla 34. Equipos de muestreo más adecuados en función del tipo de residuo	163
Tabla 35. Normas para la preparación de las muestras de residuos para su análisis en laboratorio	168
Tabla 36. Métodos de análisis para la determinación de metales pesados en residuos	170
Tabla 37. Métodos de análisis para la determinación de compuestos inorgánicos no metales en residuos	171
Tabla 38. Métodos de análisis para la determinación de compuestos orgánicos en residuos.....	173
Tabla 39a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H314 1A que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 4.....	191
Tabla 39b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H318 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 4	191
Tabla 39c. Sustancias clasificadas con los códigos de indicación de peligro H315 y H319 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 4.....	192
Tabla 40a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H335 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 5	193
Tabla 40b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H372 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 5	193
Tabla 40c. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H373 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 5	194
Tabla 41a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H300 Acute Tox. 2 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6	195

Tabla 41b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H301 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6	195
Tabla 41c. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H302 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6	196
Tabla 41d. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H310 Acute Tox. 1 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6	196
Tabla 41e. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H311 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6	197
Tabla 41f. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H312 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6	197
Tabla 41g. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H330 Acute Tox. 2 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6	198
Tabla 41h. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H331 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6	198
Tabla 41i. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H332 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6	199
Tabla 42a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H350 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 7	200
Tabla 42b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H351 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 7	200
Tabla 43. Sustancias que constituyen el "peor caso posible" para la característica de peligrosidad HP 8	201
Tabla 44a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H360 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 10	202
Tabla 44b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H361 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 10	202
Tabla 45a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H340 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 11	203
Tabla 45b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H341 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 11	203

Tabla 46a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H317 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 13	204
Tabla 46b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H334 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 13	204

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la clasificación de un residuo de forma secuencial	23
Figura 2. Procedimiento para la clasificación de un residuo mediante su código LER.....	27
Figura 3. Procedimiento para la determinación de las características de peligrosidad HP 1, HP 2, HP 3, HP 12 y HP 15	37
Figura 4. Procedimiento para la determinación de las características de peligrosidad HP 4, HP 6, HP 8 y HP 14	38
Figura 5. Procedimiento para la determinación de las características de peligrosidad HP 5, HP 7, HP 10, HP 11 y HP 13	39
Figura 6. Ejemplo de sustancia específica en el Reglamento CLP	41
Figura 7. Ejemplo de entrada de grupo en el Reglamento CLP.....	41
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de clasificación de un residuo a partir de la clasificación de las sustancias que contiene.....	46
Figura 9. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 1	69
Figura 10. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 2.....	73
Figura 11. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 3.....	81
Figura 12. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 4.....	86
Figura 13. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 5.....	92
Figura 14. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 6.....	96
Figura 15. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 7.....	99
Figura 16. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 8.....	102
Figura 17. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 9.....	107

Figura 18. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 10.....	110
Figura 19. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 11.....	112
Figura 20. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 12.....	118
Figura 21. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 13.....	120
Figura 22. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 14.....	123
Figura 23. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 15.....	132
Figura 24. Diagrama de flujo para la definición del plan de muestreo	147
Figura 25. Representación espacial de los muestreos aleatorio simple, aleatorio estratificado y sistemático.....	154
Figura 26. Ejemplos de equipos para la toma de muestras en residuos	164

- Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco -

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

El artículo 17.4 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados establece que, de cara a facilitar la gestión de los residuos, el productor o el poseedor inicial de los mismos está obligado a suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación, lo que incluiría la clasificación de dichos residuos.

La clasificación de un residuo como peligroso o no peligroso es un tema de suma importancia para los productores y gestores de residuos, que deberá ser tenido en cuenta desde la generación del residuo hasta su tratamiento final, ya que la clasificación de un residuo como peligroso conlleva una serie de obligaciones legales en cuanto a su etiquetado, envasado, mezcla, almacenamiento y transporte.

El anexo III de la Directiva 2008/98/CE¹, traspuesto en el correspondiente anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, establece la lista de las características de los residuos que permiten calificarlos como peligrosos. Este anexo ha sido sustituido por el Reglamento (UE) n° 1357/2014², el cual establece los criterios que deben aplicarse para la evaluación de las características de peligrosidad de los residuos, así como los métodos de ensayo que deberán utilizarse para ello.

La clasificación de los residuos como peligrosos o no peligrosos se lleva a cabo basándose en el anexo III de la Directiva 2008/98/CE y en la Decisión 2000/532/CE de la Comisión, modificada por la Decisión 2014/955/UE³.

La Decisión 2014/955/UE establece una lista de residuos, codificados con seis dígitos, en la que se ha determinado cuáles de éstos son residuos peligrosos y cuáles residuos no peligrosos, de manera que se garantice así una identificación y determinación armonizada de los residuos dentro de la Unión Europea. Conforme al anexo de esta Decisión, los residuos marcados con un asterisco (*) en la lista de residuos deberán considerarse residuos peligrosos.

En algunos casos de la lista europea de residuos (LER) a los residuos se les pueden asignar tanto códigos de residuos peligrosos como códigos de residuos no peligrosos; es decir, son residuos con códigos espejo. Para clasificar estos residuos como peligrosos, el anexo de la Decisión citada establece que:

¹ Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

² Reglamento (UE) n° 1357/2014 de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014 por el que se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

³ Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

- Estos residuos deben contener sustancias peligrosas que les confieran una o varias de las características de peligrosidad HP 1 a HP 15 indicadas en el anexo III de la Directiva 2008/98/CE.
- Las características de peligrosidad deben evaluarse basándose en la concentración de las sustancias presentes en el residuo, conforme al anexo III de la Directiva 2008/98/CE, o por medio de ensayos, conforme al Reglamento (CE) n° 440/2008⁴ u otras directrices y métodos de ensayo reconocidos a nivel internacional.

Así pues, en caso de que a un residuo se le asigne un código LER espejo será necesario determinar si dicho residuo posee alguna característica de peligrosidad para poder asignarle el código correcto de residuo peligroso o de residuo no peligroso.

Por último, en caso de que no se pueda atribuir un código LER al residuo porque se desconozca la fuente que genera el residuo y las características del mismo, deberá evaluarse si el residuo contiene alguna sustancia o alguna característica que haga que sea peligroso. El residuo podrá considerarse como no peligroso si, como resultado de la evaluación, no presenta características de peligrosidad (HP) y no contiene ninguno de los contaminantes orgánicos persistentes (COP) mencionados en la Decisión 2014/955/UE por encima de los límites establecidos en el anexo IV del Reglamento (UE) 2019/1021⁵.

La guía que aquí se presenta está basada en la Comunicación de la Comisión – Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos⁶ y pretende proporcionar a todos los actores implicados en la producción y gestión de los residuos (administraciones, productores y gestores de residuos y ciudadanos en general) unas directrices básicas para clasificar un residuo según la normativa vigente.

⁴ Reglamento (CE) n° 440/2008 de la Comisión, de 30 de mayo de 2008, por el que se establecen métodos de ensayo de acuerdo con el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH).

⁵ Reglamento (UE) 2019/1021 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de junio de 2019 sobre contaminantes orgánicos persistentes. Este Reglamento deroga al Reglamento (CE) n° 850/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre contaminantes orgánicos persistentes y por el que se modifica la Directiva 79/117/CE.

⁶ Comunicación de la Comisión – Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos (2018/C 124/01).

2 DEFINICIONES

Autoclasiicación	En ausencia de clasificación armonizada, clasificación que realizan los fabricantes, importadores o usuarios intermedios de las sustancias o mezclas conforme a lo establecido en el Reglamento CLP.
Clasificación armonizada	Clasificación de una sustancia peligrosa mediante una decisión formal a nivel de la UE. Esta clasificación figura en el anexo VI del Reglamento CLP y proporciona información sobre la clasificación y el etiquetado de la sustancia.
Características de peligrosidad (HP)	Características de los residuos que permiten calificarlos como peligrosos. Existen 15 características de peligrosidad, definidas en el Reglamento (UE) n° 1357/2014, las cuales se evalúan en función de la concentración de las sustancias peligrosas contenidas en los residuos o mediante ensayos.
Clase de peligro	Naturaleza del peligro físico, para la salud humana o el medio ambiente. Por ejemplo, una sustancia líquida inflamable se define como "Flam. Liq."
Categoría de peligro	Especificación de la gravedad dentro de cada clase de peligro. Por ejemplo, una sustancia líquida extremadamente inflamable se define como "Flam. Liq.1"
Indicación de peligro	Frase que, en una clase o categoría de peligro, describe la naturaleza de los peligros de la sustancia o mezcla peligrosa. Por ejemplo, H224 Líquido y vapores extremadamente inflamables.
Entradas espejo	Grupo de al menos dos entradas alternativas que se refieren a un mismo tipo de residuo en la lista europea de residuos (LER) en las que la asignación del código peligroso o no peligroso depende del caso concreto y de la composición del residuo. A diferencia de las entradas absolutas (códigos que designan a un residuo peligroso o a uno no peligroso) en este tipo de entradas debe llevarse a cabo una evaluación de la peligrosidad del residuo para su adecuada codificación.
Límite de concentración genérico	Valor umbral establecido en el Reglamento (UE) n° 1357/2014 y el Reglamento (UE) 2017/997 para determinados códigos de indicación de peligro en el cual o por encima del cual la presencia de una sustancia o suma de sustancias en el residuo conlleva la clasificación de este residuo como peligroso por una determinada característica de peligrosidad.
Límite de concentración específico	Límite de concentración establecido por el fabricante, importador o usuario intermedio cuando información científica adecuada y fiable ponga de manifiesto que los límites de concentración genéricos del Reglamento CLP no son suficientemente restrictivos para una sustancia en términos de peligrosidad.
Sustancia	Elemento químico y sus compuestos naturales u obtenidos por algún proceso industrial. Se consideran sustancias los aditivos necesarios para conservar su estabilidad y las impurezas que inevitablemente produzca el proceso, pero no los disolventes que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición.
Mezcla	Mezcla o solución compuesta por dos o más sustancias. Según la normativa de la UE en materia de sustancias químicas, las mezclas no se consideran sustancias.
Valor de corte	Valor umbral establecido en el Reglamento (UE) n° 1357/2014 y el Reglamento (UE) 2017/997 en el cual o por encima del cual una sustancia clasificada en el anexo VI del Reglamento CLP ha de tenerse en cuenta a la hora de evaluar determinadas características de peligrosidad.

3 CONCEPTO DE RESIDUO PELIGROSO

La Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados define en su artículo 3.e) residuo peligroso como:

Residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III⁷ y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

Los residuos peligrosos son objetos, materiales o sustancias sólidas, líquidas, pastosas o gaseosas, resultado de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo (en cualquier etapa), cuyo poseedor desecha o tiene la intención u obligación de desechar.

La peligrosidad de los residuos viene determinada por la presencia de determinadas características que representan un riesgo para la salud humana o el medio ambiente. Estas características de peligrosidad se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Peligros físicos
- Peligros para la salud
- Peligros para el medio ambiente

El Reglamento (UE) nº 1357/2014 define 15 características de peligrosidad (Hazardous Properties) que permiten calificar a los residuos como peligrosos. De este modo, un residuo se clasificará como peligroso si presenta una o varias de estas características de peligrosidad.

En la tabla 1 se muestran las distintas características de peligrosidad definidas en el Reglamento agrupadas en función de la naturaleza del peligro.

⁷ Estas características han sido modificadas por el Reglamento (UE) nº 1357/2014 de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por el que se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

Código	Característica
Peligros físicos	
HP 1	Explosivo
HP 2	Comburente
HP 3	Inflamable
HP 15	Residuos que pueden presentar una de las características de peligrosidad mencionadas que el residuo original no presentaba directamente
Peligros para la salud humana	
HP 4	Irritante — irritación cutánea y lesiones oculares
HP 5	Toxicidad específica en determinados órganos/Toxicidad por aspiración
HP 6	Toxicidad aguda
HP 7	Carcinógeno
HP 8	Corrosivo
HP 9	Infeccioso
HP 10	Tóxico para la reproducción
HP 11	Mutágeno
HP 12	Liberación de un gas de toxicidad aguda
HP 13	Sensibilizante
Peligros para el medio ambiente	
HP 14	Ecotóxico

Tabla 1. Clasificación de las características de peligrosidad definidas en el Reglamento (UE) n° 1357/2014 en función de la naturaleza del peligro

A la hora de determinar si un residuo presenta alguna de las características de peligrosidad de la tabla 1 es preciso tener en cuenta que, a diferencia de los criterios de admisión de determinados residuos en las distintas clases de vertederos, que se fijan en función de valores límite de lixiviación, las características de peligrosidad de los residuos se evalúan sobre el residuo y no sobre el lixiviado. La única excepción a este principio es la determinación de la característica de peligrosidad HP 15, si ésta se realiza a partir de la evaluación del lixiviado, y, en el caso de la característica HP 14, la evaluación de la toxicidad para el medio ambiente acuático mediante ensayos.

La peligrosidad de un residuo no está asociada al cumplimiento de los criterios de admisión de residuos en una determinada clase de vertedero. Por tanto:

- un residuo peligroso no es aquel que cumple los criterios de admisión en un vertedero de residuos peligrosos; y
- un residuo no peligroso no es aquel que cumple los criterios de admisión en un vertedero de residuos no peligrosos.

En la tabla 2 se presentan algunos ejemplos de residuos peligrosos generados por la industria o el sector servicios:

Origen	Residuos peligrosos
Industria química	Ácidos y bases fuertes, solventes usados.
Industria metalúrgica	Lodos de hidrometalurgia que contienen sustancias peligrosas, solventes usados, ácidos y bases fuertes.
Talleres mecánicos	Residuos de pintura que contienen sustancias peligrosas, residuos inflamables, baterías de plomo/ácido usadas, solventes usados.

Tabla 2. Ejemplos de residuos peligrosos generados por la industria o el sector servicios

4 NORMATIVA APLICABLE

En los siguientes apartados se muestra un listado de normas relacionadas, directa o indirectamente, con la clasificación de los residuos, tanto a nivel europeo como a nivel nacional.

4.1 NORMATIVA COMUNITARIA

4.1.1 Sobre residuos y clasificación de residuos

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (Directiva Marco de Residuos).
- Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.
- Reglamento (UE) n° 1357/2014 de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por el que se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Decisión 2014/955/UE de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Reglamento (UE) 2017/997 del Consejo de 8 de junio de 2017 por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a la característica de peligrosidad HP 14 "Ecotóxico".
- Comunicación de la Comisión – Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos (2018/C 124/01).

4.1.2 Sobre sustancias y mezclas

- Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) n° 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) n° 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.
- Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 septiembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se

modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006. (Reglamento CLP)⁸.

- Reglamento (UE) 2019/1021 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de junio de 2019 sobre contaminantes orgánicos persistentes. (Reglamento COP).

4.1.3 Sobre métodos de ensayo

- Reglamento (CE) nº 440/2008 de la Comisión de 30 de mayo de 2008 por el que se establecen métodos de ensayo de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH)⁹.

4.1.4 Otras normativas

- Decisión del Consejo de 19 de diciembre de 2002, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CEE.
- Reglamento (CE) nº 1013/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de junio de 2006 relativo a los traslados de residuos.
- Directiva 2008/68/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de septiembre de 2008 sobre el transporte terrestre de mercancías peligrosas.
- Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio de 2012 relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y por la que se modifica y ulteriormente deroga la Directiva 96/82/CE. (Directiva Seveso III).

4.2 NORMATIVA NACIONAL

4.2.1 Sobre residuos

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

⁸ La versión consolidada de este Reglamento, a fecha de 01/01/2020, puede consultarse en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02008R1272-20200101>.

⁹ El Reglamento (CE) nº 440/2008 ha sido modificado en sucesivas ocasiones para su adaptación al progreso técnico. Cada una de las modificaciones ha establecido nuevos métodos de ensayo para la evaluación de las distintas características de peligrosidad. La versión consolidada del Reglamento, a fecha de 16/10/2019, puede consultarse en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:02008R0440-20191016>.

- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

4.2.2 Otras normativas

- Real Decreto 97/2014 de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.

5 METODOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

La clasificación de un residuo como peligroso o no peligroso es un proceso complejo que puede abarcar varias fases que se llevan a cabo de forma secuencial.

Conforme al artículo 17.4 de la Ley 22/2011 el productor u otro poseedor inicial de residuos, para facilitar la gestión de sus residuos, está obligado a:

- a) Suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación.

Por tanto, para facilitar una gestión adecuada de sus residuos, el productor o poseedor inicial de estos residuos es responsable de clasificarlos como peligrosos o no peligrosos, de identificarlos correctamente mediante el código LER y de determinar sus características de peligrosidad.

El proceso de clasificación de los residuos debe realizarse para cada uno de los flujos de residuos generados por el productor. Si hubiera más de un tipo de residuo, cada uno deberá evaluarse por separado.

Una vez que un residuo se haya clasificado como peligroso, su productor o poseedor deberá cumplir con todos los requisitos establecidos legalmente para los residuos peligrosos.

En los siguientes apartados se expone la metodología que hay que seguir para la clasificación de un residuo (los capítulos a los que se hace referencia en la figura 1 son los capítulos correspondientes de esta guía):

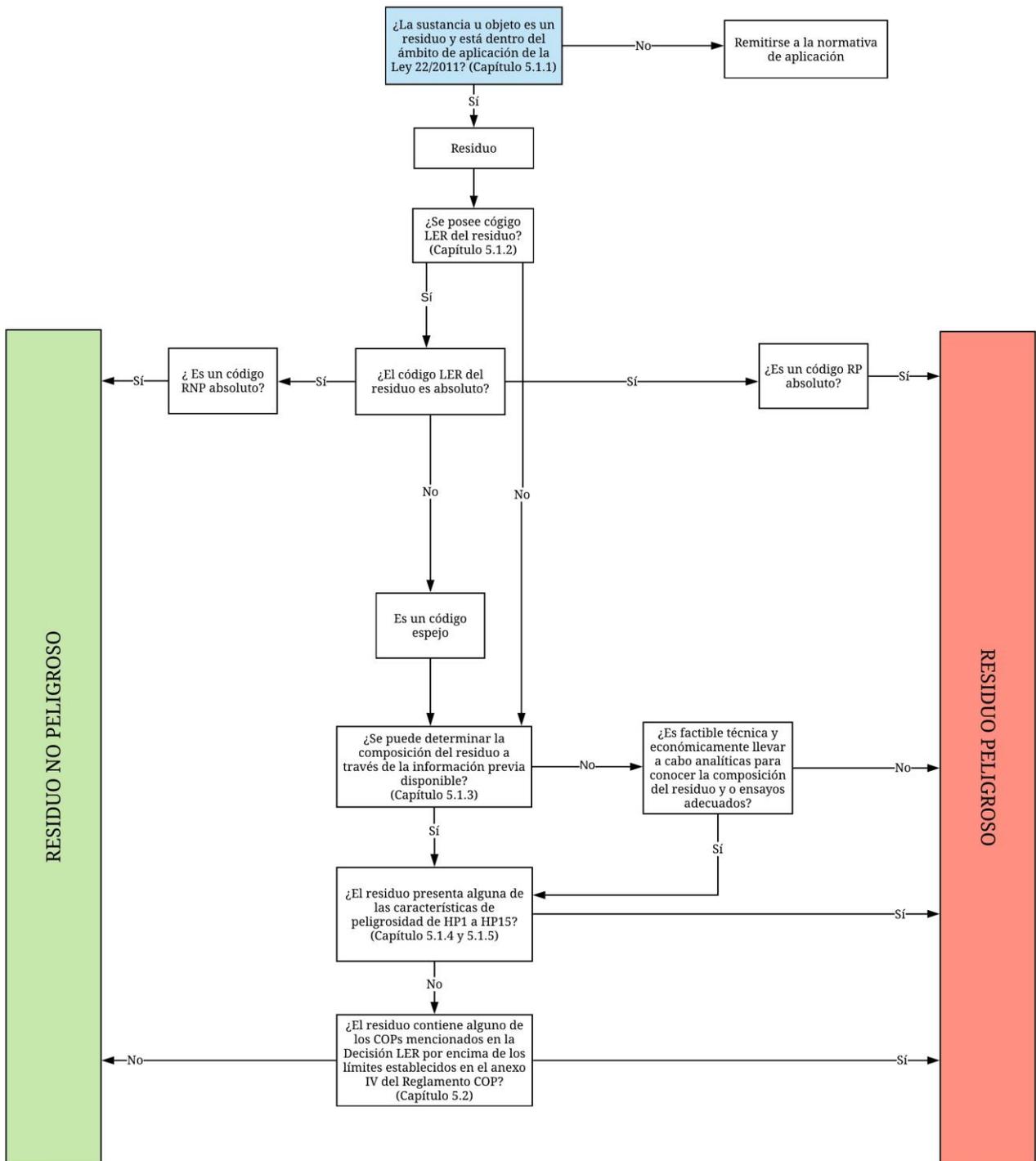


Figura 1. Diagrama de flujo para la clasificación de un residuo de forma secuencial

5.1 METODOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN DE UN RESIDUO DE FORMA SECUENCIAL

5.1.1 Determinar si la sustancia u objeto es un residuo

El primer paso para clasificar un residuo es determinar si la sustancia u objeto en cuestión es un residuo de acuerdo con la definición de la Ley 22/2011. En este sentido, deben tenerse en cuenta los conceptos de subproducto y de fin de la condición de residuo establecidos en la Ley 22/2011, de manera que no serán considerados como residuos aquellos que se hayan declarado como subproductos o los que hayan adquirido la condición de fin de residuo conforme a la normativa correspondiente.

Posteriormente, debe comprobarse si el residuo pertenece a uno de los flujos de residuos excluidos del ámbito de aplicación de la Ley 22/2011. Dichos flujos son los siguientes:

- Las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, así como el dióxido de carbono capturado y transportado con fines de almacenamiento geológico y efectivamente almacenado en formaciones geológicas de conformidad con la Ley 40/2010, de 29 de diciembre, de almacenamiento geológico de dióxido de carbono. Tampoco se aplicará al almacenamiento geológico de dióxido de carbono realizado con fines de investigación, desarrollo o experimentación de nuevos productos y procesos, siempre que la capacidad prevista de almacenamiento sea inferior a 100 kilotoneladas.
- Los suelos no contaminados excavados y otros materiales naturales excavados durante las actividades de construcción, cuando se tenga la certeza de que estos materiales se utilizarán con fines de construcción en su estado natural en el lugar u obra donde fueron extraídos.
- Los residuos radiactivos.
- Los explosivos desclasificados.
- Las materias fecales, si no están contempladas en el apartado 2.b) del artículo 2 de la ley, paja y otro material natural, agrícola o silvícola, no peligroso, utilizado en explotaciones agrícolas y ganaderas, en la silvicultura o en la producción de energía a base de esta biomasa, mediante procedimientos o métodos que no pongan en peligro la salud humana o dañen el medio ambiente.

También quedan excluidos los siguientes, en aquellos aspectos ya regulados por otra norma comunitaria o nacional que incorpore a nuestro ordenamiento normas comunitarias:

- Las aguas residuales.

- Los subproductos animales cubiertos por el Reglamento (CE) n.º 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 1774/2002. No se incluyen, y por tanto estarían regulados por la Ley 22/2011, los subproductos animales y sus productos derivados cuando se destinen a la incineración, a los vertederos o sean utilizados en una planta de biogás o de compostaje.
- Los cadáveres de animales que hayan muerto de forma diferente al sacrificio, incluidos los que han sido muertos con el fin de erradicar epizootias, y que son eliminados con arreglo al Reglamento (CE) n.º 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009.
- Los residuos resultantes de la prospección, de la extracción, del tratamiento o del almacenamiento de recursos minerales, así como de la explotación de canteras cubiertos por el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio sobre gestión de los residuos de industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.
- Los sedimentos reubicados en el interior de las aguas superficiales a efectos de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones y de las sequías, o de creación de nuevas superficies de terreno, si se demuestra que dichos sedimentos son no peligrosos.

5.1.2 Determinación del código LER del residuo

El segundo paso en la clasificación de un residuo es asignar el código LER que le corresponde al residuo.

La Decisión 2014/955/UE establece una relación de residuos armonizada dentro de la Unión Europea. Esta Lista Europea de Residuos (LER) se divide en 20 capítulos, relativos a la fuente que genera el residuo o al tipo de residuo. Estos capítulos se dividen a su vez en subcapítulos que se refieren a los procesos de generación, a los materiales resultantes de estos procesos o al tipo de residuo. La lista de residuos describe los distintos tipos de residuos que se pueden encontrar y les asigna un código de 6 cifras (código LER).

Los residuos a los que se les asigne un código marcado con un asterisco (*) en la Lista Europea de Residuos se considerarán residuos peligrosos, el resto serán residuos no peligrosos. En el caso de que los residuos se identifiquen mediante un código espejo; es decir, dos o más códigos relacionados en los que uno es peligroso y el otro no, habrá que determinar si estos residuos contienen sustancias peligrosas para asignarles el código de residuo peligroso o el de no peligroso.

Para asignar el código LER correspondiente a un residuo se deben seguir los siguientes pasos:

1. Localizar la fuente que genera el residuo en los capítulos 01 al 12 o 17 al 20 y buscar en el subcapítulo correspondiente el código de seis cifras más apropiado para el residuo. En este primer paso no se considerarán los códigos finalizados en 99 de cada capítulo. Se debe tener en cuenta que:
 - a. No todas las actividades productoras de residuos de una misma empresa tienen que estar recogidas en el mismo capítulo de la Lista.
 - b. Los residuos de envases recogidos separadamente se clasificarán con códigos que comiencen por 15 01 y no por 20 01.
2. Si no se encuentra ningún código apropiado en los capítulos anteriores, se buscará en los capítulos 13, 14 y 15.
3. Si el residuo no se encuentra en ninguno de esos capítulos, se buscará en el capítulo 16.
4. Si, finalmente, tampoco se localiza el residuo en el capítulo 16, se le asignará el código terminado en 99 del capítulo de la Lista correspondiente a la actividad generadora del residuo identificada en el primer paso. En todo caso, debe tenerse en cuenta que la asignación de un código terminado en 99 debe ser la última de las opciones, por lo que estos códigos sólo se asignarán en casos excepcionales.

Una vez localizado el residuo en la Lista Europea de Residuos, se pueden dar tres situaciones:

1. Que al residuo le corresponda un código LER de residuo no peligroso absoluto (sin asterisco); por ejemplo, “20 01 08 Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes”. En este caso, el residuo se clasifica como no peligroso y no será necesario llevar a cabo ninguna evaluación posterior.
2. Que al residuo le corresponda un código LER de residuo peligroso absoluto (marcado con asterisco); por ejemplo, “05 01 12* Hidrocarburos que contienen ácidos”. En este caso, el residuo se clasifica directamente como peligroso, pero será necesario continuar con la evaluación para determinar sus características de peligrosidad con el fin de poder etiquetar correctamente el residuo.

Si se demostrara que un residuo que tiene asignado un código LER de residuo peligroso absoluto no presenta ninguna de las características de peligrosidad HP 1 a HP 15, éste deberá considerarse igualmente como residuo peligroso, a no ser que se reclasifique el residuo conforme al procedimiento establecido en el artículo 6.2 de la Ley 22/2011.

3. Que al residuo le corresponda un código espejo, pudiendo asignarle un código de residuo peligroso o uno de no peligroso en función de su composición; por ejemplo, “08 03 12* Residuos de tintas que contienen sustancias peligrosas” y “08 03 13 Residuos de tintas

distintos de los especificados en el código 08 03 12”. En este caso, se deberá determinar la composición del residuo o realizar ensayos para determinar sus características de peligrosidad con el fin de asignarle el código de residuo peligroso (con asterisco) o el de no peligroso (sin asterisco).

Conforme a la sentencia 487/17 del Tribunal de Justicia Europeo¹⁰, si el poseedor de un residuo que puede clasificarse con un código LER espejo se encuentra en la imposibilidad práctica de determinar la presencia de sustancias peligrosas o de evaluar las características de peligrosidad que presente el residuo, éste deberá clasificarse como residuo peligroso en aplicación del principio de precaución.

Los residuos con códigos LER absolutos se clasifican directamente como residuos peligrosos o no peligrosos sin necesidad de ninguna evaluación posterior. En el caso de los residuos peligrosos, será necesario determinar sus características de peligrosidad a efectos de su correcto etiquetado.

En los residuos con códigos LER espejo habrá que determinar si presentan alguna característica de peligrosidad para clasificar el residuo como peligroso o no peligroso. Si ello no fuera posible, el residuo se clasificará como peligroso de acuerdo con el principio de precaución.

En la figura 2 se muestra el procedimiento anteriormente expuesto:

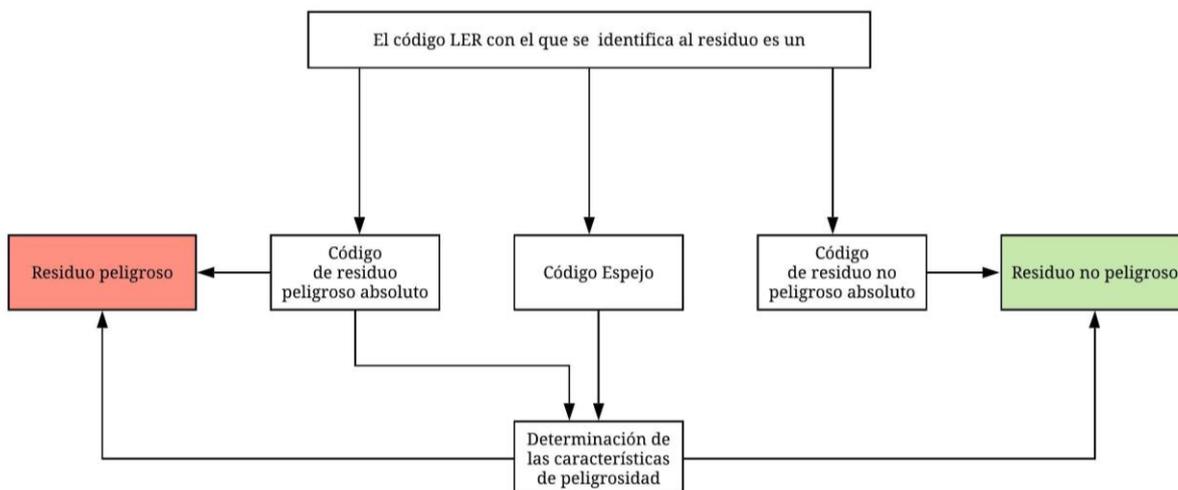


Figura 2. Procedimiento para la clasificación de un residuo mediante su código LER

¹⁰ Sentencia 487/17 (DO) del Tribunal de Justicia Europeo (Sala Décima), de 28 de marzo de 2019.

5.1.3 Determinación de la composición del residuo

5.1.3.1 Determinación de la composición del residuo a partir de la información previa disponible

Para determinar la composición del residuo basándose en la información disponible será necesario recopilar toda la información posible sobre el residuo:

1. Si el residuo se genera en un **proceso de producción**, se deberá:
 - a) Analizar los aspectos del proceso productivo donde se ha producido el residuo, por ejemplo:
 - las entradas y salidas de materiales en los procesos en los que se genera el residuo,
 - las reacciones químicas que tienen lugar,
 - las condiciones del proceso que puedan modificar las características de las materias primas, como temperatura (volatilidad de algunos componentes), reacciones de oxidación/reducción, modificaciones del pH (precipitación de algún componente),
 - diluciones, concentraciones.

Como fuente de información relevante pueden utilizarse los documentos BREF sobre las mejores técnicas disponibles (MTD)¹¹, manuales de procesos industriales, descripciones del proceso y las sustancias involucradas (proporcionadas por el productor del residuo), etc.

- b) Utilizar las fichas de datos de seguridad relativas a las materias primas. En estas fichas viene reflejada la composición del producto, sus características de peligrosidad y las indicaciones de peligro (frases H) que le aplican.

En el empleo de las fichas de datos de seguridad deberá tenerse en cuenta que estas fichas se refieren a los productos de partida, y no al residuo en sí, por lo que habrá que conocer las operaciones que hayan tenido lugar a lo largo del proceso productivo, las cuales pueden haber modificado las características de estos productos.

Puesto que en la generación de un residuo pueden estar involucrados varios productos (materias primas), para poder caracterizar el residuo será necesario revisar las fichas de datos de seguridad de cada uno de ellos.

- c) Aplicar los principios de extrapolación establecidos en el Reglamento CLP. En ocasiones, los residuos generados en un proceso de producción presentan características similares o idénticas a las sustancias que intervienen en dicho proceso de producción, por lo que la

¹¹ <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference>

información sobre la clasificación de estas sustancias puede servir de apoyo para la clasificación de los residuos.

2. Si el residuo es un **producto no utilizado** que no ha cambiado desde su fabricación; por ejemplo, un producto rechazado en el proceso de producción por estar fuera de especificación, la ficha de seguridad del producto elaborada por el fabricante proporciona información suficiente para clasificar el residuo conforme a las reglas que se exponen en el apartado 5.1.4.
3. Si el residuo es un **producto que se ha convertido en residuo**, se tendrá en cuenta la ficha de seguridad del producto elaborada por el fabricante y los procesos de transformación física y química que haya podido sufrir dicho producto a lo largo de su vida útil antes de convertirse en residuo.
4. Si el residuo es un **residuo complejo** derivado de un proceso productivo o auxiliar **con una composición desconocida y compleja**; por ejemplo, residuos históricos, residuos heterogéneos o en forma de lodos, se investigará su composición a partir de estudios históricos o del análisis de los procesos donde se hayan generado los residuos.

En algunos casos, puede existir información sobre residuos idénticos que ya han sido objeto de una evaluación, de manera que la determinación de la peligrosidad del residuo se puede basar en las evaluaciones disponibles sin tener que llevar a cabo análisis adicionales. En estos casos, el productor del residuo debe justificar que inequívocamente se trata del mismo residuo.

En caso de que el productor del residuo pueda determinar su composición a partir de la información disponible, no será necesario que lleve a cabo determinaciones analíticas para determinar la presencia de sustancias peligrosas al objeto de evaluar si el residuo presenta alguna característica de peligrosidad conforme a los criterios de los Reglamentos (UE) nº 1357/2014 y (UE) 2017/997 (ver apartado 5.1.4).

Si el productor del residuo, apoyándose en la información descrita, puede, de forma justificada y fehaciente, establecer la composición cualitativa y cuantitativa del residuo, no será necesario que lleve a cabo determinaciones analíticas.

5.1.3.2 Determinación de la composición del residuo mediante el análisis del residuo

Cuando la composición del residuo no se haya podido determinar basándose en el conocimiento o en la investigación previa, se tendrá que recurrir a métodos analíticos para conocer su composición.

En muchos casos no será posible determinar la composición completa (al 100 %) del residuo, por lo que se deberá investigar qué sustancias peligrosas es razonable suponer que están presentes en él y realizar las determinaciones analíticas de aquellas sustancias peligrosas que pueda contener o que se sospeche que contiene dicho residuo.

Para determinar la composición de un residuo es necesario, en primer lugar, realizar un muestreo representativo del residuo. Esta actividad se considera clave en la clasificación del residuo, ya que de ella dependen en gran medida los resultados que se obtengan. Así pues, se recomienda que el muestreo se lleve a cabo por entidades independientes y acreditadas conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17020¹² o, al menos, por entidades independientes que justifiquen que han seguido un procedimiento de muestreo basado en una norma reconocida internacionalmente.

Un muestreo inadecuado es la causa principal de la falta de fiabilidad de la caracterización de un residuo y, por tanto, de la clasificación del residuo derivada de la misma.

El muestreo de los residuos se realizará siguiendo un plan de muestreo específico. Para elaborar adecuadamente dicho plan es necesario conocer previamente qué se va a analizar y a través de qué métodos analíticos.

A continuación, se explican más detalladamente estos aspectos.

Sustancias peligrosas relevantes

Cuando se desconozca por completo el origen y la composición del residuo deberá estudiarse, al menos, la presencia de las siguientes sustancias:

¹² UNE-EN ISO/IEC 17020:2012. Evaluación de la conformidad. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección.

La acreditación podrá ser por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) o por cualquier otro Organismo Nacional de Acreditación de un Estado Miembro de la UE, siempre que dicho organismo se haya sometido con éxito al sistema de evaluación por pares previsto en el Reglamento (CE) nº 765/2008.

Sustancias	Definición y origen	Ejemplos	Peligrosidad asociada
Inorgánicas			
Metales pesados	Elementos que exhiben propiedades metálicas liberados al medio por diversidad de industrias, siendo las principales fuentes emisoras las grandes instalaciones de combustión, las cementeras y las incineradoras.	As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, Tl, etc.	Los metales pesados pueden producir toxicidad aguda y ecotoxicidad, ser tóxicos para la reproducción y producir toxicidad específica en determinados órganos.
Cianuros	Sustancias que se caracterizan por poseer un enlace carbono-nitrógeno que se combina con una gran variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos. Se utilizan, y son susceptibles de aparecer como residuo, en la fabricación de pinturas, textiles y plásticos e incluso en la industria metalúrgica.	Pueden aparecer como cianuro libre (HCN o CN ⁻), formando cianuros solubles (NaCN), como cianuros disociables en medio ácido débil (Cd(CN) ₂) o formando complejos estables (K ₄ (Fe(CN) ₆))	Los cianuros pueden producir toxicidad aguda y ecotoxicidad.
Amoniaco (NH ₃)	Compuesto químico cuya molécula está formada por un átomo de nitrógeno y tres átomos de hidrógeno. Relacionado principalmente con el sector de los pesticidas y las industrias química y textil.	NH ₃	El amoniaco puede ser irritante o corrosivo, producir toxicidad aguda o ser tóxico para el medio ambiente.
Amianto y fibras minerales artificiales	Serie de metasilicatos de hierro, aluminio y magnesio que se presentan en forma de haces de fibras. Ha sido ampliamente utilizado en el sector de la construcción, la industria naval o en la fabricación de materiales termorresistentes.	Crisolito, amosita, crocidolita	El amianto puede ser cancerígeno y producir toxicidad específica en determinados órganos.

Sustancias	Definición y origen	Ejemplos	Peligrosidad asociada
Orgánicas			
Sustancias que agotan la capa de ozono	Sustancias derivadas de los hidrocarburos saturados mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de flúor y/o cloro, principalmente. Proceden de la industria de la refrigeración y de propelentes de aerosoles. También están presentes en aislantes térmicos.	CFC y otras sustancias ¹³	Dañan la capa de ozono.
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	Compuestos orgánicos compuestos por anillos aromáticos simples que no contienen heteroátomos ni llevan sustituyentes. Surgen como productos secundarios durante los procesos de combustión. En la industria se originan principalmente en la producción y tratamiento del aluminio y en la fabricación de coque y carbones.	Naftaleno, antraceno, criseno, etc.	Algunos de estos compuestos pueden ser cancerígenos, producir toxicidad aguda o ser ecotóxicos.
Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX)	Hidrocarburos volátiles monoaromáticos que se encuentran en el petróleo y sus derivados, como la gasolina.	Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno	El benceno y tolueno pueden ser irritantes y provocar toxicidad específica en determinados órganos. Además, el benceno puede ser cancerígeno y mutagénico. El etilbenceno y el xileno pueden producir toxicidad aguda.
Hidrocarburos aromáticos volátiles	Hidrocarburos que son liberados durante la quema de combustibles o en la fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de disolventes, pinturas y otros productos.	Tricloroetileno, tetraclorometano, percloroetileno, etc.	El tricloroetileno, el tetraclorometano y el percloroetileno pueden ser cancerígenos y ecotóxicos. Además, el tricloroetileno y el tetraclorometano pueden producir toxicidad específica en determinados órganos.

¹³ En el anexo I del Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de septiembre de 2009 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono, se enumeran las sustancias que conducen al agotamiento de la capa de ozono.

Sustancias	Definición y origen	Ejemplos	Peligrosidad asociada
Hidrocarburos totales del petróleo (TPH)	Amplio grupo de varios cientos de compuestos químicos formados principalmente por hidrógeno y carbono, derivados originalmente del petróleo crudo.	Incluye una gran variedad de compuestos de hidrocarburos, entre los que se encuentran los compuestos alifáticos y los aromáticos	Dada la gran variedad de compuestos incluidos las características de peligrosidad que pueden presentar son muy diversas.
Compuestos orgánicos persistentes (COP)	Conjunto de compuestos químicos persistentes, bioacumulables, tóxicos y con gran potencial de transportarse. Algunos de ellos se utilizan en procesos industriales o se producen como resultado de éstos. Otros se originan como subproductos derivados de reacciones químicas o de procesos. También hay compuestos que se han utilizado como plaguicidas, aditivos en diversos artículos, etc.	Dioxinas y furanos, éteres de difenilo polibromados (PBDE), lindano, PCB	Todos ellos tienen propiedades tóxicas demostradas. El lindano puede producir toxicidad aguda, ecotoxicidad y toxicidad en determinados órganos; el c-OctaBDE y el c-PentaBDE pueden ser tóxicos para la reproducción y para determinados órganos, respectivamente y los PCB pueden producir toxicidad en determinados órganos y ser ecotóxicos.

Tabla 3. Sustancias peligrosas relevantes

En los casos en los que se disponga de información previa sobre el residuo (como el proceso en el que se genera, las materias primas utilizadas en dicho proceso, información sobre otros residuos similares, etc.) podrán descartarse algunas de las sustancias reflejadas en la tabla anterior, siempre que la información disponible indique que no es probable que el residuo contenga dichas sustancias.

Por último, si a los residuos se les ha asignado un código LER espejo deberán analizarse, en particular, las sustancias específicas relevantes para determinar la asignación del código de residuo peligroso o del de no peligroso.

Plan de muestreo y toma de muestras

La elaboración de un plan de muestreo adecuado es un paso fundamental en el proceso de caracterización de un residuo. El objetivo principal del plan de muestreo es obtener una muestra o conjunto de muestras representativas del residuo objeto de estudio. Para ello, se debe establecer un número de muestras suficiente que se deberán tomar en los puntos apropiados, mediante métodos que pueden ser probabilísticos o no probabilísticos en función de la naturaleza, el tipo de almacenamiento, la homogeneidad del residuo u otros condicionantes asociados al estudio.

El plan de muestreo debe contener, como mínimo, la siguiente información:

- el objetivo y el enfoque del muestreo, con su respectiva justificación,
- el tipo de residuo, su localización, la fuente, proceso o actividad que lo produce y su variabilidad,
- la población y subpoblación (en caso de que exista) que va a someterse a muestreo,
- la estrategia de muestreo, el tamaño de la muestra y la frecuencia de muestreo,
- las restricciones o limitaciones existentes en el diseño del muestreo que puedan incidir en la fiabilidad de los datos,
- los equipos y medios que se van a utilizar,
- las instrucciones específicas sobre el método de muestreo, cuándo, dónde, por quién y cuántas muestras o alícuotas (si procede) se van a tomar,
- los aspectos relacionados con la seguridad y salud durante la toma de muestras,
- los requisitos de envasado, conservación, almacenaje y transporte de las muestras y el laboratorio analítico al que se prevea enviarlas.

Asimismo, en la elaboración del plan de muestreo se tendrá en cuenta que los residuos pueden ser muy complejos, ya que pueden incluir mezclas multifase de sólidos, lodos, líquidos y gases, que presenten propiedades físicas y químicas diversas. Además, pueden estar almacenados en una gran diversidad de contenedores o recipientes, o presentarse extendidos en el suelo.

Por otra parte, es importante prestar atención a las técnicas correctas de conservación, envasado, almacenamiento y transporte de las muestras para no comprometer su integridad. La selección del procedimiento más adecuado para ello debería hacerse en colaboración con el laboratorio designado para realizar los análisis o ensayos, para asegurar así la compatibilidad entre la metodología escogida y los parámetros a analizar o ensayar.

Para el muestreo de los residuos se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- UNE-EN 14899:2007. Caracterización de residuos. Toma de muestras de residuos. Esquema para la preparación y aplicación de un plan de muestreo.
- Serie UNE-CEN/TR 15310:2008. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Partes 1 a 5.

En el *Anexo II. Muestreo* se exponen los aspectos que deben tenerse en cuenta para el muestreo de los residuos.

Métodos analíticos para la determinación de la composición del residuo

Existen distintas técnicas de análisis químico que pueden emplearse para determinar las sustancias presentes en un residuo.

A nivel nacional o europeo no existe ninguna normativa que obligue a utilizar determinados métodos analíticos para la caracterización de los residuos. Únicamente existe una propuesta del Comité Técnico CEN/TC 292 - Caracterización de residuos¹⁴, actualmente en estudio, que pretende estandarizar a nivel europeo la determinación de los elementos y sustancias presentes en los residuos.

En todo caso, debe tenerse en cuenta que la clasificación de un residuo debe basarse en datos sobre su composición. Los resultados de las pruebas de lixiviación obtenidos en el marco del cumplimiento de los criterios de admisión de residuos en una determinada clase de vertedero no son adecuados para la clasificación de un residuo y sólo resultan útiles para la evaluación de las características de peligrosidad HP 14 y, en su caso, HP 15.

De hecho, el análisis de los criterios de admisión de residuos en vertedero sólo será necesario si:

- el tratamiento previsto para el residuo es la eliminación en vertedero,
- la clase de vertedero definida previamente en función de la clasificación de peligrosidad o no peligrosidad del residuo exige una prueba de criterios numérica.

Los resultados de las pruebas de lixiviación realizadas para determinar si un residuo puede ser admitido en un determinado tipo de vertedero no son adecuados para la clasificación de un residuo como peligroso o no peligroso.

Asimismo, hay que tener en cuenta que, en lo que respecta a las sustancias inorgánicas, los análisis químicos convencionales únicamente permiten identificar el elemento químico presente en el residuo, pero no suelen proporcionar datos sobre los compuestos químicos específicos de los que forma parte. Este hecho deberá ser tenido en cuenta en la evaluación de las características de peligrosidad del residuo (ver apartado 5.1.4.2).

En el *Anexo III. Métodos analíticos* se exponen los métodos o ensayos recomendados para el análisis de las sustancias más relevantes que pueden estar presentes en los residuos. Para garantizar la fiabilidad de los resultados, se recomienda que los ensayos se realicen en laboratorios independientes acreditados conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025¹⁵ o, al menos, en

¹⁴ AFNOR XP X30-489. Caracterización de residuos. Determinación del contenido de elementos y sustancias en los residuos (experimental).

¹⁵ UNE-EN ISO/IEC 17025:2017. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. La acreditación podrá ser por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) o por cualquier otro Organismo Nacional de Acreditación de un Estado Miembro de la UE, siempre que dicho organismo se haya sometido con éxito al sistema de evaluación por pares previsto en el Reglamento (CE) nº 765/2008.

laboratorios independientes que justifiquen que han empleado procedimientos analíticos basados en normas reconocidas internacionalmente¹⁶.

5.1.4 Determinación de las características de peligrosidad de un residuo en función de su composición

La determinación de las características de peligrosidad de un residuo en función de su composición se lleva a cabo determinando si la concentración de las sustancias peligrosas que contiene el residuo iguala o supera los valores de corte y los límites de concentración establecidos en el Reglamento (UE) nº 1357/2014 y el Reglamento (UE) 2017/997.

A la hora de comparar las concentraciones de las sustancias peligrosas que contiene un residuo con los límites de concentración que figuran en los reglamentos citados es preciso tener en cuenta que los límites establecidos en estos reglamentos se refieren al peso fresco de los residuos. Por tanto, para evaluar las características de peligrosidad de un residuo, es preciso que la concentración de sustancia peligrosa en el residuo esté expresada con respecto al peso fresco del residuo.

Dado que muchos laboratorios expresan los resultados analíticos en relación al peso seco de la muestra, los resultados obtenidos deberán corregirse para tener en cuenta el contenido de humedad del residuo con el fin de determinar la concentración de la sustancia en el residuo original. En la nota técnica del anexo III de esta guía se explica cómo hacer la conversión de la concentración en peso seco a la concentración en peso total (peso fresco).

La aplicación de los criterios establecidos en los Reglamentos (UE) nº 1357/2014 y (UE) 2017/997 para la clasificación de los residuos debe llevarse a cabo sobre la concentración de la sustancia peligrosa en el residuo en peso fresco. Por ello, en caso necesario, se procederá a la conversión del valor expresado en peso seco a peso fresco.

Asimismo, es importante señalar que, conforme a lo establecido en la Decisión 2014/955/UE, los límites de concentración definidos en el anexo III de la Directiva 2008/98/CE¹⁷ no se aplican a las aleaciones de metales puros en forma maciza, siempre que no estén contaminadas con sustancias peligrosas. Los residuos de aleaciones considerados como residuos peligrosos vienen enumerados específicamente en la LER y están marcados con un asterisco.

¹⁶ La acreditación bajo la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 no evalúa la representatividad de la muestra objeto de análisis, por lo que deberá comprobarse que el muestreo realizado se ajusta a las recomendaciones expuestas en el Anexo II y que la muestra obtenida es representativa del residuo que se pretende clasificar.

¹⁷ En su versión modificada por el Reglamento (UE) nº 1357/2014 y el Reglamento (UE) 2017/997.

El resto de residuos metálicos se clasificarán conforme a la metodología general expuesta en esta guía (ver Figura 1)¹⁸.

La forma de evaluar las características de peligrosidad de un residuo es diferente para cada una de ellas, ya que no todas las características disponen de valores de corte y/o límites de concentración en el Reglamento (UE) n° 1357/2014 o en el Reglamento (UE) 2017/997. De este modo, para determinar si un residuo presenta una determinada característica de peligrosidad se procederá de la siguiente manera:

- HP 1, HP 2, HP 3, HP 12 y HP 15: si el residuo contiene sustancias clasificadas con determinados códigos de indicación de peligro se le asigna el código HP correspondiente de acuerdo con métodos de ensayo.

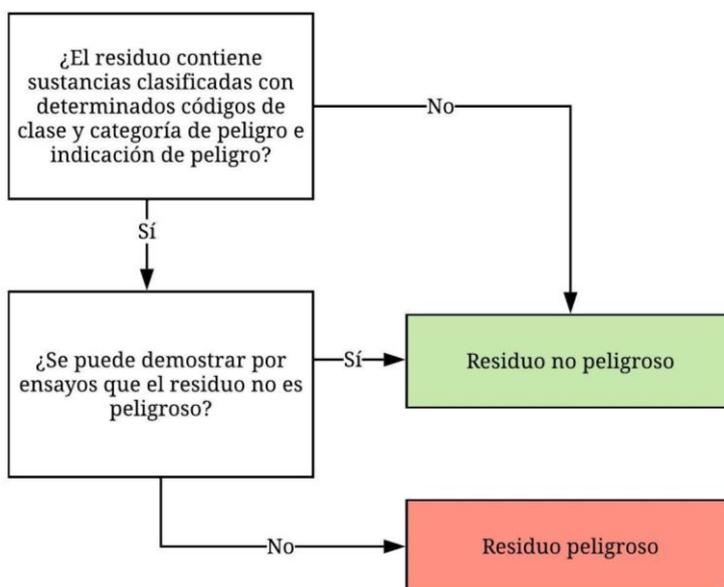


Figura 3. Procedimiento para la determinación de las características de peligrosidad HP 1, HP 2, HP 3, HP 12 y HP 15

- HP 4, HP 6, HP 8 y HP 14: si el residuo contiene sustancias clasificadas con determinados códigos de indicación de peligro en concentraciones iguales o superiores a los valores de corte y la suma de las concentraciones de todas esas sustancias supera o iguala los límites de concentración establecidos, el residuo se clasifica como peligroso por la HP correspondiente.

¹⁸ Tal y como indica la Comunicación de la Comisión, en el caso de metales masivos “*es poco probable que se utilicen códigos peligrosos, salvo que exista un indicio importante de que las fracciones de metal han sido contaminadas con sustancias peligrosas no metálicas durante el proceso de tratamiento de tal forma que el residuo presenta características de peligrosidad*”.

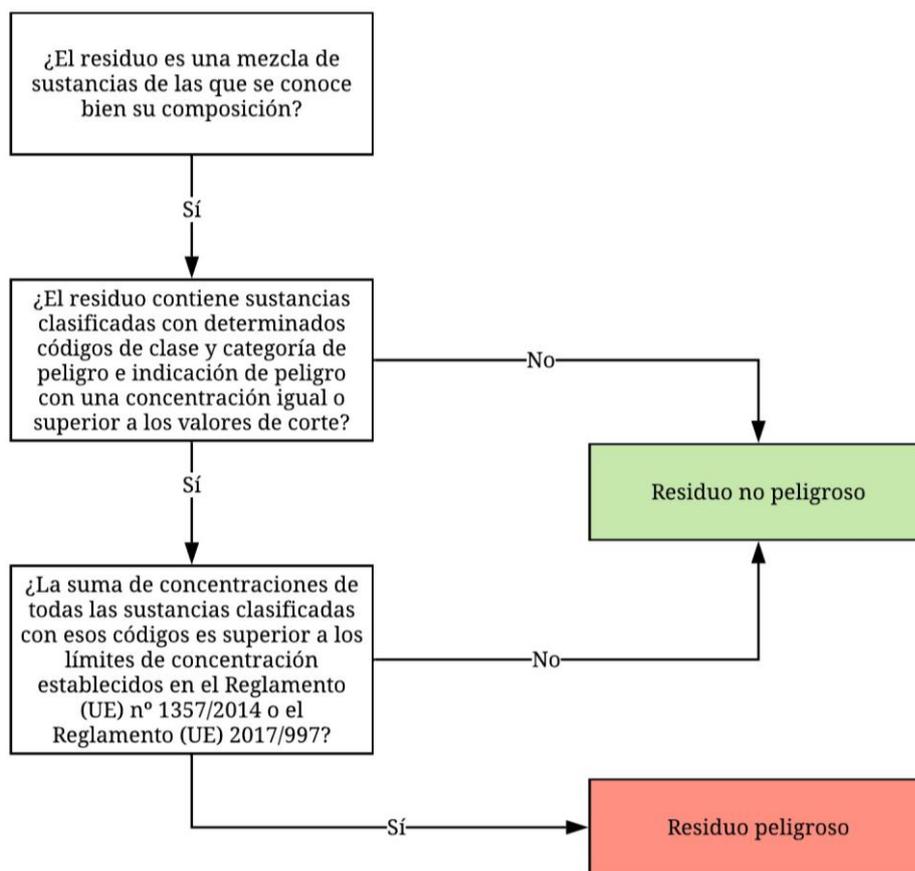


Figura 4. Procedimiento para la determinación de las características de peligrosidad HP 4, HP 6, HP 8 y HP 14

- HP 5, HP 7, HP 10, HP 11 y HP 13: si el residuo contiene sustancias clasificadas con determinados códigos de indicación de peligro en concentraciones iguales o superiores a los límites de concentración establecidos se clasificará como peligroso por la HP correspondiente.

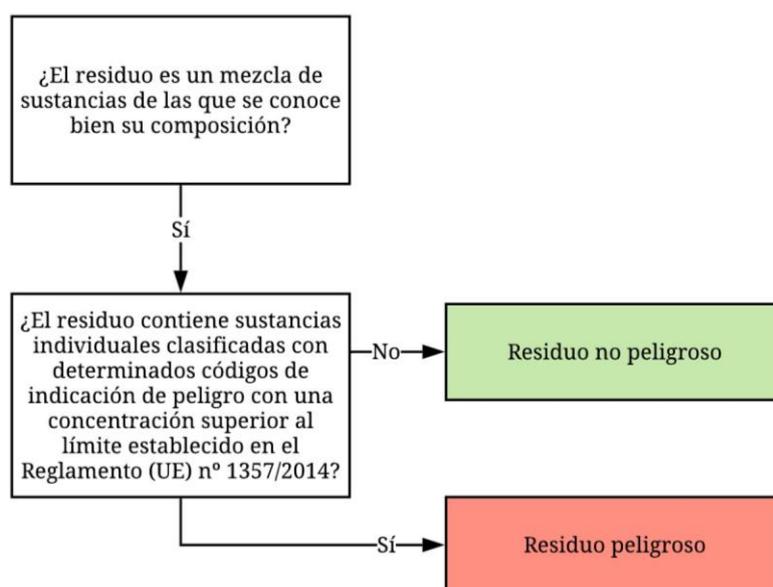


Figura 5. Procedimiento para la determinación de las características de peligrosidad HP 5, HP 7, HP 10, HP 11 y HP 13

- HP 9: se determina mediante las normas que se hayan establecido, en su caso, en la legislación nacional o los documentos de referencia.

Este enfoque es relativamente sencillo cuando se deben evaluar los peligros físicos, porque los criterios son claros y los métodos de ensayo para evaluar estas características de peligrosidad están claramente especificados.

La determinación de las demás características de peligrosidad también es sencilla para residuos con una composición conocida. Sin embargo, la evaluación puede resultar muy difícil cuando las características de peligrosidad deben ser evaluadas en residuos heterogéneos y de composición compleja. En muchos casos, además, los resultados analíticos únicamente proporcionan información sobre la composición elemental del residuo, pero no sobre la forma química en la que se presentan estos elementos en los residuos.

En el *Anexo I. Evaluación de las características de peligrosidad (HP 1 a HP 15)* se proporcionan directrices para la evaluación de cada una de las características de peligrosidad HP 1 a HP 15 basándose en la composición del residuo y mediante ensayos.

En esta fase se debe disponer de información suficiente sobre la composición de los residuos considerados. Es preciso conocer las sustancias peligrosas que contienen estos residuos y la forma en que se clasifican. Esta información permitirá clasificar el residuo como peligroso o no peligroso aplicando los criterios de los Reglamentos (UE) n° 1357/2014 y (UE) 2017/997.

5.1.4.1 Clasificación de las sustancias presentes en un residuo

Conforme al considerando (14) de la Directiva 2008/98/CE la clasificación de los residuos como residuos peligrosos debe basarse, entre otros fundamentos, en la normativa comunitaria sobre productos químicos, en particular la relativa a la clasificación de los preparados como peligrosos, incluidos los valores límites de concentración utilizados a tal efecto.

Clasificación armonizada de sustancias

Para clasificar las sustancias presentes en un residuo el primer paso es identificar si la sustancia figura en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento (CE) nº 1272/2008 (Reglamento CLP). En esta tabla se encuentra una lista armonizada de clasificación y etiquetado de sustancias peligrosas.

Conforme al artículo 4.3 del Reglamento CLP, las clases y categorías de peligro que figuran en la tabla 3 del anexo VI tienen precedencia legal sobre todas las demás fuentes de información. Por tanto, dado que esta tabla se actualiza regularmente para adaptarla al progreso técnico, a la hora de clasificar una sustancia se deberá consultar la versión más actualizada de la tabla 3 del anexo VI del citado Reglamento¹⁹.

Desde la aprobación del Reglamento CLP en 2008, la tabla 3 del anexo VI se ha ido actualizado cada año mediante Adaptaciones al Progreso Técnico (ATP). Si bien ocasionalmente se publican versiones consolidadas del Reglamento CLP, a la hora de clasificar una sustancia deberá comprobarse que se está utilizando la versión más actualizada de la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP.

La citada tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP recoge las clases y categorías de peligro y los códigos de indicación de peligro de las sustancias peligrosas para las que existe una clasificación armonizada. Esta tabla contiene dos tipos de clasificaciones armonizadas, uno para sustancias específicas y otro para entradas de grupo. Las entradas de grupo hacen referencia a grupos de sustancias. En este tipo de entradas, los requisitos de clasificación y etiquetado se aplican a todas las sustancias cubiertas por la descripción.

En las figuras 6 y 7 se muestran ejemplos de los dos tipos de entradas.

¹⁹ La versión más actualizada de la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP puede consultarse en el siguiente enlace: <https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/annex-vi-to-clp>

Nº índice	Denominación Química Internacional	Nº CE	Nº CAS	Clasificación		Etiquetado			Límites de concentración específicos y factores M	Notas
				Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicaciones de peligro	Códigos de pictogramas y palabras de advertencia	Códigos de indicaciones de peligro	Códigos de indicaciones de peligro suplementaria		
048-010-00-4	cadmium sulphide	215-147-8	1306-23-6	Carc. 1B Muta. 2 Repr. 2 STOT RE 1 Acute Tox. 4 (*) Aquatic Chronic 4	H350 H341 H361Fd H372 (**) H302 H413	GHS08 GHS07 Dgr	H350 H341 H361fd H372 (**) H302 H413		(*) STOT RE 1; H372: C ≥ 10 % STOT RE 2; H373: 0,1 % ≤ C < 10 %	1

Figura 6. Ejemplo de sustancia específica en el Reglamento CLP

Nº índice	Denominación Química Internacional	Nº CE	Nº CAS	Clasificación		Etiquetado			Límites de concentración específicos y factores M	Notas
				Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicaciones de peligro	Códigos de pictogramas y palabras de advertencia	Códigos de indicaciones de peligro	Códigos de indicaciones de peligro suplementaria		
048-001-00-5	cadmium compounds, with the exception of cadmium sulphoselenide (xCdS.yCdSe), reaction mass of cadmium sulphide with zinc sulphide (xCdS.yZnS), reaction mass of cadmium sulphide with mercury sulphide (xCdS.yHgS), and those specified elsewhere in this Annex	—	—	Acute Tox. 4 (*) Acute Tox. 4 (*) Acute Tox. 4 (*) Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	H332 H312 H302 H400 H410	GHS07 GHS09 Wng	H332 H312 H302 H410		(*)	A 1

Figura 7. Ejemplo de entrada de grupo en el Reglamento CLP

Cuando exista una clasificación armonizada para una determinada sustancia, esta clasificación debe prevalecer sobre las clasificaciones armonizadas por grupos.

En algunos casos, hay requisitos de clasificación y etiquetado para sustancias específicas que, además, están cubiertas por una entrada de grupo. En tales casos, la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP incluye una o varias entradas para las sustancias específicas y la entrada de grupo lleva la anotación "excepto para aquéllos (compuestos) especificados en otro lugar de este anexo". Por ejemplo, para el plomo existen varias entradas individuales para compuestos específicos y una entrada de grupo para los "compuestos de plomo" que no dispongan de una entrada específica.

En otros casos, una sustancia individual puede estar cubierta por más de una entrada de grupo (por ejemplo, cuando hay entradas de grupo tanto para el anión como para el catión de la sustancia). Esto ocurre, por ejemplo, con el seleniuro de plomo, que no dispone de una entrada específica en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP pero estaría cubierto por dos entradas de grupo (la de los "compuestos de selenio" y la de los "compuestos de plomo"). En tales casos, la clasificación de la sustancia incluirá todas las clases, categorías e indicaciones de peligro de estas entradas de grupo. Si se dan diferentes clasificaciones para el mismo peligro, se usará la clasificación de peligro más grave.

Por último, en el caso de que los metales se encuentren en una granulometría < 1 mm deberá utilizarse la clasificación que figure para "polvos", siempre y cuando el residuo no se clasifique directamente como peligroso atendiendo a su código LER.

Cuando se utilice la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP para la clasificación de un residuo es preciso tener en cuenta que:

- En las **columnas de "clasificación"** de la tabla correspondientes a los códigos de clase y categoría de peligro y a los códigos de indicación de peligro aparecen una serie de "referencias" que, a efectos de la clasificación de los residuos, se aplican de la siguiente manera:

Referencia	Significado	Utilizado para la clasificación
*	Clasificación mínima para esa clase/categoría de peligro. La clasificación real puede ser de más peligro. (Aplicable en las clases de peligro toxicidad aguda, STOT - exposición repetida).	Sí
**	No se especifica la vía de exposición porque no se dispone de la información necesaria.	No
***	Asignada a las clasificaciones de peligro de toxicidad reproductiva en las que la indicación general de peligro se ha sustituido por otra en la que aparece sólo la propiedad preocupante (efectos sobre la fertilidad o sobre el desarrollo), en caso de que se haya demostrado que uno de los dos efectos no es pertinente.	No
****	Indica que no se pudo establecer la clasificación correcta para los peligros físicos. La entrada podría asignarse a una categoría diferente (también superior) o incluso a otra clase de peligro que la indicada. La clasificación correcta deberá confirmarse con ensayos.	Sí
D, f, F, ff, Df, Fd, fd	Asignadas a las clasificaciones de peligro de toxicidad reproductiva para indicar efectos en el desarrollo y la fertilidad.	No

- En la **columna "límites de concentración específicos y factores M"**, para algunas sustancias se incluyen límites de concentración específicos y factores multiplicadores para determinadas clases y categorías de peligro que se deben tener en cuenta para la clasificación.

En relación con los factores M, es preciso tener en cuenta que el actual método para determinar la ecotoxicidad de un residuo (HP 14), establecido en el Reglamento (UE) 2017/997, no aplica factores multiplicadores M.

- Las notas alfabéticas (A, B, C, etc.) en la **columna "Notas"** se aplican a la clasificación y etiquetado de las sustancias y sólo se utilizan para la clasificación y evaluación de los residuos cuando alteran la clasificación armonizada de la sustancia a la que se refieren. Las siguientes notas pueden usarse cuando sea apropiado: B, D, F, J, L, M, P, Q, R y U. Las notas numéricas (1, 2, etc.) se aplican a la clasificación y etiquetado de las mezclas y explican cómo se aplican los límites de concentración establecidos para esa entrada. Las notas 1, 2, 3 y 5 pueden utilizarse cuando proceda.

Autoclasificaciones

Además de la clasificación armonizada que figura en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP existen las autoclasificaciones, que son las clasificaciones que están obligados a realizar los fabricantes, importadores y usuarios intermedios de las sustancias sobre los peligros específicos de dichas sustancias conforme a lo exigido en el Reglamento CLP y en el marco del registro de las sustancias conforme al Reglamento REACH. Estas autoclasificaciones proporcionan mayor información sobre la peligrosidad de las sustancias, ya que permiten detectar qué clases y categorías de peligro han identificado otros notificadores más allá de las que aparecen en la clasificación armonizada.

Puede haber numerosas clasificaciones de una misma sustancia, debido a:

- la diferente composición, forma o estado físico de la sustancia comercializada;
- que un fabricante o productor detecte que la información es insuficiente para evaluar esa clase o categoría de peligro;
- que el fabricante, importador o usuario intermedio haya generado o tenga acceso a datos diferentes o adicionales.

Teniendo en cuenta que la clasificación armonizada de una sustancia puede ser incompleta, ya que sólo cubre las clases y categorías de peligro enumeradas, deberán utilizarse estas autoclasificaciones, en particular los expedientes de registro, para completar la información obtenida a partir de la clasificación armonizada de la sustancia. Se recomienda comprobar especialmente aquellas autoclasificaciones que muestran el mayor número de notificantes.

Si la sustancia dispone de una clasificación armonizada en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP, sólo se identificarán y considerarán las clases y categorías de peligro que:

- no figuren en la clasificación armonizada,
- estén marcadas con un * en la columna de identificación de la tabla, lo que indica que es necesario determinar si se necesita una clasificación más severa para esa categoría,
- estén marcadas con **** en la columna de identificación de la tabla, lo que indica que se necesitan ensayos para clasificar correctamente la sustancia.

Si no se dispone de una clasificación armonizada para la sustancia en cuestión y sólo se dispone de autoclasificaciones, el productor del residuo deberá asignarle una clasificación a partir de las autoclasificaciones publicadas en el Catálogo de clasificación y etiquetado que mantiene la Agencia Europea de Sustancias Químicas (ECHA), para lo que tendrá especialmente en cuenta la

notificación de la clasificación que haya sido transmitida a través de las fichas de datos de seguridad de la sustancia o mezcla pertinente²⁰.

Catálogo de clasificación y etiquetado de la Agencia Europea de Sustancias Químicas (ECHA)

El catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA²¹ contiene la lista de clasificaciones armonizadas de la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP, así como las autclasificaciones provistas en el marco del registro de las sustancias conforme a REACH y las notificaciones de las sustancias no registradas (por ejemplo, los importadores de volumen reducido que no están obligados a registrarse).

Los fabricantes e importadores proporcionan esta información en sus expedientes de registro o en notificaciones conforme a lo establecido en los Reglamentos REACH y CLP. Esta base de datos se actualiza regularmente con notificaciones nuevas y actualizadas. La ECHA mantiene el catálogo, pero no revisa ni verifica la exactitud de la información.

El Catálogo de clasificación y etiquetado puede utilizarse para buscar la clasificación de sustancias o grupos de sustancias relevantes para la clasificación de un residuo (y, si procede, para verificar dicha información). Cuando en el Catálogo de clasificación y etiquetado no se consigne ninguna clasificación armonizada ni más de una autclasificación para una sustancia, la base de datos de la ECHA sobre sustancias registradas²² puede contribuir a apoyar la información obtenida del Catálogo de clasificación y etiquetado.

En el caso de que no exista una clasificación armonizada y deba utilizarse la información que figura en el Catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA para la clasificación de una sustancia se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Se utilizarán principalmente las clasificaciones que figuren en los expedientes de registro. En ausencia de éstos se utilizarán las clasificaciones que figuren en las notificaciones, descartando aquellas que resulten inverosímiles. Del resto de notificaciones se priorizarán aquellas que muestren un mayor número de notificantes descartando, en su caso, las clasificaciones minoritarias. De este modo, la clasificación de la sustancia resultaría de combinar todos los códigos de indicación de peligro de las notificaciones seleccionadas.
- En caso de que la clasificación que figure en los expedientes de registro o en las notificaciones sea contradictoria, se adoptará la clasificación más restrictiva, a no ser que el

²⁰ El artículo 31 del Reglamento REACH establece los requisitos para las fichas de datos de seguridad. La información de la ficha de datos de seguridad deberá ser coherente con la información proporcionada en los expedientes de registro. Estas fichas deberán elaborarse conforme a los criterios que figuran en el anexo II de este Reglamento.

²¹ <https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

²² <https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/registered-substances>

productor del residuo pueda demostrar que esta clasificación no resulta de aplicación en su caso.

Otras fuentes de información

Cuando no sea posible obtener información a través del Catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA se podrá acudir a otras fuentes de información como:

- la información generada bajo programas químicos reconocidos internacionalmente (IARC, IPCS, etc.).
- experiencia sobre los efectos de la sustancia en los seres humanos, como los datos ocupacionales y los datos de las bases de datos sobre accidentes.

En el *Anexo IV. Fuentes de información para la clasificación de las sustancias* se muestra cómo utilizar el catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA, así como otras fuentes de información alternativas que pueden ayudar en la clasificación de una sustancia.

Para clasificar las sustancias presentes en un residuo se procederá de la siguiente manera:

- En primer lugar se consultará la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP para ver si existe una clasificación armonizada para esa sustancia, ya sea en una entrada individual o en una entrada de grupo. Esta clasificación armonizada se completará con la información procedente de los expedientes de registro que figuren en el Catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA.
- Si la sustancia no dispone de una clasificación armonizada en el Reglamento CLP se comprobará si está incluida en el Catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA. En este caso, la sustancia se clasificará a partir de la información proporcionada por los fabricantes e importadores en los expedientes de registro o, de no existir éstos, en las notificaciones que figuren en este catálogo.
- En caso de que la sustancia no se encuentre en el Catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA se podrá recurrir a otras fuentes de información disponibles, indicando la fuente consultada. Si en estas fuentes de información existiera más de un expediente para una misma sustancia se adoptará la clasificación más desfavorable atendiendo al principio de precaución.

Si a través de cualquiera de las fuentes anteriores se obtuviera información sobre los peligros de la sustancia, se procederá a identificar los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro que le corresponderían en el Reglamento (UE) nº 1357/2014 o en el Reglamento (UE) 2017/997 para poder aplicar los criterios de estos Reglamentos y determinar si el residuo del que forma parte la sustancia presenta alguna característica de peligrosidad.

El siguiente diagrama de flujo ofrece una visión general sobre cómo llevar a cabo la clasificación de un residuo previo conocimiento de las sustancias que contiene.

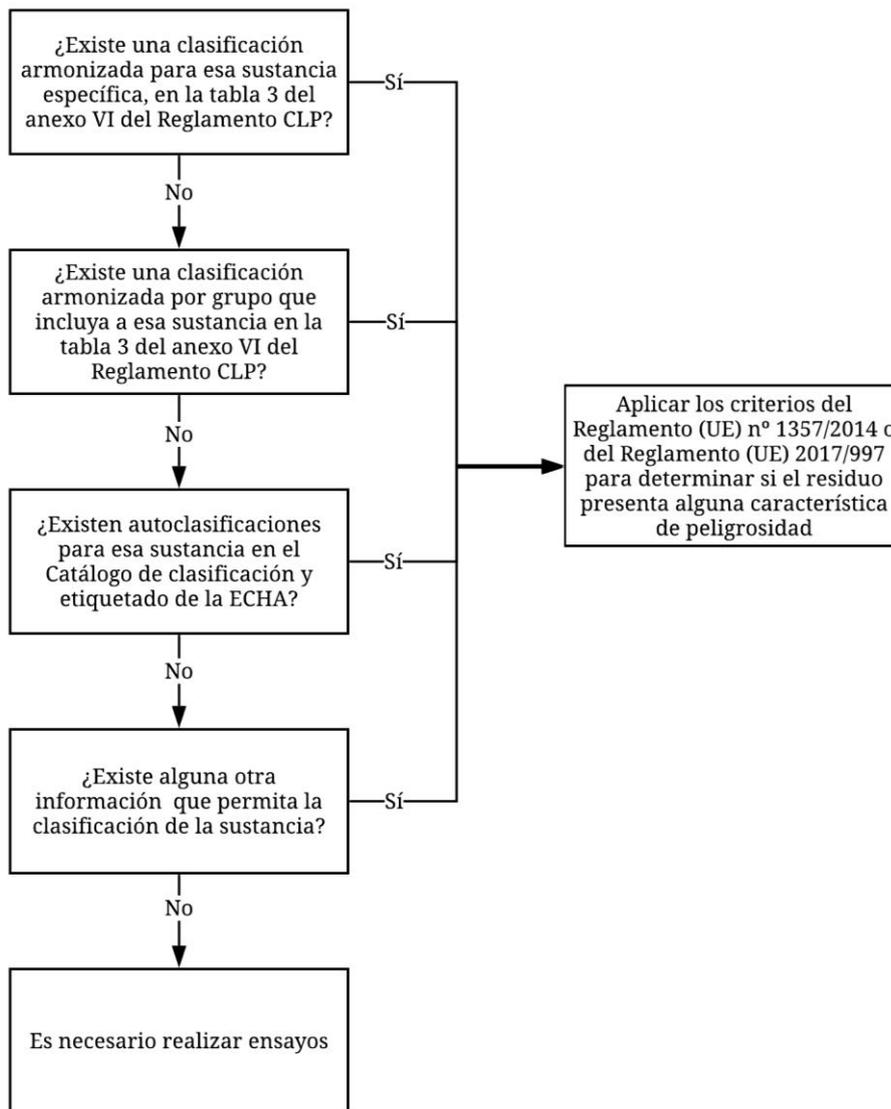


Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de clasificación de un residuo a partir de la clasificación de las sustancias que contiene

EJEMPLO DE DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD DE UN RESIDUO CUANDO SE CONOCE SU COMPOSICIÓN

Se desea conocer qué características de peligrosidad presenta un residuo cuya composición es: etanol (50 %), acetonitrilo (25 %) y agua (25 %).

1^{er} Paso: Buscar en el Reglamento CLP los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro de las sustancias componentes y completar, en su caso, esta clasificación armonizada con la información que figura en el Catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA:

Nº índice	Denominación	Nº CE	Nº CAS	Código de clase y categoría de peligro	Código de indicación de peligro
603-002-00-5	Ethanol, ethyl alcohol	200-578-6	64-17-5	Flam Liq 2	H225
608-001-00-3	Acetonitrile; ; cyanomethane	200-835-2	75-05-8	Flam Liq 2	H225
				Acute tox 4	H332
				Acute tox 4	H312
				Acute tox 4	H302
				Eye Irrit 2	H319

2º Paso: Buscar los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro anteriores en el Reglamento (UE) nº 1357/2014 y comparar las concentraciones de las sustancias componentes con los límites de concentración que, en su caso, figuren en el Reglamento para esos códigos de indicación de peligro.

Sustancia componente	Código de clase y categoría de peligro	Código de indicación de peligro	Característica HP		
Ethanol ethyl alcohol (50 %)	Flam Liq 2	H225	HP 3		
Acetonitrile (25 %)	Flam Liq 2	H225	HP 3		
	Acute tox 4 (Inhal.)	H332	HP 6 *	≥ 22,5 %	1 %
	Acute tox 4 (Dermal)	H312	HP 6 *	≥ 55 %	1 %
	Acute tox 4 (Oral)	H302	HP 6 *	≥ 25 %	1 %
	Eye Irrit 2	H315 + H319 **	HP 4 *	≥ 20 %	1 %

* El primer valor corresponde al límite de concentración; el segundo al valor de corte.

** Este límite sólo es aplicable cuando la sustancia se clasifica con los dos códigos de indicación de peligro

Por tanto,

El residuo deberá ser evaluado de acuerdo con métodos de ensayo para determinar si presenta o no la característica de peligrosidad HP 3.

El residuo se clasificaría como peligroso por HP 6 porque la concentración de acetonitrilo supera el límite de concentración establecido para H332 (22,5 %) e iguala el límite de concentración establecido para H302 (25 %).

5.1.4.2 Entradas genéricas y enfoque del "peor caso posible"

Las reglas de clasificación de un residuo se basan en el conocimiento de las sustancias presentes en el mismo para poder determinar los peligros asociados a estas sustancias. No obstante, en lo que respecta a las sustancias inorgánicas, los métodos de análisis químico convencionales únicamente permiten la identificación y cuantificación de los elementos químicos presentes en un residuo, pero no suelen proporcionar información sobre si ese elemento se encuentra en forma elemental o formando parte de un compuesto, y en este caso, sobre el compuesto específico en el que se presenta dicho elemento.

Sin embargo, cuando se lleva a cabo la evaluación de la peligrosidad de un residuo es crucial poder diferenciar la forma química en la que se presenta el elemento en el residuo, ya que ésta determina su toxicidad. Esto es especialmente importante para el caso de residuos que contienen metales.

Por ejemplo, el dióxido de níquel puede hacer que un residuo se clasifique como peligroso por HP 5, HP 7, HP 13 y HP 14; mientras que el sulfato de níquel, además de por las anteriores características de peligrosidad, puede hacer que el residuo se clasifique como peligroso por HP 4, HP 6, HP 10 y HP 11.

En caso de que se deba determinar la peligrosidad de un residuo que contenga metales y el productor del residuo no pueda justificar cuáles son los compuestos metálicos específicos presentes en el residuo (basándose, por ejemplo, en información sobre las materias primas utilizadas, el proceso productivo o, incluso, mediante técnicas de laboratorio), la clasificación del residuo podrá basarse en entradas genéricas o en el enfoque del "peor caso posible".

Entradas genéricas

Para aquellos elementos que tienen una "entrada genérica" en la lista de clasificaciones armonizadas que figura en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP no hace falta ninguna especificación adicional sobre los elementos identificados mediante análisis químico. Sin embargo, pueden tenerse en cuenta las notas 1, 2, 3 y 5, relacionadas con la clasificación y el etiquetado de mezclas, que se recogen en el punto 1.1.3.2, del anexo VI del Reglamento CLP para determinar las características de peligrosidad de los residuos basándose en estas entradas genéricas.

En este sentido, la nota 1 indica que: "*La concentración establecida o, en ausencia de esa concentración, las concentraciones genéricas indicadas en el presente Reglamento son el porcentaje en peso del elemento metálico, calculado con respecto al peso total de la mezcla*". Por tanto, para utilizar este enfoque sin tener que realizar consideraciones adicionales sobre la sustancia presente en el residuo, únicamente podrán usarse las entradas genéricas a las que les resulte de aplicación esta nota 1. En caso contrario, deberá atribuirse una sustancia al elemento y comparar la concentración de esa sustancia (calculada a partir de la concentración del elemento) con el límite de concentración correspondiente establecido en los Reglamentos (UE) n° 1357/2014 o (UE) 2017/997, o bien adoptar el enfoque del "peor caso posible".

Por último, es preciso tener en cuenta que este enfoque sólo podrá adoptarse cuando se justifique que los elementos presentes en el residuo no se encuentran formando parte de ninguna de las sustancias que disponen de una clasificación armonizada en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP.

En la tabla 4 se muestran las entradas genéricas que figuran en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP. Al no disponer de número CAS se indica el número de índice de cada elemento. La información que se recoge en la tabla es exclusivamente para estos elementos.

Elemento- Número índice	Identificación química internacional	Clasificación de la sustancia	Clasificación del residuo		
			Caract. de peligrosidad	Valor de corte (%)	Límites de concentración (%)
As* 033-002-00-5	Compuestos de arsénico, con la excepción de aquellos especificados en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H331	HP 6	0,1	≥ 3,5 (suma)
		H301			≥ 5 (suma)
		H400			≥ 25
		H410	HP 14	0,1	Ver anexo I. apdo. 15
Ba* 056-002-00-7	Sales de bario, con excepción del sulfato de bario, sales del ácido 1-azo-2-hidroxinaftalenil-aryl-sulfónico, y de sales especificadas en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H332	HP 6	1	≥ 22,5 (suma)
		H302			≥ 25 (suma)
Be 004-002-00-2	Compuestos de berilio, con excepción de aluminio berilio silicatos, y con los especificados en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H350i	HP 7	-	≥ 0,1
		H330	HP 6	0,1	≥ 0,1 (suma)
		H301			≥ 5 (suma)
		H335	HP 5	-	≥ 1
		H372			≥ 20
		H315	HP 4	1	H315 + H319 ≥ 20
		H319			
		H317	HP 13	-	≥ 10
H411	HP 14	1	Ver anexo I, apdo. 15		
Cd* 048-001-00-5	Compuestos de cadmio, con excepción del sulfoselenuro de cadmio, la masa de reacción del sulfuro de cadmio con sulfuro de cinc, la masa de reacción de sulfuro de cadmio con sulfuro de mercurio y los especificados en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H332	HP 6	1	≥ 22,5 (suma)
		H312			≥ 55 (suma)
		H302			≥ 25 (suma)
		H400	HP 14	0,1	≥ 25
		H410			Ver anexo I, apdo. 15
Cr (VI) 024-017-00-8	Compuestos de cromo (VI), con excepción del cromato de bario y de los compuestos especificados en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H350i	HP 7	-	≥ 0,1
		H317	HP 13	-	≥ 10
		H400	HP 14	0,1	≥ 25
		H410			Ver anexo I, apdo. 15

Elemento- Número índice	Identificación química internacional	Clasificación de la sustancia	Clasificación del residuo		
			Caract. de peligrosidad	Valor de corte (%)	Límites de concentración (%)
Hg* 080-002-00-6	Compuestos inorgánicos de mercurio, con excepción del sulfuro de mercurio y los especificados en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H310	HP 6	0,1	≥ 2,5 (suma)
		H330			≥ 0,1 (suma)
		H300			≥ 0,1 (suma)
		H373	HP 5	-	≥ 10
		H400	HP 14	0,1	≥ 25
		H410			Ver anexo I, apdo. 15
Pb* 082-001-00-6	Compuestos de plomo, con excepción de los especificados en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H360Df	HP 10	-	≥ 0,3
		H332	HP 6	1	≥ 22,5 (suma)
		H302			≥ 25 (suma)
		H373	HP 5	-	≥ 10
		H400	HP 14	0,1	≥ 25
H410	Ver anexo I, apdo. 15				
Sb* 051-003-00-9	Compuestos de antimonio, con excepción del tetróxido (Sb ₂ O ₄), pentóxido (Sb ₂ O ₅), trisulfuro (Sb ₂ S ₃), pentasulfuro (Sb ₂ S ₅) y los especificados en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H332	HP 6	1	≥ 22,5 (suma)
		H302			≥ 25 (suma)
		H411	HP 14	1	Ver anexo I, apdo. 15
Se 034-002-00-8	Compuestos de selenio a excepción del sulfoselenuro de cadmio y los especificados en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H331	HP 6	0,1	≥ 3,5 (suma)
		H301			≥ 5 (suma)
		H373	HP 5	-	≥ 10
		H400	HP 14	0,1	≥ 25
		H410			Ver anexo I, apdo. 15
Tl 081-002-00-9	Compuestos de talio, con excepción de los especificados en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H330	HP 6	0,1	≥ 0,1 (suma)
		H300			≥ 0,1 (suma)
		H373	HP 5	-	≥ 10
		H411	HP 14	1	Ver anexo I, apdo. 15
U 092-002-00-3	Compuestos de uranio, con excepción de los especificados en otra parte del Anexo VI del Reglamento CLP	H330	HP 6	0,1	≥ 0,1 (suma)
		H300			≥ 0,1 (suma)
		H373	HP 5	-	≥ 10
		H411	HP 14	1	Ver anexo I, apdo. 15

* Aplica la Nota 1 del Reglamento CLP.

Tabla 4. Entradas genéricas del Reglamento CLP

Enfoque del “peor caso posible”

Cuando no se conozca la forma química en la que se encuentra un determinado elemento, que se ha identificado mediante análisis, en un residuo también se podrá adoptar el enfoque del “peor caso posible”.

En este enfoque, relevante para las características de peligrosidad HP 4 a HP 8, HP 10, HP 11, HP 13 y HP 14, se asume que el elemento forma parte de la sustancia que, de entre todas las posibles, le confiere al residuo la característica de peligrosidad a la concentración más baja. Este enfoque puede sobreestimar la peligrosidad del residuo pero, en caso de que se desconozca cuál es la sustancia en la que se encuentra dicho elemento en el residuo y la clasificación no pueda basarse en entradas genéricas, es necesario aplicarlo por el principio de precaución.

Para aplicar este enfoque se determina, para cada característica de peligrosidad, las sustancias relevantes en las que puede encontrarse un determinado elemento y se selecciona la más peligrosa posible; es decir, la que presenta el límite de concentración más bajo en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP.

Una variante del enfoque anterior es el llamado “peor caso posible realista”. Este enfoque consiste en descartar de las sustancias que constituyen el “peor caso posible” aquellas que es poco probable que aparezcan en los residuos.

Cuando se asigne la sustancia del “peor caso posible” algunas sustancias podrán no ser tenidas en cuenta si se dispone de información sobre el residuo (pH, potencial redox, sustancias muy raras o altamente reactivas, procesos de producción, conocimiento de residuos similares, etc.).

En el *Anexo V. Lista de sustancias “más peligrosas posibles” para cada característica de peligrosidad* se explica más detalladamente el enfoque del “peor caso posible” y se indica, para cada característica de peligrosidad en la que se aplica este enfoque las sustancias que constituyen el “peor caso posible realista” para distintos metales.

A continuación, se muestra mediante un ejemplo la metodología que hay que seguir para aplicar el enfoque del “peor caso posible”.

El análisis químico de un residuo da como resultado la presencia de un 0,2 % de arsénico y se quiere determinar si el residuo es tóxico agudo (HP 6).

Utilizando el enfoque del “peor caso posible” se asume que el arsénico proviene del trióxido de arsénico (As_2O_3), que es, de todas las sustancias que constituyen el “peor caso posible realista” para ese elemento para la característica de peligrosidad HP 6 (ver anexo V), la que es más probable que se encuentre en el residuo.

Para determinar la concentración de trióxido de arsénico en el residuo a partir de la concentración de arsénico obtenida en el análisis químico se parte de la masa molecular de la sustancia que figura en las tablas del Anexo V y de la masa atómica del elemento:

Concentración de As obtenida en el análisis químico: 0,2 %
 Masa molecular del As_2O_3 : 98,92gr/mol
 Masa atómica del As: 74,92 gr/mol

Por lo que la concentración de trióxido de arsénico en el residuo sería de $(0,2 \times 98,92) / 74,92 = 0,26 \%$

De acuerdo con la clasificación armonizada que figura en el anexo VI del Reglamento CLP el trióxido de arsénico presenta los siguientes códigos de indicación de peligro:

- H350 Carc. 1A
- H300 Acute Tox. 2 (Oral)
- H314 Skin Corr. 1B
- H400 Aquatic Acute 1
- H410 Aquatic Chronic 1

El valor de corte y el límite de concentración que figuran en el Reglamento (UE) n° 1357/2014 para el único código de indicación de peligro relevante para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 6 es:

Código de clase y categoría de peligro	Código de indicación de peligro	Valor de corte (%)	Límite de concentración (%)
Acute Tox 2 (Oral)	H300	0,1	0,25

Como la concentración de trióxido de arsénico es superior al 0,1 % esta sustancia deberá tenerse en cuenta para la evaluación de la peligrosidad por HP 6.

Si el residuo contuviera algún otro elemento que pudiera formar parte de alguna sustancia clasificada con el código de indicación de peligro H300 o con los códigos de indicación de peligro H310 o H330, relativos a toxicidad aguda de categoría 2 (ya que el Reglamento (UE) n° 1357/2014 exige la suma de concentraciones para las sustancias incluidas dentro de la misma categoría de peligro), habría que sumar la concentración de dichas sustancias a la del trióxido de arsénico.

En este caso, se asume que el residuo no contiene ninguna otra sustancia clasificada con códigos de indicación de peligro relevantes para la evaluación de la HP 6. No obstante, como la concentración de trióxido de arsénico es superior al límite de concentración correspondiente indicado en el Reglamento (UE) n° 1357/2014, el residuo sería peligroso por HP 6.

5.1.5 Determinación de las características de peligrosidad de un residuo a través de ensayos

Cuando no sea posible determinar la composición del residuo, o cuando los resultados obtenidos basándose en la composición del residuo no sean concluyentes, se deberán determinar las características de peligrosidad por medio de ensayos.

Conforme a lo establecido en el Reglamento (UE) nº 1357/2014, se aplicarán los métodos de ensayo que se describen en:

- el Reglamento (CE) nº 440/2008 y sus modificaciones posteriores,
- notas pertinentes del CEN,
- otras directrices, como las establecidas en la Guía para la aplicación de los criterios del CLP²³ de la Agencia Europea de Sustancias Químicas (ECHA),
- métodos de ensayo reconocidos internacionalmente.

En todo caso, es preciso tener en cuenta que, a la hora de evaluar la peligrosidad de un residuo mediante ensayos, deberán evitarse los ensayos sobre animales²⁴. En la página web del Laboratorio de Referencia de la Unión Europea para las alternativas a los ensayos con animales (EURL-ECVAM)²⁵ pueden consultarse métodos de ensayo alternativos validados.

En el *Anexo I. Evaluación de las características de peligrosidad (HP 1 a HP 15)* se indican los métodos de ensayo más apropiados para la evaluación de las distintas características de peligrosidad. A modo de resumen, en la tabla 5 se recogen los métodos de ensayo que se recomienda aplicar en cada caso.

No obstante, es preciso tener en cuenta que la clasificación de un residuo cuando se desconoce su composición no puede resolverse completamente por medio de ensayos ya que, en ocasiones, los métodos disponibles no son aconsejables, por tratarse de ensayos con animales, o no existe una oferta adecuada en nuestro país. Este es el caso, por ejemplo, de las características de peligrosidad HP 5, HP 7, HP 10 y HP 13. Por tanto, para estas características de peligrosidad la clasificación del residuo deberá basarse en el análisis de su composición y la aplicación de los criterios del Reglamento (UE) nº 1357/2014. Cuando ello no sea posible, o los resultados obtenidos no sean concluyentes, y la realización de ensayos sea inviable el residuo deberá clasificarse como residuo peligroso.

²³ Guidance on the Application of the CLP Criteria. Version 5.0. July 2017. European Chemical Agency.

https://echa.europa.eu/documents/10162/23036412/clp_en.pdf/

²⁴ Conforme al artículo 7 del Reglamento CLP: “Cuando se lleven a cabo nuevos ensayos a efectos del presente Reglamento, solo se recurrirá a la experimentación animal en el sentido de la Directiva 86/609/CEE cuando otras alternativas, que ofrezcan fiabilidad y calidad de los datos suficientes, no sean posibles.”

²⁵ <https://ec.europa.eu/jrc/en/eurl/ecvam>

En la página web de la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) es posible consultar el listado actualizado de los laboratorios de ensayo acreditados para residuos conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

De acuerdo con la Decisión de la Comisión 2014/955/UE, si una característica de peligrosidad de un residuo se evalúa por medio de un ensayo y también aplicando las concentraciones de las sustancias peligrosas como se indica en el anexo III de la Directiva 2008/98/CE prevalecerán los resultados del ensayo.

Características de peligrosidad	Ensayos
HP 1 Explosivo	Método A.14 Propiedades explosivas del Reglamento (CE) nº 440/2008.
HP 2 Comburente	Métodos A.17 Propiedades comburentes (sólidos) y A.21 Propiedades comburentes (líquidos) del Reglamento (CE) nº 440/2008. Norma ASTM D4981-19 Standard Practice for Screening of Oxidizers in Waste.
HP 3 Inflamable	<p><u>Residuos líquidos:</u> Método A.9 Punto de inflamación del Reglamento (CE) nº 440/2008 Varias normas UNE para residuos que contengan productos petrolíferos y otros líquidos.</p> <p><u>Residuos sólidos:</u> Método A.10 Inflamabilidad (sólidos) del Reglamento (CE) nº 440/2008. Norma ASTM D4982-12 Standard Test Methods for Flammability Potential Screening Analysis of Waste.</p> <p><u>Residuos sólidos y líquidos que, en contacto con el agua, pueden desprender gases inflamables:</u> Método A.12 Inflamabilidad (en contacto con el agua) del Reglamento (CE) nº 440/2008.</p> <p><u>Gases:</u> Método A.11 Inflamabilidad (gases) del Reglamento (CE) nº 440/2008.</p> <p><u>Residuos sólidos y líquidos pirofóricos:</u> Método A.13 Propiedades pirofóricas de sólidos y líquidos del Reglamento (CE) nº 440/2008.</p>
HP 4 Irritante	<p><u>Ensayos de determinación del pH:</u> Normas UNE-EN ISO 10523:2012. Calidad del agua. Determinación del pH y UNE-EN 16192:2012. Caracterización de residuos. Análisis de eluatos.</p> <p><u>Determinación de la reserva ácida/alcalina:</u> Método CLP (descrito en Young, J.R. <i>et al.</i>, 1988) Varias normas UNE (ver apartado 5.2.1 del anexo I) OECD test nº 122: Determination of pH, Acidity and Alkalinity.</p> <p><u>Ensayos <i>in vitro</i>:</u> Método B.46. Irritación cutánea <i>in vitro</i>: método de ensayo con epidermis humana reconstruida del Reglamento (CE) nº 640/2012.</p>
HP 5 Toxicidad específica	-
HP 6 Toxicidad aguda	-
HP 7 Carcinógeno	-
HP 8 Corrosivo	<p><u>Ensayos de determinación del pH:</u> igual que para HP 4.</p> <p><u>Determinación de la reserva ácida/alcalina:</u> igual que para HP 4.</p> <p><u>Ensayos <i>in vitro</i>:</u> Métodos B.40 Corrosión cutánea <i>in vitro</i>: Ensayo de resistencia eléctrica transcutánea (RET) y B.40 BIS Corrosión cutánea <i>in vitro</i>: Ensayo con modelo de piel humana del Reglamento (CE) nº 440/2008. Método EPA 1120 Dermal corrosion.</p>
HP 9 Infeccioso	-
HP 10 Tóxico para la reproducción	-

Características de peligrosidad	Ensayos
HP 11 Mutágeno	<p>Método B.10 Mutagenicidad - Ensayo de aberraciones cromosómicas <i>in vitro</i> en mamíferos del Reglamento (CE) nº 440/2008.</p> <p>Método B.13/B.14 Mutagenicidad - Ensayo de mutación inversa en bacterias del Reglamento (CE) nº 440/2008.</p> <p>Método B.15 Ensayos de mutagénesis y detección de carcinogénesis - Mutación génica - <i>Saccharomyces cerevisiae</i> del Reglamento (CE) nº 440/2008.</p> <p>Método B.17 Mutagenicidad - ensayo de mutación génica de células de mamífero <i>in vitro</i> del Reglamento (CE) nº 440/2008.</p>
HP 12 Liberación de un gas de toxicidad aguda	Método de análisis de la sección 2.12 de la Guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.
HP 13 Sensibilizante	-
HP 14 Ecotóxico	<p><u>Toxicidad aguda en medio acuático:</u></p> <p>Métodos C.1 Toxicidad aguda en peces, C.2 Ensayo de inmovilización aguda de <i>Daphnia sp.</i> y C.3 Ensayo de inhibición de algas del Reglamento (CE) nº 440/2008. OECD test nº 202: <i>Daphnia sp.</i> Acute Immobilisation Test and Reproduction Test. UNE-EN ISO 6341:2013. Calidad del agua. Determinación de la inhibición de la movilidad de <i>Daphnia magna Straus</i> (Cladocera, Crustacea). Ensayo de toxicidad aguda.</p> <p>OECD test nº 201: Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test. UNE-EN ISO 8692:2012. Calidad del agua. Ensayo de inhibición del crecimiento de algas de agua dulce con algas verdes unicelulares.</p> <p><u>Toxicidad crónica en medio acuático:</u></p> <p>Método C.20 Ensayo de reproducción en <i>Daphnia magna</i> del Reglamento (CE) nº 440/2008.</p> <p>OECD test nº 211. <i>Daphnia magna</i> reproduction test.</p> <p>ISO 10706:2000. Water quality. Determination of long term toxicity of substances to <i>Daphnia magna Straus</i> (Cladocera, Crustacea).</p> <p><u>Toxicidad en medio terrestre:</u></p> <p>Método C.31 del Reglamento (CE) nº 440/2008. Ensayo con plantas terrestres: ensayo de emergencia y crecimiento de plántulas.</p> <p>UNE-EN ISO 11269-1:2012. Calidad del suelo. Determinación de los efectos de los contaminantes sobre la flora del suelo. Parte 1: Método para la medida de la inhibición del crecimiento radicular.</p> <p>UNE-EN ISO 11269-2:2013. Calidad del suelo. Determinación de los efectos de los contaminantes sobre la flora del suelo. Parte 2: Efectos de los suelos contaminados sobre la emergencia y el crecimiento de las plantas superiores.</p> <p>OCDE Test nº 208: Terrestrial Plant Test: Seedling Emergence and Seedling Growth Test.</p> <p>OCDE Test nº 227: Terrestrial Plant Test: Vegetative Vigour Test.</p> <p>UNE-EN ISO 18187:2018. Calidad del suelo. Ensayo de contacto para muestras sólidas mediante la actividad la deshidrogenasa de <i>Arthrobacter globiformis</i>.</p>
HP 15 Características de peligrosidad que el residuo original no presentaba	<p>Método A.14 Propiedades explosivas del Reglamento (CE) nº 440/2008.</p> <p>Prueba de reacción al fuego exterior, para las sustancias de la división 1.5 del Manual de pruebas y criterios de las Naciones Unidas.</p> <p>Serie de pruebas E del Manual de pruebas y criterios de las Naciones Unidas</p>

Tabla 5. Ensayos recomendados para la evaluación de cada característica de peligrosidad

5.2 DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES (COP)

El último paso para clasificar un residuo es determinar si contiene alguno de los contaminantes orgánicos persistentes (COP) mencionados en la Decisión 2014/955/UE. Los residuos que contengan alguno de estos COP en concentraciones superiores a los límites de concentración que figuran en el anexo IV del Reglamento COP se clasificarán como peligrosos.

En caso de que los residuos contengan contaminantes orgánicos persistentes distintos de los mencionados expresamente en la Decisión 2014/955/UE la clasificación del residuo atenderá al criterio general de la clasificación de peligro de la sustancia y la aplicación de los criterios de clasificación establecidos en el Reglamento (UE) nº 1357/2014 o el Reglamento (UE) 2017/997.

En todo caso, las disposiciones establecidas en el Reglamento COP para los residuos aplican a todos los residuos que contengan COP, independientemente de que se clasifiquen o no como residuos peligrosos.

A continuación, se muestran los valores límite establecidos en el anexo IV del Reglamento COP y las características de peligrosidad relevantes para los residuos que contengan alguno de los COP mencionados expresamente en la Decisión 2014/955/UE. Hay que tener en cuenta que los límites que se establezcan, en su caso, en normativa posterior que modifique este anexo tendrán prioridad sobre los que figuran en la tabla.

Sustancia	Nº CAS	Nº CE	Límite de concentración (mg/kg)	HP relevantes
Dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF)	-	-	15 µg/kg ⁽¹⁾	HP 4, HP 5, HP 7*
DDT (1,1,1-tricloro- 2,2-bis(4-clorofenil)etano)	50-29-3	200-024-3	50	HP 5, HP 6, HP 7, HP 14
Clordano	57-74-9	200-349-0	50	HP 6, HP 7, HP 14
Hexaclorociclohexanos, incluido el lindado	58-89-9 319-84-6 319-85-7 608-73-1	210-168-9 200-401-2 206-270-8 206-271-3	50	HP 5, HP 6, HP 14
Dieldrina	60-57-1	200-484-5	50	HP 5, HP 6, HP 7, HP 14
Endrina	72-20-8	200-775-7	50	HP 6, HP 14
Heptacloro	76-44-8	200-962-3	50	HP 5, HP 6, HP 7, HP 14
Hexaclorobenceno	118-74-1	204-273-9	50	HP 5, HP 7, HP 14
Clordecona	143-50-0	205-601-3	50	HP 6, HP 7, HP 14
Aldrina	309-00-2	206-215-8	50	HP 5, HP 6, HP 7, HP 14
Pentaclorobenceno	608-93-5	210-172-0	50	HP 3, HP 6, HP 14
PCB	1336-36-3 y otros	215-648-1	50 ⁽²⁾	HP 5, HP 14
Mírex	2385-85-5	219-196-6	50	HP 6, HP 7, HP 10, HP 14
Toxafeno	8001-35-2	232-283-3	50	HP 4, HP 5, HP 6, HP 7, HP 14
Hexabromobifenilo	36355-01-8	252-994-2	50	HP 5, HP 7*

⁽¹⁾ El límite se calcula en PCDD y PCDF de acuerdo con los factores de equivalencia que figuran en el Anexo IV del Reglamento COP.

⁽²⁾ Será de aplicación el método de cálculo establecido en las normas europeas EN 12766-1 y EN 12766-2.

* Información obtenida del ATSDR

Tabla 6. Límites de concentración para los contaminantes orgánicos persistentes (COP) incluidos en la Decisión 2014/955/UE y características HP relevantes para los residuos que los contengan

5.3 CONCLUSIÓN

Sintetizando la metodología expuesta en los apartados anteriores, a continuación se resumen los pasos que hay que seguir para clasificar un residuo como peligroso y determinar sus características de peligrosidad:

- 1º. Determinar si la sustancia u objeto es un residuo tal y como se define en la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados;
- 2º. Asignar al residuo un código LER, que podrá ser un código de residuo peligroso absoluto, un código de residuo no peligroso absoluto o un código espejo. Si al residuo se le asigna un código de residuo no peligroso absoluto no será necesario continuar con la evaluación. En caso de que se le asigne un código de residuo peligroso absoluto o un código espejo será necesario continuar con los pasos siguientes;
- 3º. Recopilar toda la información disponible sobre la composición del residuo para, en base a ésta, evaluar sus características de peligrosidad mediante la aplicación de los criterios establecidos en el Reglamento (UE) nº 1357/2014 o el Reglamento (UE) 2017/997. Si en este tercer paso no es posible determinar de forma fehaciente las sustancias peligrosas más relevantes que pueden estar presentes en el residuo y que pueden dar lugar a que éste presente características de peligrosidad, será necesario continuar con el siguiente paso;
- 4º. Determinar la composición del residuo por métodos analíticos y evaluar las características de peligrosidad mediante la aplicación de los criterios establecidos en el Reglamento (UE) nº 1357/2015 o el Reglamento (UE) 2017/997. Cuando no sea posible determinar la composición del residuo mediante análisis, o cuando las conclusiones obtenidas en este paso no sean concluyentes, será necesario continuar;
- 5º. Evaluar las características de peligrosidad mediante la realización de ensayos. En esta etapa se tendrá en cuenta que los ensayos realizados en animales no se consideran apropiados para la evaluación de la peligrosidad de los residuos. Cuando no sea posible o aconsejable la realización de ensayos y la información obtenida en el paso anterior no permita la clasificación del residuo, éste deberá clasificarse como residuo peligroso.

Si una característica de peligrosidad de un residuo se evalúa por medio de un ensayo y también basándose en la concentración de las sustancias peligrosas conforme al Reglamento (UE) nº 1357/2014 o el Reglamento (UE) 2017/997 prevalecerán los resultados del ensayo.
- 6º. Determinar si el residuo contiene alguno de los contaminantes orgánicos persistentes mencionados en la Decisión 2014/955/UE por encima de los límites establecidos en el anexo IV del Reglamento COP.

Todos estos pasos pueden complementarse con juicio de expertos, determinaciones analíticas complementarias y evaluaciones realizadas con residuos del mismo origen y características.

6 CONTENIDO MÍNIMO DEL INFORME DE CLASIFICACIÓN DE UN RESIDUO

El contenido mínimo que debería incorporar todo informe de clasificación de un residuo es el siguiente:

- Datos de la persona o entidad que solicita el informe.
- Datos de la entidad que realiza la caracterización y/o clasificación del residuo. Si se trata de un laboratorio indicar si se trata de un laboratorio acreditado y para qué parámetros o ensayos está acreditado.
- Información sobre el residuo:
 - descripción del residuo: tipo de residuo, características organolépticas, estado físico en el que se encuentra, forma de presentación, etc.,
 - fuente y origen del residuo,
 - codificación del residuo conforme a la lista europea de residuos (LER).
- Descripción del proceso productivo en el que se ha generado el residuo, incluida la descripción y las características de las materias primas utilizadas en el proceso y la descripción y características de los productos obtenidos en el proceso.
- Definición y ejecución del plan de muestreo.
- Resultados:
 - de los análisis fisicoquímicos (composición del residuo),
 - de los ensayos.
- Valoración de los resultados. Evaluación de las distintas características de peligrosidad y asignación de las características de peligrosidad aplicables.
- Anexos:
 - Boletines analíticos y/o de ensayos.
Los informes de los análisis fisicoquímicos y, en su caso, de los ensayos realizados para la evaluación de las características de peligrosidad deberán ajustarse al contenido que se indique en la norma de referencia (normas UNE, Reglamento (CE) nº 440/2008, ensayos OCDE, normas ISO, etc.).
 - Reportaje fotográfico.

7 REFERENCIAS

ABAG- itm GmbH., 2003. Handbook "How to apply the European waste List 2001/118/EC". Ministerio de Medio Ambiente y Transporte. Alemania.

Castro, A., y García, E., 2010. Estudio sobre la aplicación y desarrollo en España de la Decisión 2003/33/CE, del Consejo sobre procedimientos y criterios de admisión de residuos en vertedero. POF09/01020-1. España.

Comunicación de la Comisión – Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos (2018/C 124/01).

European Chemicals Agency (ECHA), 2017. Guidance on the application of the CLP criteria. Guidance to Regulation (EC) n° 1272/2008 on classification, labelling and packaging (CLP) of substances and mixtures. Finlandia.

European Commission. Guidance document on the definition and classification of waste. Draft version from 08 June 2015. Bruselas.

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. 2005. Guidelines on the Application of the Waste Catalogue Ordinance. Alemania.

Hennebert, P., Arnaud, P., Padox, J.M., y Hasebrouck, B., 2013. The evaluation of an analytical protocol for the determination of substances in waste for hazard classification. HAL/ INERIS. Francia.

Hennebert, P., y Rebischung, F., 2013. Waste Hazardousness Assessment - Proposition of methods. Report INERIS- DRC-13-136159-04172A. National Institute for industrial and Environmental Risk Assessment (INERIS). Francia.

Hennebert, P. y Molina, P., 2015. Propriété de danger des déchets HP 12- Proposition d'une méthode d'évaluation et premiers résultats. Rapport d'Étude n° INERIS DRC-14-141679-08275A. INERIS. Francia.

James, A., Andres, S., Pandard, P., 2015. Waste hazardousness assessment: proposition of methods (version 2). Report INERIS- DRC-149793-04619A. National Institute for Industrial and Environmental Risk Assessment (INERIS). Francia.

Natural Resources Wales, Scottish Environment Protection Agency (SEPA), Northern Ireland Environment Agency (NIEA) y Environment Agency, 2015. Waste classification. Guidance on the classification and assessment of waste (1st edition). Reino Unido.

Pandard, P., 2016. Classification réglementaire des déchets. Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité. Rapport INERIS- DRC-15-149793-06416A. Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS). Francia.

Potrykus, A., Kling, M., 2015. Study to develop a guidance document on the definition and classification of hazardous waste. Final report. Reference: 07.0201/2014/SI2.697025/EU/ENV.A.2. BIPRO/ European Commission. Brussels. Bélgica.

Sander, K, Schilling, S., y Luskow, H. Review of the European List of Waste. Final report. Executive summary. Ökopol GmbH. Alemania.

Tuya de Hevia, F., 2016. Inspección de residuos. Normas UNE- EN- 14899 e informes técnicos. UNE- EN- 15310 (1-5) [diapositivas]. Agencia de Medio Ambiente y agua. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. España.

UNE-CEN/TR 15310-2: 2008 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Parte 2. Orientación en técnicas de muestreo.

UNE-CEN/TR 15310-4: 2008 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Parte 4: Orientación en los procedimientos para embalar, almacenar, conservar, transportar y entregar muestras.

UNE-CEN/TR 15310-5: 2008 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Parte 5: Orientación en el proceso de definición del plan de muestreo.

U.S. Environmental Protection Agency, 1986. Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods. SW-846. Chapter Nine “Sampling Plan”.

U.S. Environmental Protection Agency, 2002. RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance, Planning, Implementation and Assessment. EPA 530-D-02-002. Washington, D.C

U.S Environmental Protection Agency, 2015. Waste Analysis at Facilities that Generate, Treat, Store, and Dispose of Hazardous Wastes – Final. EPA 530-R12-001. Washington, D.C

Van Zomeren, A., Kymlo, T., Van der Sloot, y H.A., 2015. Application of multiple analytical methods, leaching and geochemical modelling for waste classification. Energy research Centre Netherlands (ECN). Países Bajos.

Wahlström, M., y Laine-Ylijoki, J., 2016. Amendments to the European Waste Classification regulation - what do they mean and what are the consequences? Nordic Working Papers - NORDEN. Finlandia, Dinamarca y Suecia.

Wahlström, M, Laine- Ylijoki, J., 2015. Hazardous waste classification. Amendments to the European Waste Classification regulation- what do they mean and what are the consequences? Nordic Council of Ministers. 2015. Dinamarca.

Zettl, E; Milunov, M, Potrykus, A., 2015. Waste Classification, sampling and analysis. German Environment Agency. Alemania.

- Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco -

ANEXO I. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD (HP 1 A HP 15)

1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo muestra la metodología que hay que seguir para determinar si un residuo presenta alguna de las características de peligrosidad HP 1 a HP 15.

Estas características de peligrosidad pueden determinarse mediante cálculos basados en la concentración de las sustancias peligrosas presentes en el residuo o mediante ensayos. A la hora de evaluar las distintas características de peligrosidad es preciso tener en cuenta que, por lo general, un residuo consiste en una mezcla de varias sustancias. Pero, mientras que la composición de una mezcla, entendida conforme al Reglamento CLP, es conocida por su productor, los residuos frecuentemente se generan en procesos donde intervienen distintos tipos de sustancias y, en muchos casos, son de composición desconocida.

Cuando no se conozca la composición del residuo, o cuando se deba determinar si presenta alguna característica de peligrosidad física, la evaluación se realizará mediante ensayos. Por el contrario, para determinar la peligrosidad de un residuo para la salud humana los métodos de ensayo no son tan recomendables, ya que muchos de ellos están basados en ensayos con animales. Por tanto, estas características de peligrosidad se evaluarán preferiblemente basándose en la concentración de las sustancias peligrosas presentes en el residuo.

Conforme a la Decisión 2014/955/UE, si una característica de peligrosidad de un residuo ha sido evaluada por medio de un ensayo y también a partir de las concentraciones de sustancias peligrosas presentes en el residuo prevalecerán los resultados del ensayo.

Para evaluar la peligrosidad de un residuo basándose en su composición se aplicarán los criterios establecidos en el Reglamento (UE) nº 1357/2014 (características HP 1 a HP13) y el Reglamento (UE) 2017/997 (característica HP 14). Si se van a determinar las características de peligrosidad mediante ensayos se aplicarán los métodos de ensayo que figuran en el Reglamento (CE) nº 440/2008, en notas pertinentes del CEN o en otras directrices o métodos de ensayo reconocidos a nivel internacional.

Al aplicar los métodos de ensayo del Reglamento (CE) nº 440/2008 y sus modificaciones posteriores se tendrá en cuenta que, conforme al artículo 7 del Reglamento CLP, deben evitarse los métodos basados en ensayos con animales.

En este sentido, y dado que para determinadas características de peligrosidad no existen métodos de ensayo *in vitro* en el Reglamento (CE) nº 440/2008, se deberán buscar métodos alternativos cuando existan y sean adecuados para residuos. Para ello, se recomienda consultar en el Laboratorio Europeo de Referencia sobre Alternativas a la Experimentación Animal, donde hay disponibles pruebas alternativas a los ensayos con animales.

2 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 1: EXPLOSIVO

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que, por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que pueden ocasionar daños a su entorno. Se incluyen los residuos pirotécnicos, los residuos de peróxidos orgánicos explosivos y los residuos autorreactivos explosivos.

Pictograma(s) asociado(s):



2.1 DETERMINACIÓN DE HP 1 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga una o varias sustancias clasificadas con uno de los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro indicados en la tabla 7, se le asignará el código HP 1, cuando resulte adecuado y proporcionado, de acuerdo con métodos de ensayo. Si la presencia de una sustancia, mezcla o artículo indica que el residuo es explosivo, se clasificará como peligroso por HP 1.

Es decir, si un residuo contiene alguna sustancia clasificada con los códigos de indicación de peligro que figuran en la tabla 7 se podrán realizar los ensayos pertinentes para determinar si el residuo presenta esta característica de peligrosidad o no. Alternativamente, cuando la realización de ensayos no resulte adecuada y proporcionada, se podrá suponer que los residuos que contienen dichas sustancias son peligrosos por HP 1. Si el residuo contiene alguna sustancia, mezcla o artículo que indique por sí misma que es explosivo se puede asumir que el residuo es peligroso por HP 1 aunque no se realicen ensayos.

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción
Unst. Expl.	H200	Explosivo inestable
Expl.1.1	H201	Explosivo; peligro de explosión en masa
Expl.1.2	H202	Explosivo; grave peligro de proyección
Expl.1.3	H203	Explosivo; peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección
Expl.1.4	H204	Peligro de incendio o de proyección
Self-react. A	H240	Peligro de explosión en caso de calentamiento
Org.Perox. A		
Self-react. B	H241	Peligro de incendio o explosión en caso de calentamiento
Org. Perox. B		

Tabla 7. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 1

Conforme al artículo 14 del Reglamento CLP, no será necesario clasificar una mezcla por sus propiedades explosivas cuando ninguna de las sustancias de la mezcla presente ninguna de esas propiedades y, basándose en la información de que se dispone, es poco probable que la mezcla presente peligros de este tipo.

Algunas sustancias pueden ser explosivas bajo ciertas condiciones. Por ejemplo, las sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H205 pueden explotar en contacto con el fuego y las sustancias clasificadas con el código EUH001 pueden ser explosivas en estado seco. Estas sustancias no convierten a un residuo en peligroso por HP 1, pero su presencia en un residuo podría hacer que estos residuos adquirieran la característica de peligrosidad HP 15 (ver apartado 16).

Los residuos que contengan sustancias autorreactivas o peróxidos orgánicos clasificados con los códigos de indicación de peligro H240 o H241 (es decir, tipo A o B) pueden poseer la característica de peligrosidad HP 3 cuando no se clasifiquen mediante ensayos como peligrosos por HP 1, clasificándose entonces con el código de indicación de peligro H242 (es decir, tipo C, D, E, o F).

Valores de corte para la evaluación de la HP 1 cuando el residuo contiene peróxidos orgánicos

Cuando un residuo contenga peróxidos orgánicos clasificados con los códigos de indicación de peligro H240 o H241 se deberá evaluar la característica de peligrosidad HP 1, a menos que:

- no contenga ninguna otra sustancia peligrosa clasificada con alguno de los códigos de indicación de peligro enumerados en la tabla 7, y
- se cumpla uno de los dos criterios siguientes:
 - que el residuo contenga $> 1 \%$ pero $\leq 7 \%$ de peróxido de hidrógeno y el contenido de oxígeno disponible del peróxido orgánico sea $\leq 0,5 \%$
 - que el residuo contenga $\leq 1 \%$ de peróxido de hidrógeno y el contenido de oxígeno disponible del peróxido orgánico sea $\leq 1 \%$

El contenido de oxígeno disponible, O_i (%), para cualquier peróxido orgánico se calculará mediante la ecuación que figura en el apartado 2.15.2.1 del anexo I del Reglamento CLP:

$$16 \times \sum_i^n \left(\frac{n_i \times c_i}{m_i} \right)$$

donde,

n_i = número de grupos peróxido por molécula del peróxido orgánico i ,

c_i = concentración (% en masa) del peróxido orgánico i en el residuo,

m_i = masa molecular en gramos del peróxido orgánico i .

Σ significa que, si un residuo contiene más de un peróxido orgánico, se suma el oxígeno disponible procedente de cada uno de estos peróxidos. Esta suma incluye a todos los peróxidos orgánicos, no sólo a los clasificados como H240 y H241.

Por ejemplo, si un residuo contiene un 2,9 % de peróxido de metiletilo ($C_2H_5-O-O-CH_3$) y un 3 % de peróxido de hidrógeno se determinará si es preciso evaluar la característica de peligrosidad HP 1 de la siguiente manera:

- Se comprobará si el residuo cumple con los criterios de evaluación de la HP1:

Como la concentración de peróxido de hidrógeno es $> 1 \%$ y $\leq 7 \%$, aplicaría el primero de los criterios en función del contenido de oxígeno disponible.

El contenido de oxígeno disponible se calculará mediante la fórmula anteriormente expuesta teniendo en cuenta que $m_i = 76$ y $n_i = 1$.

- Puesto que el contenido de oxígeno disponible (O_i) = 0,61 % es superior al 0,5 % aplicaría el primero de los criterios, por lo que el residuo deberá ser evaluado para la HP 1.

En relación con la característica de peligrosidad HP 1, es importante señalar que la Directiva Marco de Residuos excluye de su ámbito de aplicación a los residuos explosivos desclasificados.

Dado que la Directiva Marco de Residuos excluye de su ámbito de aplicación a los residuos explosivos desclasificados, antes de evaluar la característica de peligrosidad HP 1 es preciso comprobar si los residuos en cuestión están sujetos al régimen jurídico de los residuos o no.

En la figura 9 se muestra el procedimiento para determinar la característica de peligrosidad HP 1.

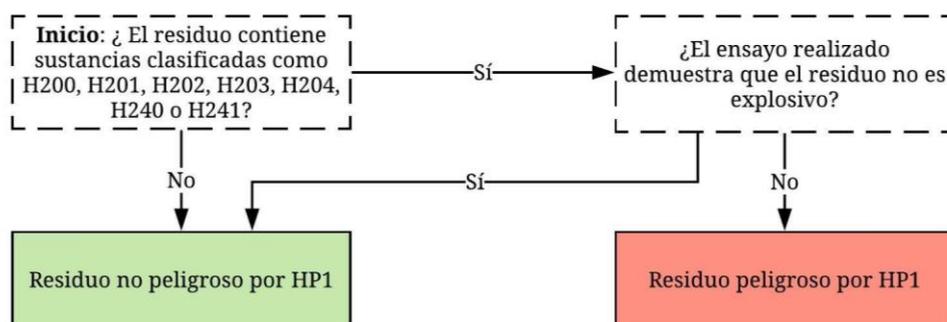


Figura 9. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 1

2.2 DETERMINACIÓN DE HP 1 BASADA EN ENSAYOS

Si un residuo contiene alguna sustancia que indique por sí misma que es explosivo, el residuo se clasificará como peligroso por HP 1.

En caso de que se desconozca si el residuo contiene este tipo de sustancias, o si contiene alguna sustancia clasificada con los códigos de indicación de peligro que figuran en la tabla 7, se deberán realizar los ensayos pertinentes sobre el residuo.

La guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA establece las pautas para determinar la propiedad de explosividad en las siguientes secciones: 2.1 Explosivos, 2.8 Sustancias y mezclas autorreactivas y 2.15 Peróxidos orgánicos.

Las propiedades explosivas están asociadas a la presencia de ciertos grupos químicos en las moléculas que pueden reaccionar produciendo aumentos muy rápidos de temperatura y / o presión. El procedimiento de selección tiene como objetivo identificar la presencia de dichos grupos reactivos y el potencial de liberación rápida de energía.

El método de ensayo aplicable para determinar si un residuo es explosivo figura en la parte A del Reglamento (CE) nº 440/2008: Método A.14 Propiedades explosivas. Este método comprende tres partes:

- a. un ensayo de sensibilidad térmica,
- b. un ensayo de sensibilidad mecánica respecto al choque,
- c. un ensayo de sensibilidad mecánica respecto a la fricción (no necesario para residuos líquidos).

Se considerará que un residuo presenta peligro de explosión si se obtiene un resultado positivo en alguno de los 3 ensayos.

Por razones de seguridad, los residuos que ya hayan sido clasificados como explosivos no deben considerarse para la clasificación en ninguna otra clase de peligro físico. Dado que el peligro de explosión es más severo que otros peligros físicos, no es necesario realizar más pruebas para la evaluación de otros peligros físicos potenciales.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea explosivo:

Dicloroacetileno, acetilidos, azida de plomo, compuestos azoalifáticos, hidracina, nitrato de etilo, ácido pícrico y sus sales y otros compuestos nitrogenados orgánicos.

Ejemplos de residuos que pueden ser explosivos:

Residuos de propulsores y combustibles de cohetes, residuos de sustancias utilizadas para tratar aguas de calderas, residuos de la fabricación de explosivos, residuos de la pirotecnia, residuos con ácido pícrico (trinitrofenol).

3 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 2: COMBURENTE

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que, generalmente liberando oxígeno, pueden provocar o facilitar la combustión de otras sustancias.

Pictograma(s) asociado(s):



3.1 DETERMINACIÓN DE HP 2 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga una o varias sustancias clasificadas con uno de los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro indicados en la tabla 8, se le asignará el código HP 2, cuando resulte adecuado y proporcionado, de acuerdo con métodos de ensayo. Si la presencia de una sustancia indica que el residuo es comburente, se clasificará como peligroso por HP 2.

Es decir, si un residuo contiene alguna sustancia clasificada con los códigos de indicación de peligro que figuran en la tabla 8 se podrán realizar los ensayos pertinentes para determinar si el residuo presenta esta característica de peligrosidad o no. Alternativamente, cuando la realización de ensayos no resulte adecuada y proporcionada, se podrá suponer que los residuos que contienen dichas sustancias son peligrosos por HP 2. Si el residuo contiene alguna sustancia que indique por sí misma que es comburente se puede asumir que el residuo es peligroso por HP 2 aunque no se realicen ensayos.

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción
Ox. Gas 1	H270	Puede provocar o agravar un incendio; comburente
Ox. Liq. 1	H271	Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente
Ox. Sol. 1		
Ox. Liq. 2	H272	Puede agravar un incendio; comburente
Ox. Liq. 3		
Ox. Sol. 2		
Ox. Sol. 3		

Tabla 8. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 2

Se podrá suponer que un residuo no es peligroso por HP 2 si:

- el residuo contiene sólo una de las sustancias indicadas en la tabla 8; y
- la sustancia tiene asignado un límite de concentración específico en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP y su concentración en el residuo es inferior a ese límite.

Para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 2 será necesario tener en cuenta los límites de concentración específicos que figuran en el anexo VI del Reglamento CLP.

Por ejemplo, el ácido nítrico clasificado con el código de indicación de peligro H272 Ox. Liq. 3 tiene un límite de concentración específico del 65 %. Por tanto, un residuo cuya concentración de ácido nítrico sea superior al 65 % deberá clasificarse como peligroso por HP 2. La única otra sustancia que hasta la ATP (adaptación al progreso técnico) 14 del Reglamento CLP²⁶ tiene establecido un límite de concentración específico para las características comburentes es el peróxido de hidrógeno, con un límite del 50 %.

Conforme al artículo 14 del Reglamento CLP, no será necesario clasificar una mezcla por sus propiedades comburentes cuando ninguna de las sustancias de la mezcla presente ninguna de esas propiedades y, basándose en la información de que se dispone, es poco probable que la mezcla presente peligros de este tipo.

²⁶ La ATP 14 de la tabla 3 del Anexo VI del Reglamento CLP entró en vigor el 9 de septiembre de 2021 (disponible en: <https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/annex-vi-to-clp>)

Método de cálculo para gases comburentes

Si un residuo contiene una sustancia clasificada con el código de indicación de peligro H270 es posible calcular si el residuo presenta la característica de peligrosidad HP 2 mediante el método de cálculo establecido en la norma UNE-EN ISO 10156:2018²⁷. Este método se aplicará conforme a las indicaciones que figuran en la sección 2.4 Gases oxidantes de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

En la figura 10 se muestra el procedimiento para la evaluación de la característica HP 2.

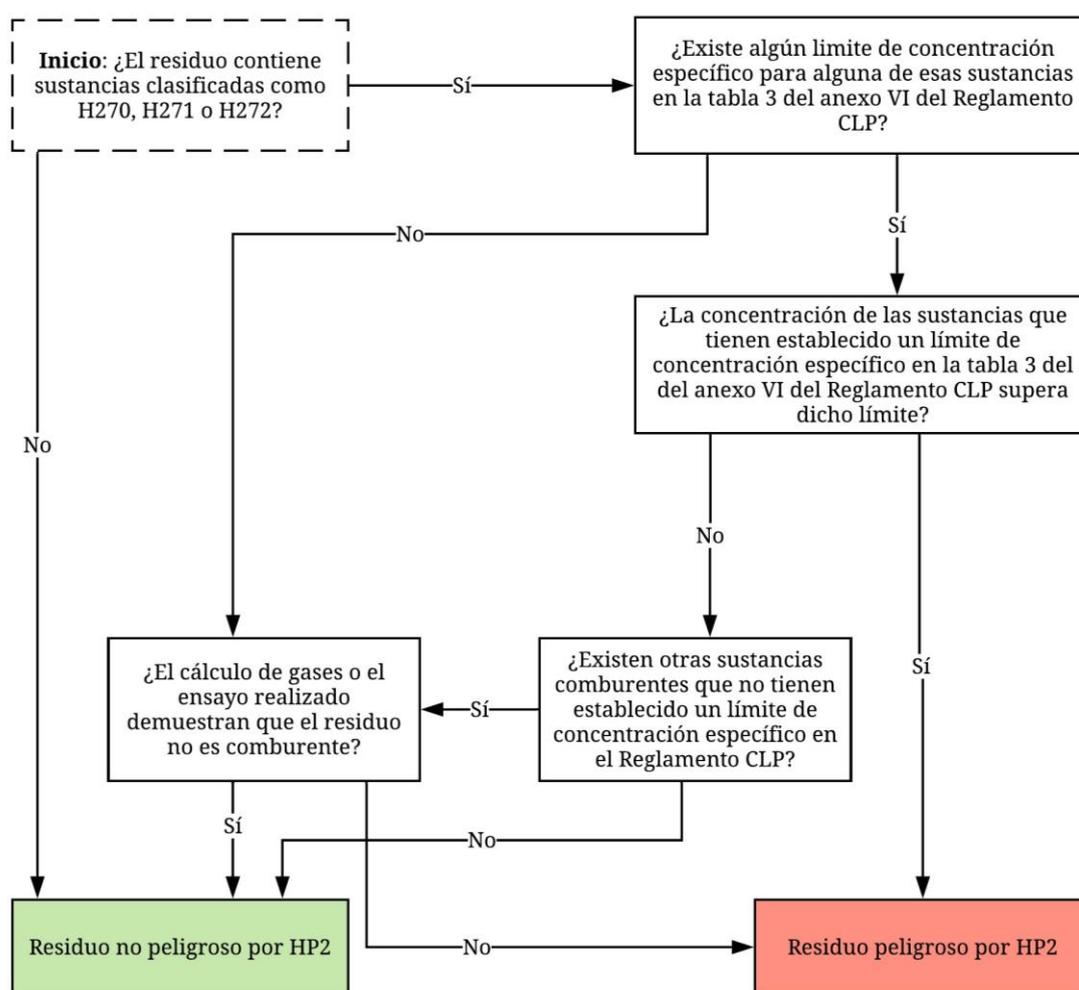


Figura 10. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 2

²⁷ UNE-EN ISO 10156:2018. Gases y mezclas de gases. Determinación del potencial de inflamabilidad y de oxidación para la selección de las conexiones de salida de las válvulas de las botellas de gas.

3.2 DETERMINACIÓN DE HP 2 BASADA EN ENSAYOS ²⁸

Los ensayos para determinar si un residuo que contenga alguna de las sustancias clasificadas con los códigos de indicación de peligro que figuran en la tabla 8 es comburente deberán realizarse conforme a lo expuesto en las secciones 2.4 Gases comburentes, 2.13 Líquidos comburentes y 2.14 Sólidos comburentes de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

Los métodos de ensayo aplicables para determinar si un residuo es peligroso por HP 2 figuran en la parte A del Reglamento (CE) n° 440/2008:

- Método A.17. Propiedades comburentes (sólidos)
- Método A.21. Propiedades comburentes (líquidos).

Asimismo, la Norma ASTM D4981-19. *Standard Practice for Screening of Oxidizers in Waste* establece un método de ensayo para evaluar la característica de peligrosidad HP 2 en residuos sólidos, líquidos y lodos.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea comburente:

Algunos cloratos, hipoclorito cálcico, percloratos, permanganato potásico, nitrato de plata, ácido nítrico, peróxido sódico, peróxidos orgánicos.

Ejemplos de residuos que pueden ser comburentes:

Residuos de la fabricación de: fertilizantes, explosivos, agentes blanqueantes y desinfectantes, residuos de la industria fotográfica, de la industria pirotécnica o de la industria del papel.

²⁸ No aplicable a los peróxidos orgánicos.

4 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 3: INFLAMABLE

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que cumplen cualquiera de las siguientes definiciones:

1. Residuos líquidos inflamables: residuos líquidos con un punto de inflamación inferior a 60° C, o gasóleos, carburantes diésel y aceites ligeros para calefacción usados con un punto de inflamación entre $> 55^{\circ}\text{C}$ y $\leq 75^{\circ}\text{C}$.
2. Residuos líquidos o sólidos pirofóricos inflamables: residuos líquidos o sólidos que, aun en pequeñas cantidades, pueden inflamarse al cabo de cinco minutos de entrar en contacto con el aire.
3. Residuos sólidos inflamables: residuos sólidos que se inflaman con facilidad o que pueden provocar fuego o contribuir a provocar fuego por fricción.
4. Residuos gaseosos inflamables: residuos gaseosos que se inflaman con el aire a 20°C y a una presión de referencia de 101,3 kPa.
5. Residuos que reaccionan en contacto con el agua: residuos que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables en cantidades peligrosas.
6. Otros residuos inflamables: aerosoles inflamables, residuos que experimentan calentamiento espontaneo inflamables, residuos de peróxidos orgánicos inflamables y residuos autorreactivos inflamables.

Pictograma(s) asociado(s):



4.1 DETERMINACIÓN DE HP 3 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014 cuando un residuo contenga una o varias sustancias clasificadas con uno de los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de

peligro indicados en la tabla 9, el residuo se evaluará, cuando resulte adecuado y proporcionado, de acuerdo con métodos de ensayo. Si la presencia de una sustancia indica que el residuo es inflamable, se clasificará como peligroso por HP 3.

Es decir, si un residuo contiene alguna sustancia clasificada con los códigos de indicación de peligro que figuran en la tabla 9 se podrán realizar los ensayos pertinentes para determinar si el residuo presenta esta característica de peligrosidad o no. Alternativamente, cuando la realización de ensayos no resulte adecuada y proporcionada, se podrá suponer que los residuos que contienen dichas sustancias son peligrosos por HP 3. Si el residuo contiene alguna sustancia que indique por sí misma que es inflamable se puede asumir que el residuo es peligroso por HP 3 aunque no se realicen ensayos.

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción
Flam. Gas 1	H220	Gas extremadamente inflamable
Flam. Gas 2	H221	Gas inflamable
Aerosol 1	H222	Aerosol extremadamente inflamable
Aerosol 2	H223	Aerosol inflamable
Flam. Liq. 1	H224	Líquido y vapores extremadamente inflamables
Flam. Liq. 2	H225	Líquido y vapores altamente inflamables
Flam. Liq. 3	H226	Líquido y vapores inflamables
Flam. Sol. 1 Flam. Sol. 2	H228	Material sólido inflamable
Self- react. CD Self- react. EF Org. Perox. CD Org. Perox. EF	H242	Peligro de incendio en caso de calentamiento
Pyr. Liq. 1 Pyr. Sol. 1	H250	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire
Self-heat.1	H251	Calentamiento espontáneo: puede prenderse fuego
Self-heat.2	H252	Se calienta espontáneamente en grandes cantidades: puede prenderse fuego
Water-react. 1	H260	En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden prenderse espontáneamente
Water-react. 2 Water-react. 3	H261	En contacto con el agua desprende gases inflamables

Tabla 9. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 3

Conforme al artículo 14 del Reglamento CLP, no será necesario clasificar una mezcla por sus propiedades inflamables cuando ninguna de las sustancias de la mezcla presente ninguna de esas propiedades y, basándose en la información de que se dispone, es poco probable que la mezcla presente peligros de este tipo.

Cuando un residuo contenga sustancias clasificadas con los códigos de indicación de peligro H220 o H221, es posible calcular si dicho residuo presenta o no la característica de peligrosidad HP 3 (cuarta definición) a través del método de cálculo establecido en la Norma UNE-EN ISO 10156:2018. Este método deberá aplicarse de acuerdo con la sección 2.2 Gases inflamables (incluidos gases químicamente inestables) de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

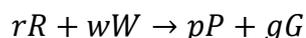
Si el residuo contiene una sustancia clasificada con los códigos de indicación de peligro H260 o H261 es posible calcular la concentración mínima de dicha sustancia en el residuo que dará lugar a que el residuo sea peligroso por HP 3 (quinta definición).

Método para calcular la concentración mínima de sustancia en un residuo que reacciona en contacto con el agua que convierte al residuo en peligroso por HP 3 (quinta definición)

Cuando un residuo contenga una sustancia clasificada con los códigos de indicación de peligro H260 o H261; es decir, una sustancia capaz de liberar un gas altamente inflamable²⁹ a una velocidad superior a 1 litro de gas por kilogramo de sustancia por hora cuando se añade agua, es posible calcular la concentración mínima de sustancia en el residuo que lo haría peligroso por HP 3 (quinta definición). De este modo, si la concentración de la sustancia en el residuo es igual o superior a la concentración calculada, el residuo se clasificará como peligroso por HP 3 o bien deberá someterse a ensayos que demuestren que el residuo no presenta esta característica de peligrosidad.

Para calcular esta concentración mínima se aplicaría el siguiente método:

1. Escribir la ecuación equilibrada de la reacción que produce el gas. La forma general de esta ecuación debe ser la siguiente:



donde:

R es la sustancia con el código de indicación de peligro H260 o H261,

W es el agua,

P es el producto de la reacción,

G es el gas liberado, y

²⁹ Al gas inflamable se le asignaría el código de indicación de peligro H220 o H221. Los gases más susceptibles de liberarse son hidrógeno, etano, etino y fosfina.

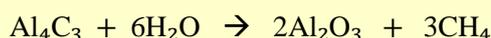
r, w, p y g son las relaciones estequiométricas que equilibran la ecuación.

2. Atribuir masas moleculares y relaciones estequiométricas a las sustancias de la ecuación.
3. Calcular el cociente $\frac{r \times \text{masa molecular de R}}{g \times 22,4}$ para obtener la masa de R que producirá 1 litro de gas (1 mol de gas ocupa 22,4 litros a temperatura y presión estándar).
4. Convertir esta cantidad (en gramos) a porcentaje en peso (dividiendo por 1.000 - para expresarla en kilogramos- y multiplicando por 100) para obtener la concentración mínima de la sustancia R que haría al residuo peligroso por HP 3.

A continuación, se muestra un ejemplo de este cálculo:

Un residuo contiene carburo de aluminio, que es una sustancia que reacciona con el agua para dar gas metano y que se clasifica con el código de indicación de peligro H260.

La reacción química que se produce cuando el carburo de aluminio reacciona con el agua, produciendo dióxido de aluminio y metano, es la siguiente:



Teniendo en cuenta que las masas moleculares del Al_4C_3 , H_2O , Al_2O_3 y CH_4 son, respectivamente, 144 gr, 18 gr, 102 gr y 16 gr,

La concentración mínima de carburo de aluminio en el residuo se calcularía como:

$$\frac{1 \times 144}{3 \times 22,4} = 2,14 \text{ (que expresada en porcentaje sería 0,21 \% en peso).}$$

Es decir, el residuo sería peligroso por HP 3 a partir de una concentración de carburo de aluminio del 0,21% en peso.

En la tabla 10 se muestran las concentraciones mínimas que harían peligroso a un residuo por HP 3 (quinta definición) calculadas para algunas sustancias clasificadas con los códigos de indicación de peligro H260 o H261 (no es un listado completo de todas las sustancias):

Sustancia	Códigos de indicación de peligro	Ecuación	Concentración mínima para que el residuo sea peligroso por HP 3 (%) ¹
Litio	H260	$2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH} + \text{H}_2$	0,1
Sodio	H260	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$	0,2
Polvo de magnesio (pirofórico)	H261	$\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$	0,1
Polvo de aluminio (pirofórico) Polvo de aluminio (estabilizado)	H261	$2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2$	0,1
Potasio	H260	$2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2$	0,4
Calcio	H261	$\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$	0,2
Polvo de zinc (pirofórico)	H260	$\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$	0,3
Polvo de zirconio (pirofórico)	H260	$\text{Zr} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zr}(\text{OH})_4 + 2\text{H}_2$	0,2
Carburo de aluminio	H260	$\text{Al}_4\text{C}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CH}_4$	0,2
Hidruro de litio-aluminio	H260	$\text{LiAlH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{LiAl}(\text{OH})_2 + 4\text{H}_2$	0,1
Hidruro sódico	H260	$\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$	0,1
Hidruro cálcico	H260	$\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2$	0,1
Carburo de calcio	H260	$\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$	0,3
Fosfuro de calcio	H260	$\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{PH}_3 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2$	0,4
Fosfuro de aluminio	H260	$\text{AlP} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$	0,3
Fosfuro de magnesio	H260	$\text{Mg}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{PH}_3 + 3\text{Mg}(\text{OH})_2$	0,3
Difosfuro de trizinc	H260	$\text{Zn}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{PH}_3 + 3\text{Zn}(\text{OH})_2$	0,6
Dietil aluminio (etil-dimetil-silanolato)	H260	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_5\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Al}(\text{OH})_2\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_5$	0,4

¹ Redondeado al primer decimal.

Tabla 10. Ejemplos de sustancias que pueden causar que un residuo sea peligroso por HP 3 (quinta definición) y concentraciones mínimas de esas sustancias a partir de las cuales el residuo se clasificaría como peligroso por HP 3.

Por último, si el residuo es un suelo contaminado con hidrocarburos excavado se podrán tener en cuenta los estudios llevados a cabo por el Órgano Ambiental de la comunidad autónoma del País Vasco para determinar con carácter general la inflamabilidad de estos residuos, fruto de los cuales

se han establecido umbrales para distintas sustancias por debajo de los cuales puede descartarse la característica de peligrosidad HP 3.

Conforme a dichos estudios, únicamente sería necesario llevar a cabo ensayos de inflamabilidad cuando la concentración de cada una de las sustancias indicadas en la tabla 11 individualmente sea igual o superior a los límites de concentración que figuran en esa tabla, siempre y cuando no exista presencia de otros compuestos en el suelo que puedan presentar la característica HP 3.

Sustancia peligrosa	Límite de concentración (%)
Benceno	0,1
Tolueno	3
Etilbenceno	0,05
Xileno	0,05
Estireno	1
Hexano	2,5
Heptano	0,25
Gasolina	0,25
Diésel	10

Tabla 11. Límites de concentración para la realización de ensayos de inflamabilidad en suelos contaminados por hidrocarburos

En la figura 11 se muestra el procedimiento para la evaluación de la característica HP 3.

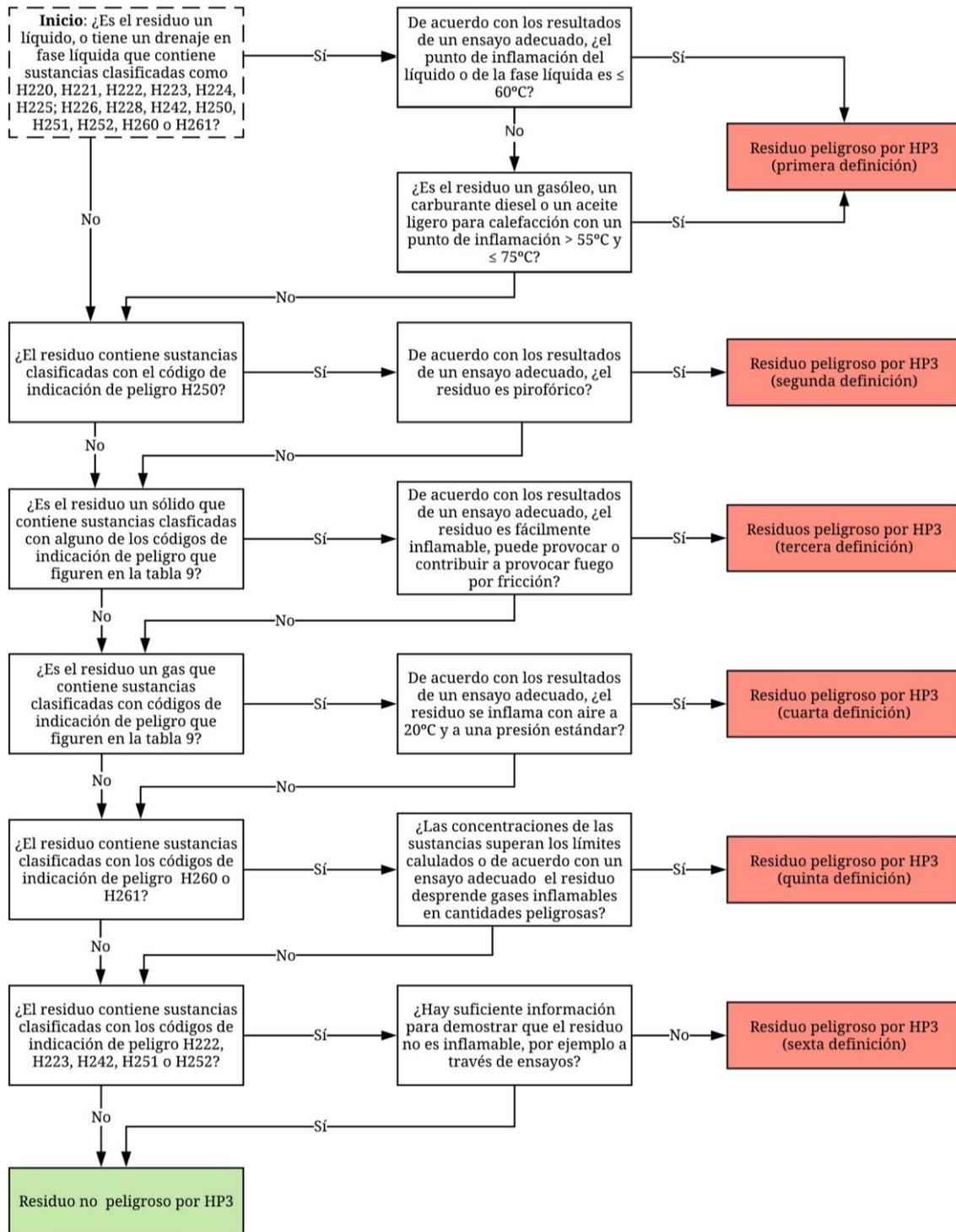


Figura 11. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 3

Notas:

- Para la realización de ensayos un lodo (sin una fase líquida) se considerará como un sólido
- Los elementos separados de un residuo sólido que contenga fase libre; por ejemplo, el tolueno en un suelo impregnado con esta sustancia, deben ser sometidos a ensayos de inflamabilidad.

- Una fase libre incluye los líquidos que se pueden verter o decantar de un residuo o el líquido fácilmente extraíble por medios físicos o mecánicos simples.

4.2 DETERMINACIÓN DE HP 3 BASADA EN ENSAYOS

Los ensayos para determinar si un residuo que contiene una o varias sustancias clasificadas con los códigos de indicación de peligro que figuran en la tabla 9 es inflamable deben realizarse conforme a lo expuesto en las siguientes secciones de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA: 2.2 Gases inflamables (incluidos gases químicamente inestables), 2.3 Aerosoles, 2.6 Líquidos inflamables, 2.7 Sólidos inflamables, 2.8 Sustancias y mezclas autorreactivas, 2.9 Líquidos pirofóricos, 2.10 Sólidos pirofóricos, 2.11 Sustancias y mezclas que experimentan un calentamiento espontáneo, 2.12 Sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables y 2.15 Peróxidos orgánicos.

Los métodos de ensayo aplicables para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 3 son los siguientes:

Métodos de ensayo para residuos líquidos:

Método A.9. Punto de inflamación del Reglamento (CE) nº 440/2008.

Además, para los residuos que contengan productos derivados del petróleo y otros líquidos se pueden utilizar los siguientes métodos:

- UNE EN ISO 1516:2003. Determinación del punto de inflamación/no inflamación- Método del equilibrio en vaso cerrado.
- UNE EN ISO 1523:2003. Determinación del punto de inflamación- Método del equilibrio en vaso cerrado.
- UNE EN ISO 13736:2013. Determinación del punto de inflamación. Método Abel en vaso cerrado.
- UNE EN ISO 3679:2015. Determinación de temperatura de inflamación/no inflamación y determinación del punto de inflamación. Método del equilibrio rápido en vaso cerrado.
- UNE EN ISO 2719:2017. Determinación del punto de inflamación- Método Pensky-Martens en vaso cerrado.

Métodos de ensayo para residuos sólidos:

El método de ensayo para la evaluación de la inflamabilidad de los residuos sólidos es el método A.10 Inflamabilidad (sólidos) del Reglamento (CE) nº 440/2008.

Asimismo, se puede utilizar el método de ensayo basado en la Norma ASTM D4982-12 *Standard Test Methods for Flammability Potential Screening Analysis of Waste*. Esta norma evalúa el

potencial de inflamabilidad, que puede determinarse previamente a la prueba de inflamabilidad como tal. La norma es válida para residuos de cualquier naturaleza, aunque habitualmente se realiza en residuos sólidos. Si el resultado del ensayo es negativo el residuo no sería inflamable, mientras que si es positivo, el resultado no se considera concluyente, por lo que habría que realizar un ensayo de inflamabilidad.

Métodos de ensayo para residuos sólidos y líquidos que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables

Para estos residuos se utilizara el método de ensayo A.12. Inflamabilidad (en contacto con el agua) del Reglamento (CE) n° 440/2008.

Métodos de ensayo para residuos gaseosos

Se utilizará el método de ensayo A.11. Inflamabilidad (gases) del Reglamento (CE) n° 440/2008.

Métodos de ensayo para residuos sólidos o líquidos pirofóricos

Se utilizará el método de ensayo A.13 Propiedades pirofóricas de sólidos y líquidos del Reglamento (CE) n° 440/2008.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que un residuo sea inflamable:

Hexano (solvente de extracción), etileno, naftas y disolventes de uso general como el ciclohexano, el 1,2- dicloroetano o el clorometano.

Ejemplos de residuos que pueden ser inflamables:

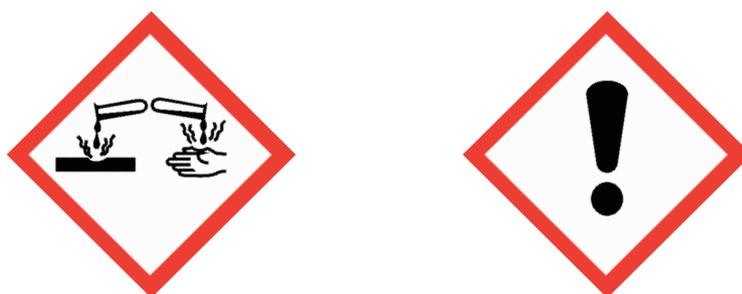
Residuos de disolventes, pinturas, barnices, tintas, etc.

5 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 4: IRRITACIÓN CUTÁNEA Y LESIONES OCULARES

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que, cuando se aplican, pueden provocar irritaciones cutáneas o lesiones oculares.

Pictograma(s) asociado(s)³⁰:



5.1 DETERMINACIÓN DE HP 4 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga una o varias sustancias en concentraciones superiores al valor de corte, que estén clasificadas con uno de los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro indicados en la tabla 12, y se superen o igualen los límites de concentración de la tabla 13, el residuo se clasificará como peligroso por HP 4.

La tabla 12 muestra el valor de corte que debe tenerse en cuenta para evaluar esta característica. Si la concentración de una sustancia en el residuo es menor que el valor de corte, dicha sustancia no se tendrá en cuenta para la evaluación de la característica HP 4 y, por tanto, no se incluirá en la suma de concentraciones que se debe comparar con los límites de concentración que figuran en la tabla 13.

³⁰ En el apartado 17 de este anexo figuran los códigos de indicación de peligro asociados a cada pictograma.

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción	Valor de corte (%)
Skin corr. 1A	H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves	1
Skin irrit. 2	H315	Provoca irritación cutánea	
Eye dam. 1	H318	Provoca lesiones oculares graves	
Eye irrit. 2	H319	Provoca irritación ocular grave	

Tabla 12. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 4

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Límites de concentración para la suma del total de sustancias (%)
Skin corr. 1A	H314	≥ 1 y $< 5^*$
Eye dam. 1	H318	≥ 10
Skin irrit. 2 y Eye irrit. 2	H315 + H319	$\geq 20^{**}$

Tabla 13. Límites de concentración para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 4

* Los residuos que contengan sustancias clasificadas como H314 (Skin corr.1A, 1B o 1C) en concentraciones iguales o superiores al 5 % se clasificarán como peligrosos por HP 8. La característica HP 4 no se aplicará si el residuo se ha clasificado como HP 8.

** El límite de concentración del 20 % establecido para los códigos de indicación de peligro H315 + H319 sólo se aplica si la sustancia está clasificada con ambos códigos. Si la sustancia estuviera clasificada sólo con uno de ellos (H315 o H319) este límite no sería aplicable. Por ejemplo, el hidróxido de níquel está clasificado con el código de indicación de peligro H315, pero no con el código H319. Además, no se clasifica con ningún otro código de indicación de peligro relevante para la HP 4. Por tanto, la presencia de hidróxido de níquel en un residuo no lo haría peligroso por HP 4.

En la figura 12 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica de peligrosidad HP 4.

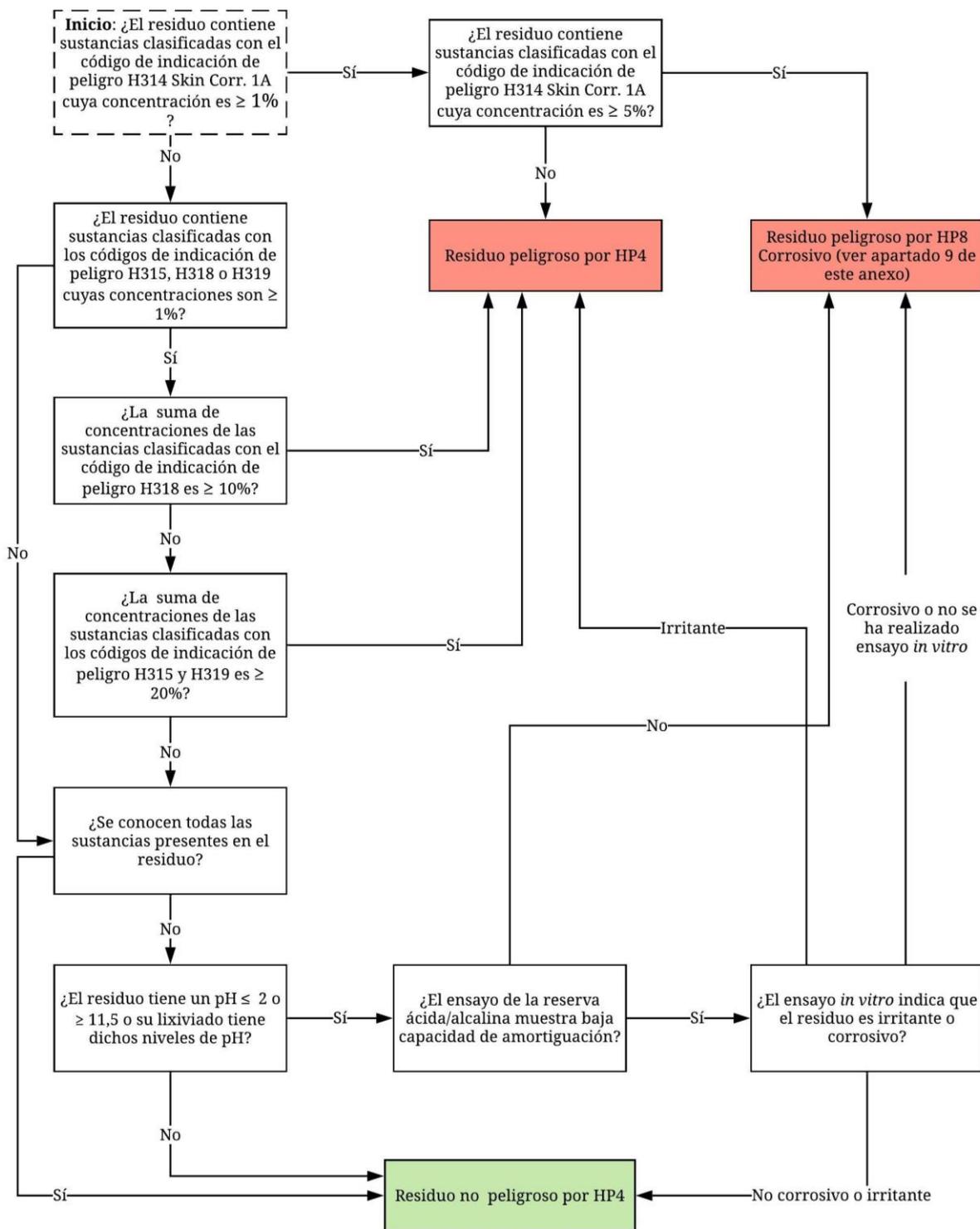


Figura 12. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 4

5.2 DETERMINACIÓN DE HP 4 BASADA EN ENSAYOS

Para la determinación de la característica de peligrosidad HP 4 mediante ensayos deberá tenerse en cuenta lo expuesto en las secciones 3.2 Corrosión/ Irritación cutánea y 3.3 Irritación ocular/ daño ocular grave de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

La evaluación de esta característica de peligrosidad se podrá realizar mediante ensayos *in vitro* o a través del pH del residuo.

5.2.1 Uso del pH como indicador de la peligrosidad por HP 4 (y por HP 8)

Si el pH de un residuo o de su lixiviado es ≤ 2 o $\geq 11,5$ se considerará que el residuo es irritante o corrosivo, salvo que la reserva ácida/alcalina sugiera que el residuo puede no presentar propiedades irritantes o corrosivas a pesar del valor de pH y se confirme mediante un ensayo *in vitro* que el residuo no presenta estas características de peligrosidad.

Es preciso tener en cuenta que las características de peligrosidad HP 4 (irritante) y HP 8 (corrosivo) están relacionadas y, en muchos casos, el que el residuo presente una u otra depende de la concentración de la sustancia en dicho residuo.

Conforme al Reglamento CLP, el pH deberá usarse como criterio de clasificación para residuos que contengan ácidos o bases fuertes ($\text{pH} \leq 2$ o $\geq 11,5$). No obstante, debe tenerse en cuenta que, además de ácidos o bases fuertes, el residuo puede contener otras sustancias que lo hagan irritante o corrosivo, por lo que podría clasificarse como peligroso por HP 4 o HP 8 a pesar de que su pH esté en el rango de pH 2 a pH 11,5.

La metodología que propone la ECHA para evaluar las características de peligrosidad HP 4 y HP 8 mediante la determinación del pH y la reserva ácida/alcalina se describe en:

- Young, J.R., How, M.J., Walker, A.P y Worth, W.H.M, 1988. Classification as corrosive or irritant to skin of preparations containing acidic or alkaline substances, without testing animals. Toxic In Vitro 2(1): 19-26.

Medición del pH del residuo

Si un residuo contiene una fase acuosa el pH puede medirse fácilmente, por ejemplo mediante el método de ensayo especificado en la norma UNE-EN ISO 10523:2012. Calidad del agua. Determinación del pH.

Además, la norma UNE-EN 16192:2012³¹. Caracterización de residuos. Análisis de eluatos, especifica métodos para la determinación de diversos parámetros, entre ellos el pH, en eluatos acuosos para la caracterización de residuos.

Determinación de la reserva ácida/alcalina de un residuo

La reserva ácida/alcalina mide la capacidad de amortiguación de un residuo y debe evaluarse junto con el pH del residuo.

Para medir la reserva ácida/alcalina de un residuo puede emplearse el método propuesto en la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA citado anteriormente o una de las siguientes normas:

- UNE-CEN/TS 15364:2008. Caracterización de residuos. Ensayos del comportamiento durante la lixiviación. Ensayo de capacidad de neutralización ácida y básica.
- UNE-EN 14429:2015 Caracterización de residuos. Ensayo de comportamiento durante la lixiviación. Influencia del pH en la lixiviación con adición inicial de ácido/base.
- UNE-EN 14997:2015 Caracterización de residuos. Ensayo de comportamiento durante la lixiviación. Influencia del pH en la lixiviación con control continuo de pH.
- OECD Test nº 122. Determination of pH, Acidity and Alkalinity.

Teniendo en cuenta los valores de pH del residuo y de la reserva ácida/alcalina, el residuo se clasificará como irritante (HP 4) si:

- $\text{pH} + 1/6 \text{ reserva alcalina} \geq 13$
- $\text{pH} - 1/6 \text{ reserva ácida} \leq 1$

Por el contrario, el residuo se clasificará como corrosivo (HP 8) si:

- $\text{pH} + 1/12 \text{ reserva alcalina} \geq 14,5$
- $\text{pH} - 1/12 \text{ reserva ácida} \leq - 0,5$

La reserva ácido/alcalina por sí sola no debe utilizarse para concluir que un residuo no es irritante ni corrosivo. Es preciso confirmar este resultado mediante un ensayo *in vitro*.

³¹ Esta norma será anulada por el actual proyecto de norma PNE-FprCEN/TR 16192. Caracterización de residuos. Orientación sobre análisis de eluatos.

5.2.2 Ensayos *in vitro*

Para la evaluación de la irritación cutánea mediante ensayos *in vitro* se puede utilizar el método B.46. Irritación cutánea *in vitro*: método de ensayo con epidermis humana reconstruida que figura en el Reglamento (UE) n° 640/2012³².

Conforme al anexo I, apartado 3.3.2.3, del Reglamento CLP se considerará que las sustancias corrosivas cutáneas (codificadas como H314) provocan lesiones oculares graves (categoría 1), mientras que las sustancias irritantes cutáneas (codificadas como H315) provocan irritación ocular (categoría 2). Por tanto, con el fin de evitar llevar a cabo ensayos sobre efectos locales en los ojos con sustancias corrosivas para la piel, se deberá evaluar la corrosión cutánea antes de evaluar si se producen lesiones oculares graves o irritación ocular.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea irritante y/o corrosivo:

Compuestos metálicos de Be, Cu, Li, Ni, Sn o Zn; trióxido de cromo, ácidos y bases fuertes (ácido nítrico, ácido fluorhídrico, hidróxido sódico, hidróxido potásico, hipoclorito sódico, etc.); polisulfuros de bario, isocianato de metilo.

Ejemplos de residuos que pueden ser irritantes y/o corrosivos:

Algunas tierras filtrantes, residuos de blanqueantes, residuos de la fabricación de fertilizantes, pesticidas, jabones o pinturas.

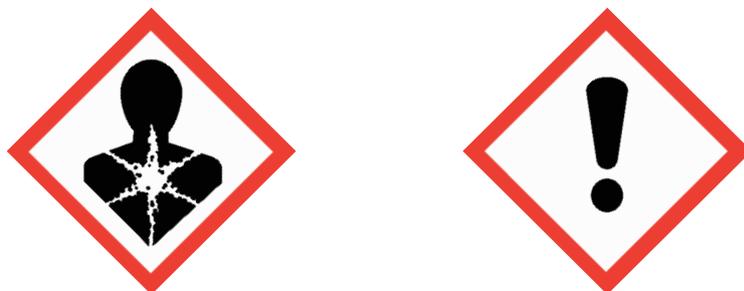
³² Reglamento (CE) n° 640/2012 de la Comisión de 6 de julio de 2012 que modifica, con vistas a su adaptación al progreso técnico, el Reglamento (CE) n° 440/2008, por el que se establecen métodos de ensayo de acuerdo con el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH).

6 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 5: TOXICIDAD ESPECÍFICA EN DETERMINADOS ÓRGANOS (STOT)/TOXICIDAD POR ASPIRACIÓN

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que pueden provocar una toxicidad específica en determinados órganos, bien por una exposición única bien por exposiciones repetidas, o que pueden provocar efectos tóxicos agudos por aspiración.

Pictograma(s) asociado(s)³³:



6.1 DETERMINACIÓN DE HP 5 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga una o varias sustancias clasificadas con uno o varios de los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro indicados en la tabla 14, y se supere o iguale uno o varios de los límites de concentración de dicha tabla, el residuo se clasificará como peligroso por HP 5.

Cuando en el residuo estén presentes sustancias clasificadas como STOT, para que se clasifique como peligroso por HP 5 la concentración de una de esas sustancias tiene que ser superior o igual al límite de concentración.

Si el residuo contiene una o varias sustancias clasificadas como Asp. Tox. 1, y la suma de esas sustancias es superior o igual al límite de concentración, se clasificará como peligroso por HP 5 sólo en el caso de que la viscosidad cinemática general (a 40°C) no supere los 20,5 mm²/s (sólo en el caso de fluidos).

³³ En el apartado 17 de este anexo figuran los códigos de indicación de peligro asociados a cada pictograma.

En la siguiente tabla se muestran los límites de concentración para las sustancias individuales:

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción	Límites de concentración (%)
STOT SE 1	H370	Provoca daños en los órganos	≥ 1
STOT SE 2	H371	Puede provocar daños en los órganos	≥ 10
STOT SE 3	H335	Puede irritar las vías respiratorias	≥ 20
STOT RE 1	H372	Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas	≥ 1
STOT RE 2	H373	Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas	≥ 10
Asp. Tox 1*	H304	Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias	≥ 10 (total)

* Sólo se suman las sustancias para la categoría Asp. Tox. 1.

Tabla 14. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 5

En la figura 13 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica HP 5.

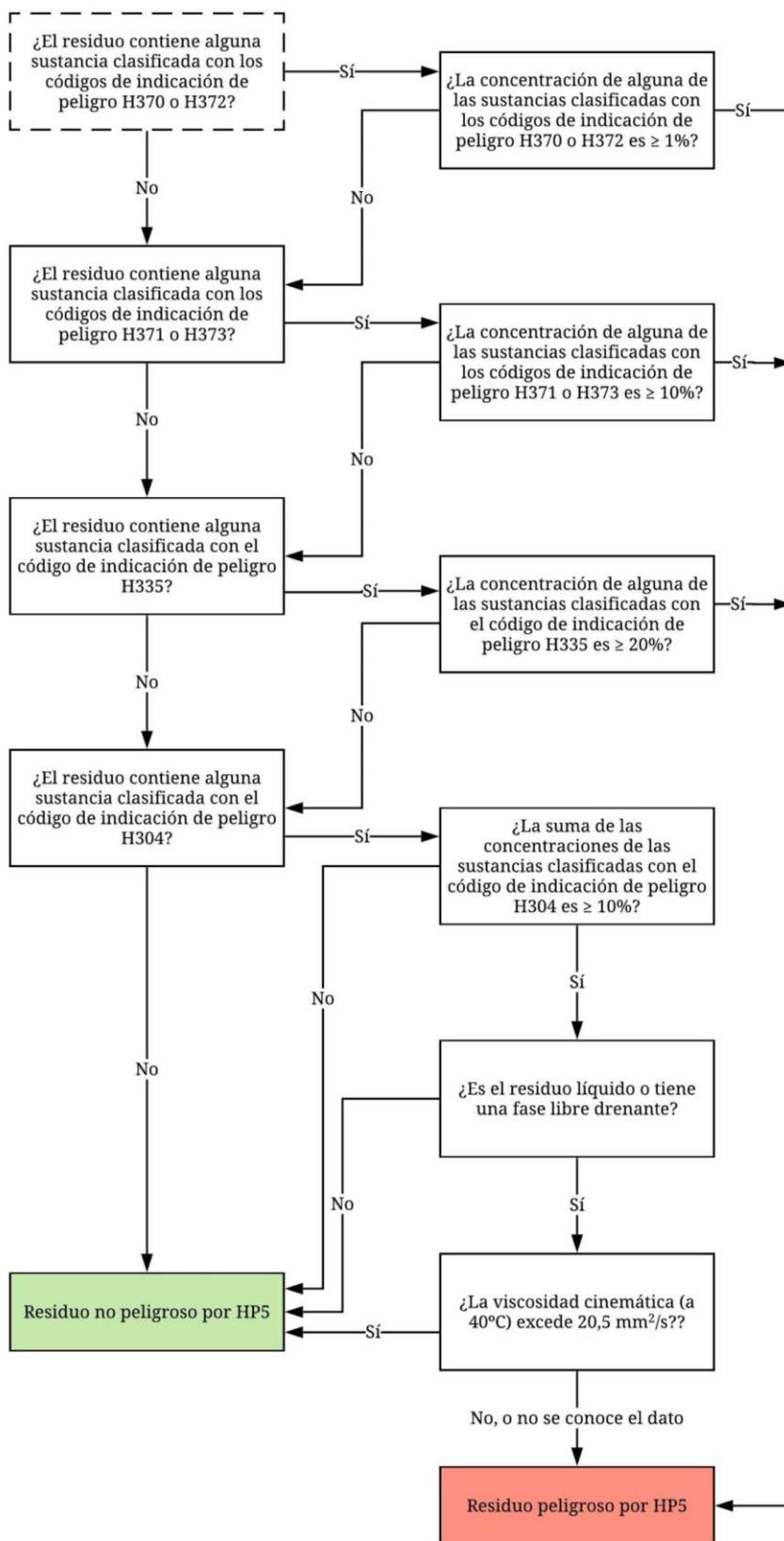


Figura 13. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 5

6.2 DETERMINACIÓN DE HP 5 BASADA EN ENSAYOS

Para la evaluación de esta característica de peligrosidad mediante ensayos se tendrán en cuenta las orientaciones que figuran en las secciones 3.8 Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única y 3.9 Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

En todo caso, dado que los métodos de ensayo que figuran en el Reglamento (CE) n° 440/2008 para determinar esta característica de peligrosidad se basan en ensayos con animales, no se considera adecuado su empleo para la clasificación de los residuos. Por tanto, para determinar si un residuo presenta la característica de peligrosidad HP 5 se deberán aplicar los criterios establecidos en el Reglamento (UE) n° 1357/2014.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea tóxico por toxicidad específica en determinados órganos o por aspiración:

Arsina (hidruro de arsénico), selenio, compuestos de berilio, níquel y cadmio, trióxido de cromo, cromato sódico, disulfuro de carbono, metanol, benceno, tolueno, hexano, ciclohexano, tetraclorometano, 1,2- dicloroetano, amianto, PCB.

Ejemplos de residuos que pueden ser tóxicos por toxicidad específica en determinados órganos o por aspiración:

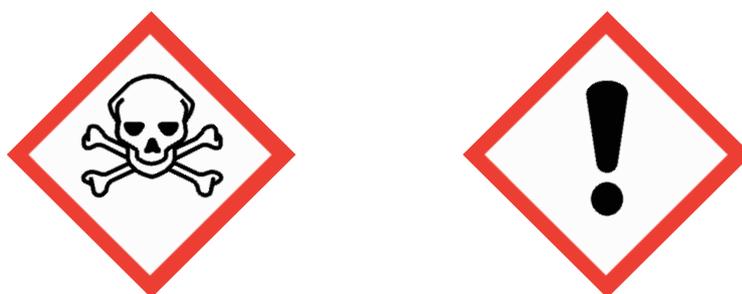
Residuos de la industria petroquímica, residuos de la fabricación de pinturas y pigmentos o de fibras artificiales y sintéticas, residuos que contengan amianto, residuos de plaguicidas, residuos de transformadores y condensadores con PCB.

7 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 6: TOXICIDAD AGUDA

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que pueden provocar efectos tóxicos agudos tras la administración por vía oral o cutánea o como consecuencia de una exposición por inhalación.

Pictograma(s) asociado(s)³⁴:



7.1 DETERMINACIÓN DE HP 6 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) nº 1357/2014, si la suma de las concentraciones de todas las sustancias presentes en un residuo, clasificadas con un código de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro de toxicidad aguda indicado en la tabla 15 es superior o igual a los límites de concentración indicados en la tabla 16, el residuo se clasificará como peligroso por HP 6. En la evaluación se tendrán en cuenta los valores de corte que figuran en la tabla 15, de manera que si la concentración de una sustancia en el residuo es menor que el valor de corte correspondiente, esa sustancia no se tendrá en cuenta en la suma de concentraciones que se compare con los límites de concentración que figuran en la tabla 16.

Cuando el residuo contenga más de una sustancia clasificada como de toxicidad aguda, la suma de las concentraciones sólo se exige para las sustancias incluidas dentro de la misma categoría de peligro.

Las tablas 15 y 16 muestran los valores de corte y los límites de concentración para la suma de sustancias establecidos en el Reglamento (UE) nº 1357/2014 para la característica de peligrosidad HP 6.

³⁴ En el apartado 17 de este anexo figuran los códigos de indicación de peligro asociados a cada pictograma.

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Valor de corte (%)
Acute Tox. 1, 2 o 3	H300, H310, H330, H301, H311, H331	0,1
Acute Tox. 4	H302, H312, H332	1

Tabla 15. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 6

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción	Límites de concentración para la suma del total de sustancias (%)
Acute Tox. 1 (Oral)	H300	Mortal en caso de ingestión	≥ 0,1
Acute Tox. 2 (Oral)			≥ 0,25
Acute Tox. 3 (Oral)	H301	Tóxico en caso de ingestión	≥ 5
Acute Tox. 4 (Oral)	H302	Nocivo en caso de ingestión	≥ 25
Acute Tox. 1 (Dermal)	H310	Mortal en contacto con la piel	≥ 0,25
Acute Tox. 2 (Dermal)			≥ 2,5
Acute Tox. 3 (Dermal)	H311	Tóxico en contacto con la piel	≥ 15
Acute Tox. 4 (Dermal)	H312	Nocivo en contacto con la piel	≥ 55
Acute Tox. 1 (Inhal)	H330	Mortal si se inhala	≥ 0,1
Acute Tox. 2 (Inhal)			≥ 0,5
Acute Tox. 3 (Inhal)	H331	Tóxico si se inhala	≥ 3,5
Acute Tox. 4 (Inhal)	H332	Nocivo si se inhala	≥ 22,5

Tabla 16. Límites de concentración para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 6

En la figura 14 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica HP 6.

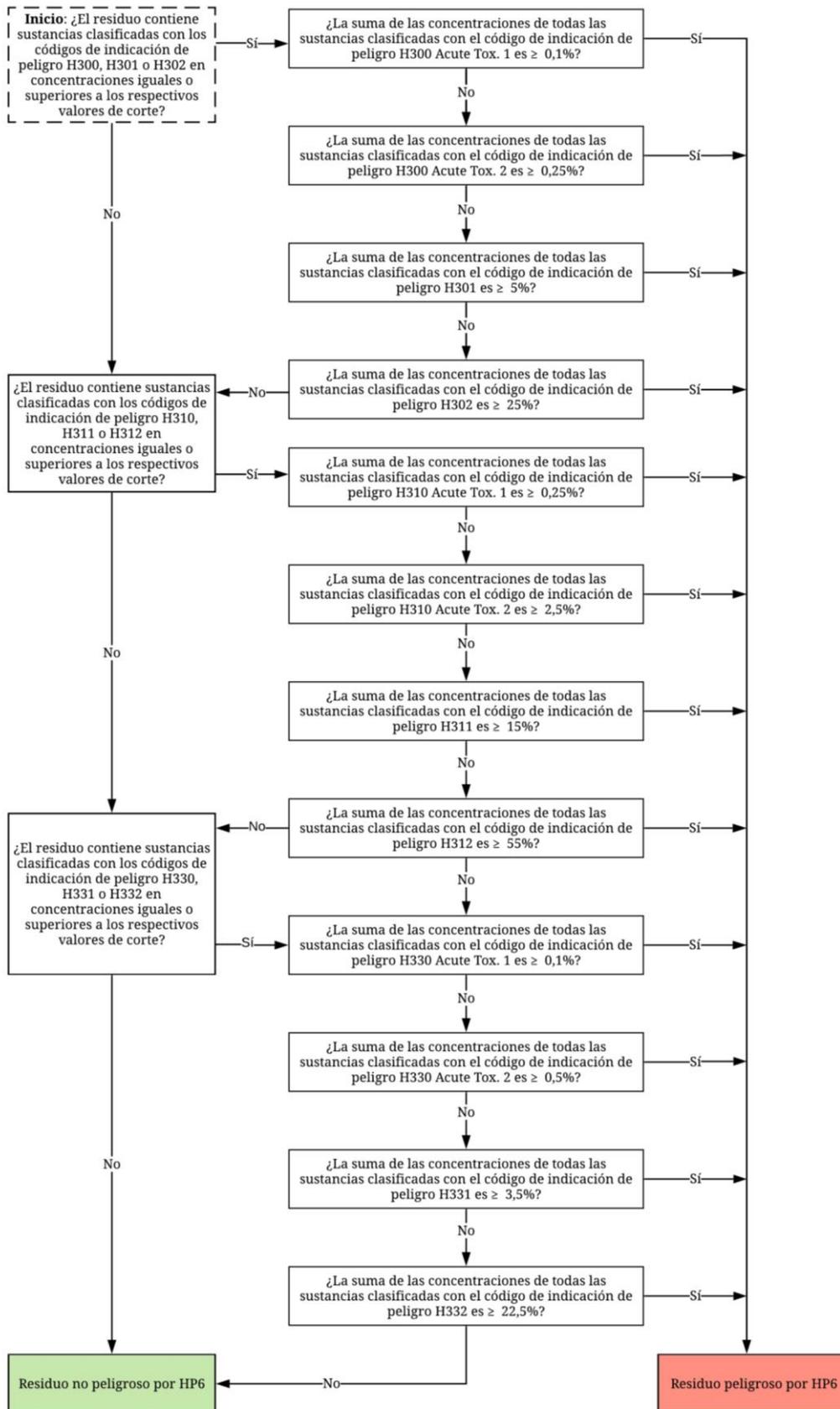


Figura 14. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 6

7.2 DETERMINACIÓN DE HP 6 BASADA EN ENSAYOS

Para la evaluación de esta característica de peligrosidad mediante ensayos se tendrán en cuenta las orientaciones que figuran en la sección 3.1 Toxicidad aguda de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

En todo caso, dado que los métodos de ensayo que figuran en el Reglamento (CE) n° 440/2008 para determinar esta característica de peligrosidad se basan en ensayos con animales, no se considera adecuado su empleo para la clasificación de los residuos. Por tanto, para determinar si un residuo presenta la característica de peligrosidad HP 6 se deberán aplicar los criterios establecidos en el Reglamento (UE) n° 1357/2014.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea tóxico:

Compuestos metálicos de As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, o Zn, dinitrotolueno, cianuro de hidrógeno, fosfuro de aluminio, 1,2- dicloroetano, tetracloroetano, clorofenoles, halógenos y compuestos halogenados, isocianato de metilo, anilinas, acrilonitrilo.

Ejemplos de residuos que pueden ser tóxicos:

Residuos de la industria química, textil, farmacéutica y papelera, residuos de la industria metalúrgica, residuos de la fabricación de pesticidas.

8 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 7: CANCERÍGENO

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que inducen cáncer o aumentan su incidencia.

Pictograma(s) asociado(s):



8.1 DETERMINACIÓN DE HP 7 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga una o varias sustancias que estén clasificadas con uno de los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro indicados en la tabla 17, y la concentración de alguna de ellas supere o iguale alguno de los límites de concentración indicados en la tabla 17, el residuo se clasificará como peligroso por HP 7.

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción	Límite de concentración (%)
Carc. 1A	H350	Puede provocar cáncer	≥ 0,1
Carc. 1B			
Carc. 2	H351	Se sospecha que provoca cáncer	≥ 1

Tabla 17. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 7

En la figura 15 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica de peligrosidad HP 7.

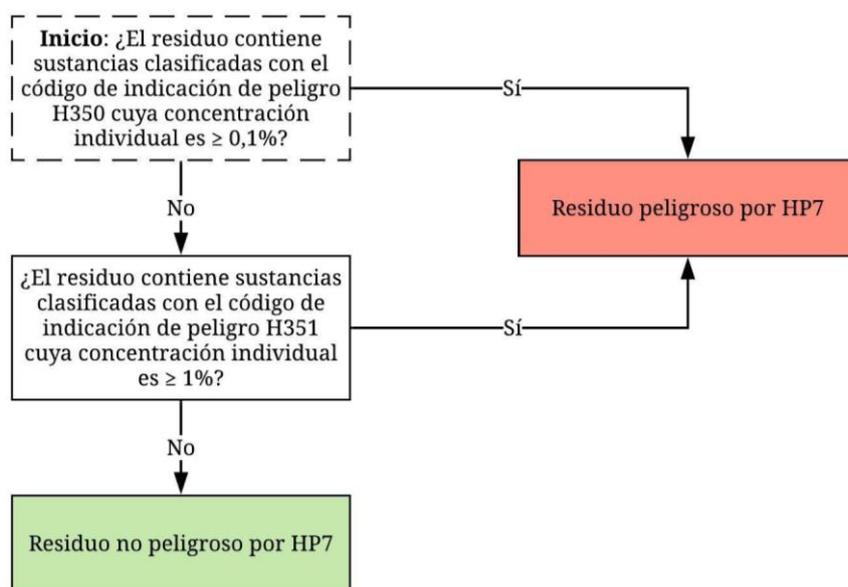


Figura 15. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 7

8.2 DETERMINACIÓN DE HP 7 BASADA EN ENSAYOS

Para la evaluación de esta característica de peligrosidad mediante ensayos se tendrán en cuenta las orientaciones que figuran en la sección 3.6 Carcinogenicidad de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

En todo caso, dado que los métodos de ensayo que figuran en el Reglamento (CE) n° 440/2008 para determinar esta característica de peligrosidad se basan en ensayos con animales, no se considera adecuado su empleo para la clasificación de los residuos. Por tanto, para determinar si un residuo presenta la característica de peligrosidad HP 7 se deberán aplicar los criterios establecidos en el Reglamento (UE) n° 1357/2014.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea cancerígeno:

Sulfato de níquel, trióxido de antimonio, berilio y compuestos de berilio, benceno, algunos PAH, 1,2-dibromoetano, cloroetileno, naftaleno, formaldehido, tricloroetileno, tetraclorometano, 1,2 dicloroetano, bromoetano, pentaclorofenol, creosota, amianto.

Ejemplos de residuos que pueden ser cancerígenos:

Residuos relacionados con el uso de combustibles fósiles, residuos de la industria química o textil, residuos de la industria metalúrgica, residuos del tratamiento de la madera.

9 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 8: CORROSIVO

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que, cuando se aplican, pueden provocar corrosión cutánea.

Pictograma(s) asociado(s):



9.1 DETERMINACIÓN DE HP 8 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga una o varias sustancias clasificadas como Skin corr. 1A, 1B o 1C (H314), cuya concentración individual supere o iguale el valor de corte indicado en la tabla 18, y la suma de las concentraciones de esas sustancias sea superior o igual al 5 %, el residuo se clasificará como peligroso por HP 8.

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción	Valor de corte (%)	Límite de concentración para la suma del total de sustancias (%)
Skin corr. 1A, 1B, 1C	H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves	1	≥ 5

Tabla 18. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos, valores de corte y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 8

La característica de peligrosidad HP 8 está relacionada con la HP 4, ya que ambas se refieren a la capacidad producir daños cutáneos y oculares, aunque con diferente nivel de gravedad. Así, un residuo que contenga sustancias corrosivas puede presentar propiedades corrosivas o irritantes en función de la concentración de dichas sustancias en el residuo.

En la tabla 19 se muestra la relación entre las características de peligrosidad HP 4 y HP 8:

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Límites de concentración para la suma del total de sustancias (%)	Clasificación del residuo
Skin corr. 1A, 1B o 1C	H314	≥ 5	HP 8
Skin corr. 1A	H314	≥ 1 y < 5	HP 4
Eye dam. 1	H318	≥ 10	HP 4
Skin irrit. 2 y Eye irrit. 2	H315+H319	≥ 20	HP 4

Tabla 19. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 4 y HP 8

En la figura 16 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica de peligrosidad HP 8.

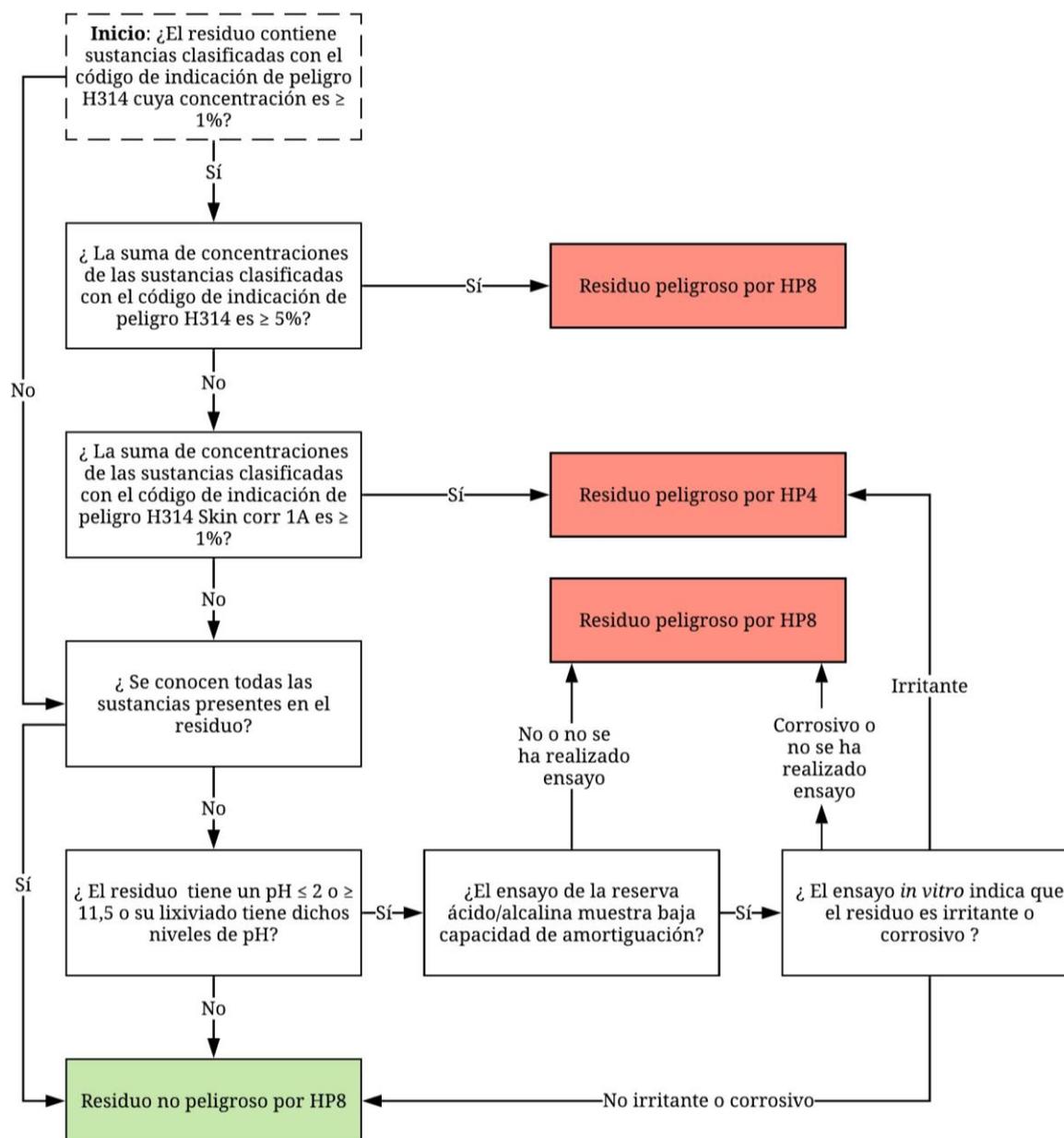


Figura 16. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 8

9.2 DETERMINACIÓN DE HP 8 BASADA EN ENSAYOS

Para la evaluación de esta característica de peligrosidad mediante ensayos se tendrán en cuenta las orientaciones que figuran en la sección 3.2 Corrosión/ irritación cutánea de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

En el Reglamento (CE) nº 440/2008 figuran dos métodos que pueden emplearse para determinar si un residuo presenta la característica de peligrosidad HP 8:

- B.40 Corrosión cutánea *in vitro*: Ensayo de resistencia eléctrica transcutánea (RET).

- B.40 BIS Corrosión cutánea *in vitro*: Ensayo con modelo de piel humana.

Asimismo, existe un método *in vitro* de la EPA, el método EPA 1120: *Dermal corrosión*, que permite determinar la capacidad corrosiva sobre la piel humana de residuos sólidos, líquidos y emulsiones.

Análogamente a la característica de peligrosidad HP 4, la característica de peligrosidad HP 8 también se puede evaluar a través de la medición del pH del residuo o de su lixiviado. Cuando un residuo tenga un $\text{pH} \leq 2$ o $\geq 11,5$, el residuo será peligroso por HP 8 salvo que se den las dos condiciones siguientes:

- Que la reserva ácido/alcalina, evaluada mediante uno de los ensayos indicados en el apartado 5.2.1 de este anexo, indique una capacidad amortiguadora suficiente. Esto se produce cuando:
 - $\text{pH} + 1/12$ reserva alcalina < 14.5 .
 - $\text{pH} - 1/12$ reserva ácida $> - 0.5$
- Se confirme mediante alguno de los ensayos *in vitro* citados anteriormente que el residuo es irritante (en cuyo caso sería peligroso por HP 4) o que no es ni irritante ni corrosivo (en cuyo caso no sería peligroso ni por HP 4 ni por HP 8).

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea corrosivo:

Compuestos metálicos de Cr, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido clorhídrico, hidróxido sódico, hidróxido de potasio, hipoclorito sódico, hipoclorito cálcico, cloruro de aluminio, polisulfuros de sodio, nitrato de plata, trietilamina.

Ejemplos de residuos que pueden ser corrosivos:

Residuos del cromado de metales, residuos de la industria petroquímica, resinas epoxi, ácidos y bases fuertes.

10 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 9: INFECCIOSO

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que contienen microorganismos viables, o sus toxinas, de los que se sabe o existen razones fundadas para creer que causan enfermedades en el ser humano o en otros organismos vivos.

Pictograma(s) asociado(s):

No tiene pictogramas asociados en el Reglamento CLP³⁵.

10.1 DETERMINACIÓN DE HP 9 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, la evaluación de esta característica de peligrosidad debe realizarse utilizando las normas establecidas en la legislación o los documentos de referencia de los Estados miembros. De hecho, el Reglamento CLP no incluye ninguna sustancia con indicaciones de peligro relacionadas con la característica de peligrosidad infeccioso.

Los residuos clasificados como peligrosos por HP 9 son principalmente residuos sanitarios que se encuentran en uno de los siguientes subcapítulos de la Decisión 2014/955/UE:

- 18 01 Residuos de maternidades, del diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades humanas.
- 18 02 Residuos de la investigación, diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades de animales.

Conforme a las orientaciones de la Comisión sobre la clasificación de los residuos, las toxinas de los microorganismos se evaluarán de la misma manera que las sustancias químicas, teniendo en cuenta sus códigos de indicación de peligro y las características de peligrosidad asociadas a estos códigos.

Sin embargo, no existen códigos de indicación de peligro para los microorganismos infecciosos, ya que estos organismos no se consideran sustancias peligrosas con arreglo al Reglamento CLP. Por

³⁵ Esta característica de peligrosidad no está contemplada en el Reglamento CLP, por lo que deberá figurar el pictograma que, en su caso, se haya establecido en la normativa autonómica correspondiente.

tanto, la evaluación de la característica de peligrosidad HP 9 se llevará a cabo mediante la referencia a categorías de grupos de riesgo de estos organismos.

El proyecto de documento de orientación sobre la aplicación de la característica de peligrosidad H6.2 (sustancias infecciosas) a los residuos contemplados en el Convenio de Basilea³⁶ propone como criterio para determinar si un residuo es infeccioso el que sea un residuo del que se sepa o se haya evaluado clínicamente que está en riesgo de estar contaminado con alguna de las sustancias de la categoría A del capítulo 2.6, apartado 2.6.3 Sustancias infecciosas, de las Recomendaciones de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas³⁷ o cualquier otro residuo que se sepa que contiene cultivos de la categoría B de las sustancias enumeradas en ese apartado.

Las Recomendaciones de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas, en su apartado 2.6.3.2, clasifican a las sustancias infecciosas en dos categorías para su transporte:

Categoría	Descripción	Número y nombre para envío
A	Sustancias infecciosas que se transportan en una forma que, al exponerse a ella, es capaz de causar una incapacidad permanente, poner en peligro la vida o causar una enfermedad mortal a seres humanos o animales previamente sanos	UN 2814 - Sustancias infecciosas que afectan a los seres humanos o a los seres humanos y los animales
		UN 2900 - Sustancias infecciosas que afectan sólo a los animales
B	Sustancias infecciosas que no cumplen los criterios para su inclusión en la categoría A	UN 3373 - Sustancias infecciosas, categoría B

Tabla 20. Clasificación de las sustancias infecciosas para su transporte

En la página 129 de dicho documento figura una tabla con ejemplos de sustancias infecciosas de la categoría A.

Basándose en la clasificación de sustancias infecciosas realizada por las Naciones Unidas, es posible valorar si un residuo debe ser clasificado como residuo peligroso por HP 9 sin necesidad de realizar ensayos.

Por otra parte, las orientaciones del Reino Unido para la clasificación de los residuos³⁸ mencionan dos maneras para evaluar la característica de peligrosidad HP 9:

³⁶ UN Environment Programme (UNEP), 2004. Draft guidance paper on hazard characteristic H6.2 (infectious substances): <http://archive.basel.int/meetings/cop/cop7/docs/11a1r1e.pdf>

³⁷ Recommendations on the transport of dangerous goods. Model regulations. Nineteenth revised edition. Volume I, 2015 http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev19/19files_e.html

³⁸ Guidance on the classification and assessment of waste (1st edition v1.1, 2018). Technical Guidance WM3. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/719394/Waste-classification-technical-guidance-WM3.pdf

- Clasificar los residuos con código espejo como peligrosos por HP 9 (asignándoles el código de residuo peligroso correspondiente) si contienen una toxina producida por un microorganismo en una concentración lo suficientemente alta como para que el residuo presente las características de peligrosidad HP 5 (toxicidad específica en determinados órganos) o HP 6 (toxicidad aguda). Entre los residuos que pueden ser infecciosos debido a toxinas microbianas se encuentran los dragados o espumas de masas de agua donde han proliferado cianobacterias.
- Identificar si los residuos sanitarios pertinentes pueden asociarse con una infección y deben ser clasificados como infecciosos.

Los códigos de la lista europea de residuos que podrían ser clasificados como peligrosos por HP 9 son los siguientes:

Código	Descripción
18 01	Residuos de maternidades, del diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades humanas
18 01 03*	Residuos cuya recogida y eliminación son objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones.
18 01 04	Residuos cuya recogida y eliminación no son objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones (por ejemplo, vendajes, vaciados de yeso, ropa blanca, ropa desechable, pañales).
18 02	Residuos de la investigación, diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades de animales.
18 02 02*	Residuos cuya recogida y eliminación son objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones.
18 02 03	Residuos cuya recogida y eliminación no es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones.

Tabla 21. Códigos de la LER vinculados a la característica de peligrosidad HP 9

De este modo, conforme a las orientaciones del Reino Unido, la clave para asignar el código de residuo peligroso o el código de residuo no peligroso consiste en determinar el significado del término “requisitos especiales” asociado a la descripción de los códigos LER anteriores. Según este documento, se aplican requisitos especiales cuando:

- se conozca o se sospeche que la persona o animal de origen (el paciente) tiene una enfermedad o infección causada por un microorganismo, o su toxina, y es probable que el residuo contenga el agente infeccioso o la toxina viables; o
- el residuo sea, o esté contaminado con, un cultivo o un enriquecimiento de un microorganismo o su toxina que pueda causar enfermedades en el ser humano u otros animales vivos; o
- el residuo pueda causar una infección a cualquier persona o animal que entre en contacto con él.

Estos requisitos especiales deberán determinarse mediante una evaluación clínica de cada residuo y paciente, de la siguiente manera:

- La evaluación clínica deberá realizarla un profesional sanitario que esté familiarizado con el tipo de residuo generado, con la condición médica actual y, cuando sea posible, con la historia clínica del paciente.
- Generalmente, no será siempre posible o práctico identificar patógenos específicos o toxinas en el residuo cuando el paciente presente síntomas por primera vez, ya que la identificación definitiva del laboratorio requiere tiempo. En este caso, el procedimiento para determinar si un residuo es peligroso por HP 9 debe asumir que el agente causante de la enfermedad no ha sido confirmado y debe basarse en la evaluación clínica de si se conoce o se sospecha de una infección no identificada de cualquier tipo.
- Todos los patógenos y toxinas microbianas deben ser incluidos en la evaluación ya que la característica de peligrosidad HP 9 no tiene en cuenta la gravedad de la enfermedad.

Cualquier residuo clasificado como peligroso por HP 9 deberá mantenerse separado de otros residuos para evitar su contaminación.

En la figura 17 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica de peligrosidad HP 9.

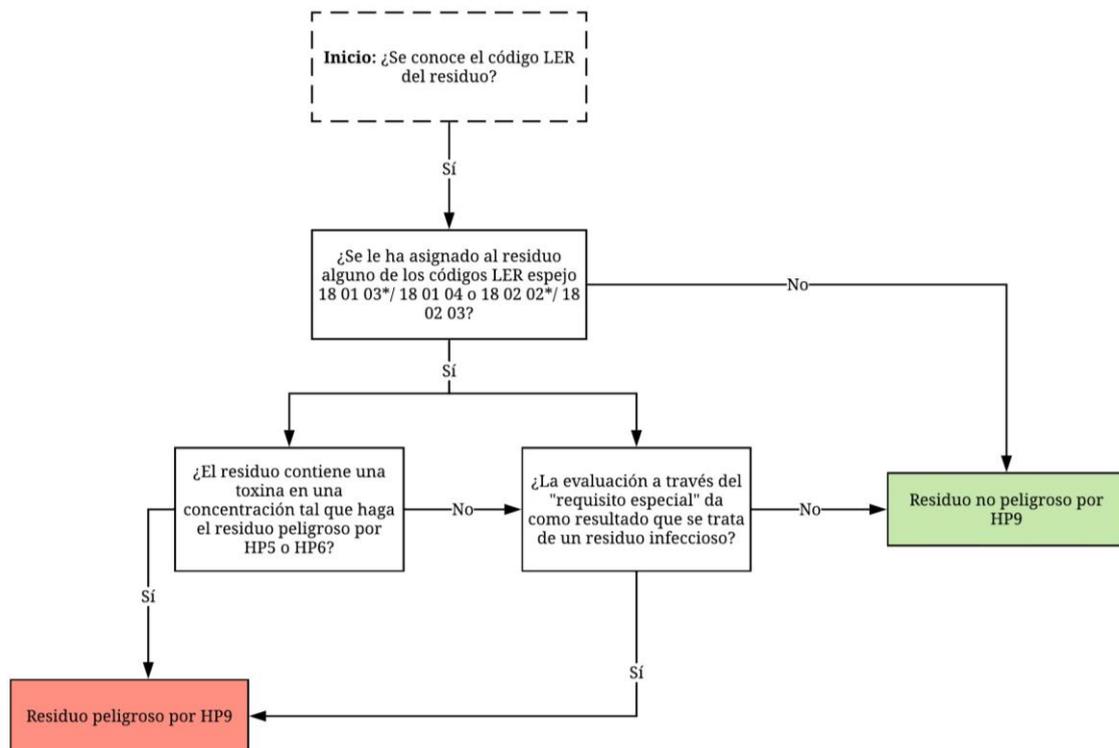


Figura 17. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 9

10.2 DETERMINACIÓN DE HP 9 BASADA EN ENSAYOS

No existen ensayos para la evaluación de esta característica de peligrosidad en el Reglamento (CE) nº 440/2008. En general, la determinación de si un residuo es infeccioso no requiere una identificación en laboratorio. La presencia o no de esta característica de peligrosidad se justificará por el origen del residuo.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea infeccioso:

Sangre y suero que contengan agentes patógenos, sustancias de partículas víricas.

Ejemplos de residuos que pueden ser infecciosos:

Todo tipo de residuos que hayan estado en contacto con humanos o animales con enfermedades infecciosas y residuos de laboratorio que hayan estado en contacto con sustancias infecciosas.

11 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 10: TÓXICO PARA LA REPRODUCCIÓN

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que tienen efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad de hombres y mujeres adultos, así como sobre el desarrollo de los descendientes.

Pictograma(s) asociado(s):



11.1 DETERMINACIÓN DE HP 10 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga alguna sustancia que esté clasificada con uno de los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro indicados en la tabla 22, y la concentración de esa sustancia supere o iguale alguno de los límites de concentración indicados en dicha tabla, el residuo se clasificará como peligroso por HP 10.

En la tabla 22 se muestran los límites de concentración para sustancias individuales establecidos en el Reglamento (UE) n° 1357/2014 para la característica de peligrosidad HP 10.

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción	Límite de concentración (%)
Repr. 1A	H360	Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto	≥ 0,3
Repr. 1B			
Repr. 2	H361	Se sospecha que perjudica la fertilidad o daña al feto	≥ 3

Tabla 22. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 10

En la figura 18 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica de peligrosidad HP 10.

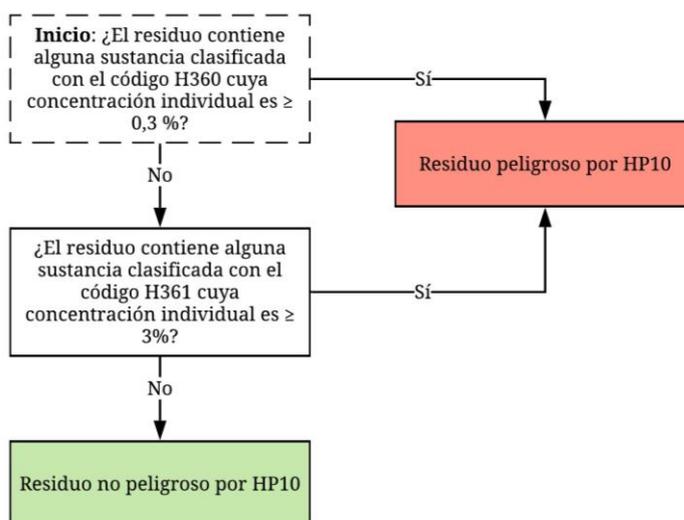


Figura 18. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 10

11.2 DETERMINACIÓN DE HP 10 BASADA EN ENSAYOS

Para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 10 mediante ensayos se tendrán en cuenta las orientaciones que figuran en la sección 3.7 Toxicidad reproductiva de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

En todo caso, dado que los métodos de ensayo que figuran en el Reglamento (CE) n° 440/2008 para determinar esta característica de peligrosidad se basan en ensayos con animales, no se consideran adecuados para la clasificación de los residuos. Por tanto, para determinar si un residuo presenta la característica de peligrosidad HP 10 se deberán identificar las sustancias peligrosas presentes en el residuo y aplicar los criterios establecidos en el Reglamento (UE) n° 1357/2014.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea tóxico para la reproducción:

Compuestos metálicos de B, Ni y Pb, trióxido de cromo, disulfuro de carbono, cromato de sodio, sulfato de cobalto, cloruro de cadmio, triclorometano, ftalatos, ácido perfluorooctanoico (PFOS), dinitrotolueno, isocianato de metilo.

Ejemplos de residuos que pueden ser tóxicos para la reproducción:

Residuos de la industria del petróleo, residuos de la industria química, residuos de la industria metalúrgica, residuos de la fabricación de pigmentos, plaguicidas o explosivos.

12 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 11: MUTÁGENO

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que pueden provocar una mutación, es decir, un cambio permanente en la cantidad o en la estructura del material genético de una célula.

Pictograma(s) asociado(s):



12.1 DETERMINACIÓN DE HP 11 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga una o varias sustancias que estén clasificadas con uno de los códigos de clase y categoría de peligro y de indicación de peligro indicados en la tabla 23, y la concentración de alguna de ellas supere o iguale los límites de concentración indicados en dicha tabla, el residuo se clasificará como peligroso por HP 11.

Códigos de clase y categoría de peligro	Indicación de peligro	Descripción	Límite de concentración (%)
Muta. 1A	H340	Puede provocar defectos congénitos	≥ 0,1
Muta 1B			
Muta. 2	H341	Se sospecha que provoca defectos congénitos	≥ 1

Tabla 23. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 11

En la figura 19 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica de peligrosidad HP 11.

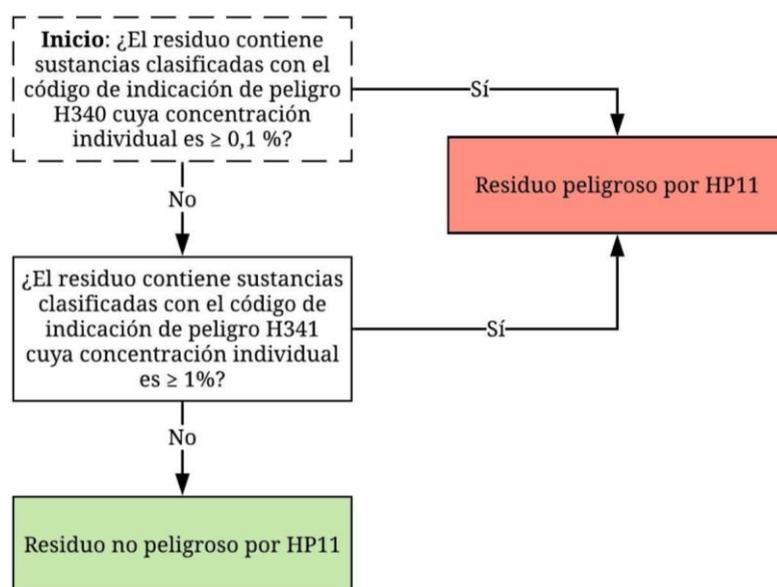


Figura 19. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 11

12.2 DETERMINACIÓN DE HP 11 BASADA EN ENSAYOS

Para la evaluación de esta característica de peligrosidad mediante ensayos se tendrán en cuenta las orientaciones que figuran en la sección 3.5 Mutagenicidad en células germinales de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

En el Reglamento (CE) n° 440/2008 figuran varios métodos que pueden emplearse para determinar si un residuo presenta la característica de peligrosidad HP 11:

- B.10 Mutagenicidad - Ensayo de aberraciones cromosómicas *in vitro* en mamíferos.
- B.13/14 Mutagenicidad - Ensayo de mutación inversa en bacterias.
- B.15 Ensayos de mutagénesis y detección de carcinogénesis - Mutación génica - *Saccharomyces cerevisiae*.
- B.17 Mutagenicidad - ensayo de mutación génica de células de mamífero *in vitro*.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea mutágeno:

Compuestos metálicos de Ni y Cd, cromato/dicromato de sodio y de potasio, trióxido de cromo, sulfato de cobalto, benceno, tricloroetileno, dinitrotolueno, anilina y sus sales.

Ejemplos de residuos que pueden ser mutágenos:

Residuos de la industria química, textil y farmacéutica, residuos de la fabricación de pesticidas, residuos de la industria metalúrgica.

13 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD

HP 12: LIBERACIÓN DE UN GAS DE TOXICIDAD AGUDA

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que emiten gases de toxicidad aguda (Acute Tox. 1, 2 o 3) en contacto con agua o con un ácido.

Pictograma(s) asociado(s):

No tiene pictogramas asociados.

13.1 DETERMINACIÓN DE HP 12 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga una sustancia clasificada con una de las indicaciones de peligro suplementarias indicadas en la tabla 24, el residuo se clasificará como peligroso por HP 12 de acuerdo con directrices o métodos de ensayo.

Indicación de peligro	Descripción
EUH029	En contacto con agua libera gases tóxicos
EUH031	En contacto con ácidos libera gases tóxicos
EUH032	En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos

Tabla 24. Indicaciones de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 12

Las sustancias con la indicación de peligro suplementaria EUH029 son principalmente productos intermedios de la industria química que son muy reactivos en contacto con el agua. Por tanto, es poco probable que aparezcan en los residuos sin que hayan sido identificadas de antemano por sus productores y destruidas químicamente. Como excepción, está el cloruro de tionilo presente en las baterías de ion -litio.

En cambio, las sustancias clasificadas con las indicaciones de peligro suplementarias EUH031 y EUH032 son más comunes (determinados sulfuros, hipocloritos, cianuros y fluoruros).

Los gases tóxicos que se pueden liberar son el ácido sulfhídrico, el fluoruro de hidrógeno, el disulfuro de carbono, el dióxido de azufre, el cloro, el dióxido de nitrógeno, el amoníaco y el cianuro de hidrógeno.

No existen métodos de análisis estandarizados para identificar y cuantificar las sustancias clasificadas con las indicaciones de peligro suplementarias EUH029, EUH031 y EUH032, ya que su identificación requiere llevar a cabo una especiación de los elementos contenidos en los residuos.

En la bibliografía consultada se proponen los siguientes métodos para la determinación de la característica de peligrosidad HP 12:

Método de cálculo del INERIS

El Instituto Nacional del Medio Ambiente Industrial y de Riesgos de Francia (INERIS) propone el siguiente procedimiento para evaluar esta característica de peligrosidad:

1. Medir la emisión de gases en contacto con un ácido mediante un calcímetro automatizado durante 5 min. El límite de cuantificación del método se estima en 0,1 litros de gas por kg de residuo en bruto en 5 minutos;
2. Si el gas emitido es superior al límite de detección del dispositivo, comprobar si es uno de los siguientes gases: PH₃, HCN, HF, H₂S, SO₂, HCl o Cl₂ mediante sondas de detección o métodos colorimétricos cualitativos simples;
3. Si se detecta cualquiera de estos gases, especiar las sustancias emisoras (ya sea por métodos directos si están en alta concentración, mediante el enfoque del "peor caso posible" si están en baja concentración, o por métodos específicos) y comprobar si tienen una indicación de peligro EUH029, EUH031 o EUH032.

El método de ensayo utilizado se explica detalladamente en su propuesta de método para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 12.³⁹

Método de cálculo del Reino Unido

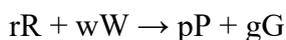
Conforme a las orientaciones del Reino Unido para la clasificación de los residuos⁴⁰, cuando un residuo contenga una sustancia clasificada con una de las indicaciones de peligro suplementarias EUH029, EUH031 o EUH032, es posible calcular el límite de concentración de la sustancia en el residuo que haría que éste se clasificara como peligroso por HP 12.

Para calcular este límite de concentración se aplicaría el siguiente método:

³⁹ Propriété de danger des déchets HP 12- Proposition d'une méthode d'évaluation et premiers résultats. Rapport d'étude n° INERIS DRC-14-141679-08275A. Avril 2015. INERIS.

⁴⁰ Guidance on the classification and assessment of waste (1st edition v1.1, 2018). Technical Guidance WM3. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/719394/Waste-classification-technical-guidance-WM3.pdf.

1. Escribir una ecuación equilibrada para la reacción que produce el gas. La forma general de esta ecuación es la siguiente:



donde:

R es la sustancia con la indicación de peligro suplementaria EUH029, EUH031 o EUH032,

W es el agua o un ácido,

P es el producto de la reacción,

G es el gas liberado, y

r, w, p y g son las relaciones estequiométricas que equilibran la ecuación.

2. Atribuir masas moleculares y relaciones estequiométricas a las sustancias de la ecuación.
3. Calcular el cociente $\frac{r \times \text{masa molecular de R}}{g \times 22,4}$ para obtener la masa de R que evoluciona a 1 litro de gas (1 mol de gas ocupa 22,4 litros a temperatura y presión estándar).
4. Convertir esta cantidad (en gramos) a porcentaje en peso (dividiendo por 1.000 -para expresarla en kilogramos- y multiplicando por 100) para obtener el límite de concentración de la sustancia R en el residuo a partir del cual el residuo se clasificaría como peligroso por HP 12.

A continuación, se muestra un ejemplo de este cálculo:

Un residuo contiene nitruro de aluminio (AlN). El nitruro de aluminio es una sustancia EUH029 que reacciona con el agua liberando gas amoníaco.



Teniendo en cuenta que:

$$r = 1 \text{ mol de AlN,}$$

$$R = 41 \text{ g;}$$

$$g = 1 \text{ mol de NH}_3$$

El límite de concentración de nitruro de aluminio en el residuo que haría que éste se clasificara como peligroso por HP 12 se calcularía como:

$$\frac{1 \times 41}{1 \times 22,4} = 1,83 \text{ (que expresado en porcentaje sería 0,18 \% en peso).}$$

En la tabla 25 se muestran los límites de concentración a partir de los cuales un residuo se clasificaría como peligroso por HP 12, de acuerdo con este método de cálculo, para algunas

sustancias clasificadas con las indicaciones de peligro suplementarias EUH029, EUH031 o EUH032 (no es un listado completo de sustancias):

Sustancia	Indicación de peligro	Ecuación	Límite de concentración para que el residuo sea peligroso por HP 12 (%) ¹
Pentasulfuro de fósforo	EUH029	$P_2S_5 + 8H_2O \rightarrow 5H_2S + 2H_3PO_4$	0,1
3,5-dicloro-2,4 difluoro-fluoruro de benzoílo (DCDFBF)	EUH029	$DCDFBF + H_2O \rightarrow HF + Prod.$	1,0
Metam-sodio	EUH031	$CH_3NHCS_2Na + H^+ \rightarrow CH_3NH_2 + CS_2 + Na^+$	0,5
Sulfuro de bario	EUH031	$BaS + 2H^+ \rightarrow H_2S + Ba^{2+}$	0,8
Polisulfuros de bario	EUH031	$BaS_n + 2H^+ \rightarrow H_2S + Ba^{2+} + S_{n-1}$	0,8
Sulfuro de calcio	EUH031	$CaS + 2H^+ \rightarrow H_2S + Ca^{2+}$	0,3
Polisulfuros de calcio	EUH031	$CaS_n + 2H^+ \rightarrow H_2S + Ca^{2+} + S_{n-1}$	0,3
Sulfuro de potasio	EUH031	$K_2S + 2H^+ \rightarrow H_2S + 2K^+$	0,5
Polisulfuros de amoníaco	EUH031	$(NH_4)_2S_n + 2H^+ \rightarrow H_2S + 2NH_4^+ + S_{n-1}$	0,3
Sulfuro de sodio	EUH031	$Na_2S + 2H^+ \rightarrow H_2S + 2Na^+$	0,4
Polisulfuros de sodio	EUH031	$Na_2S_n + 2H^+ \rightarrow H_2S + 2Na^+ + S_{n-1}$	0,4
Ditionito de sodio	EUH031	$Na_2O_6S_2 + 2H^+ \rightarrow 2Na^+ + SO_2 + H_2SO_4$	0,9
Hipoclorito de sodio, solución Cl activo ²	EUH031	$2NaOCl + 2H^+ \rightarrow Cl_2 + 2Na^+ + H_2O$	2,9
Hipoclorito de calcio, solución Cl activo ²	EUH031	$Ca(OCl)_2 + 2H^+ \rightarrow Cl_2 + Ca^{2+} + H_2O$	0,6
Ácido dicloroisocianúrico	EUH031	$C_3HCl_2N_3O_3 + 2H^+ \rightarrow C_3H_3N_3O_3 + Cl_2$	0,9
Sal sódica de ácido dicloroisocianúrico	EUH031	$C_3Cl_2N_3O_3Na + 3H^+ \rightarrow C_3H_3N_3O_3 + Cl_2 + Na^+$	1,0
Dicloroisocianurato sódico, dihidratado	EUH031	$C_3Cl_2N_3O_3Na \cdot 2H_2O + 3H^+ \rightarrow C_3H_3N_3O_3 + Cl_2 + Na^+ + 2H_2O$	1,1
Ácido tricloroisocianúrico	EUH031	$2C_3Cl_3N_3O_3 + 6H^+ \rightarrow 2C_3H_3N_3O_3 + 3Cl_2$	0,7

Sustancia	Indicación de peligro	Ecuación	Límite de concentración para que el residuo sea peligroso por HP 12 (%) ¹
Sales de cianuro de hidrógeno (con la excepción de cianuros complejos tales como los ferrocianuros, ferricianuros y el oxicianuro de mercurio)	EUH032	$\text{NaCN} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HCN} + \text{Na}^+$	0,2
Fluoruro de sodio	EUH032	$\text{NaF} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HF} + \text{Na}^+$	0,2
Azida de sodio	EUH032	$\text{NaN}_3 + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{NH}_3 + \text{Na}^+$	0,3
Difosfuro de trizinc	EUH032	$\text{Zn}_3\text{P}_2 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{PH}_3 + 3\text{Zn}^{2+}$	0,6
Cianuro de calcio	EUH032	$\text{Ca}(\text{CN})_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{HCN} + \text{Ca}^{2+}$	0,2
Cianuro de cadmio	EUH032	$\text{Cd}(\text{CN})_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{HCN} + \text{Cd}^{2+}$	0,4
Fosfuro de aluminio	EUH029	$\text{AlP} + 3\text{H}^+ \rightarrow \text{PH}_3 + \text{Al}^{3+}$	0,3
	EUH032	$\text{AlP} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$	0,3
Fosfuro de calcio	EUH029	$\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{PH}_3 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2$	0,4
Fosfuro de magnesio	EUH029	$\text{Mg}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{PH}_3 + 3\text{Mg}(\text{OH})_2$	0,3
	EUH032		
Difosfuro de trizinc	EUH029	$\text{Zn}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{PH}_3 + 3\text{Zn}(\text{OH})_2$	0,6
	EUH032		

Notas:

¹ Redondeado al primer decimal

² Basado en 29,3 g de hipoclorito de sodio por 100 ml (solubilidad máxima)

Tabla 25. Ejemplos de sustancias que pueden causar que un residuo sea peligroso por HP 12 y límites de concentración a partir de los cuales el residuo se clasificaría como peligroso por HP 12

En la figura 20 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica de peligrosidad HP 12.

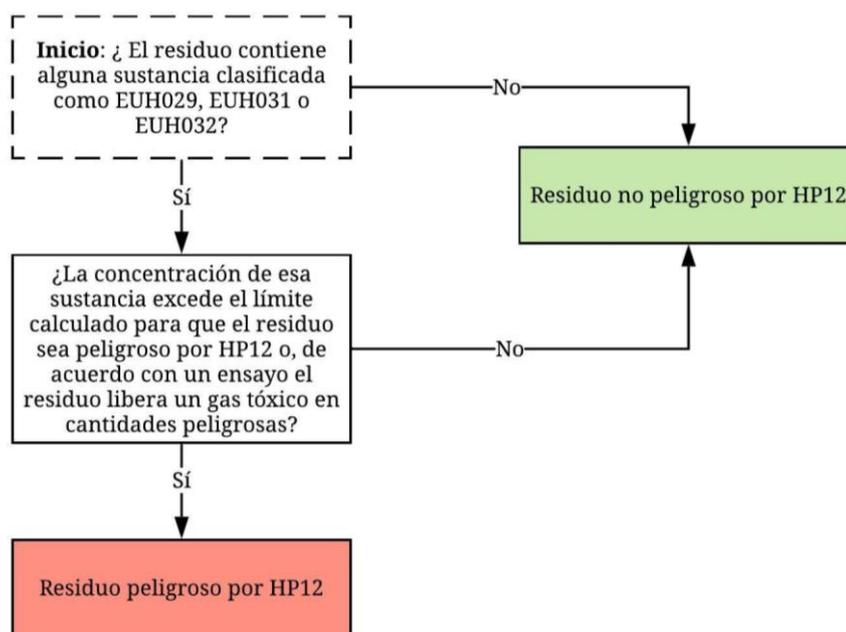


Figura 20. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 12

13.2 DETERMINACIÓN DE HP 12 BASADA EN ENSAYOS

El Reglamento (CE) n° 440/2008 no incluye ensayos para la evaluación de esta característica de peligrosidad.

En caso de que sea necesario emplear métodos de ensayo, se utilizará el método que figura en la sección 2.12 Sustancias y mezclas que, en contacto con agua, emiten gases inflamables de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA. Cuando el residuo contenga sustancias clasificadas con las indicaciones de peligro suplementarias EUH031 o EUH032 se podrá utilizar una solución de ácido clorhídrico 1 M para sustituir al agua en dicho ensayo.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo libere un gas de toxicidad aguda:

Triclorosilano, cloruro de tionilo, compuestos de fósforo, sulfuro de bario, sulfuro de calcio, selenita de sodio, sales del cianuro de hidrógeno (excepto cianuros complejos), fluoruro de sodio, ditionito de sodio y tiocianatos.

Ejemplos de residuos que pueden liberar un gas de toxicidad aguda:

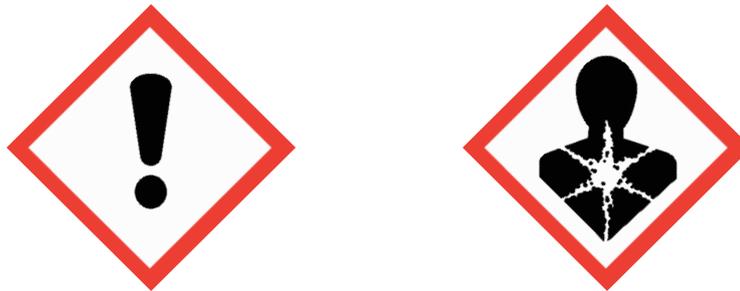
Residuos de la industria química y textil, residuos de la minería, residuos de la fabricación de fertilizantes, baterías de ión litio.

14 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 13: SENSIBILIZANTE

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que contienen una o varias sustancias que se sabe tienen efectos sensibilizantes para la piel o los órganos respiratorios.

Pictograma(s) asociado(s):



14.1 DETERMINACIÓN DE HP 13 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga una sustancia clasificada como sensibilizante y tenga asignada uno de los códigos de indicación de peligro H317 o H334, y la concentración de una sola sustancia sea superior o igual al límite del 10 %, el residuo se clasificará como peligroso por HP 13.

En la tabla 26 se muestran los límites de concentración para sustancias individuales establecidos en el Reglamento (UE) n° 1357/2014 para la característica de peligrosidad HP 13:

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción	Límite de concentración (%)
Skin Sens 1, 1A, 1B	H317	Puede provocar una reacción alérgica en la piel	≥ 10
Resp. Sens 1, 1A, 1B	H334	Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación	≥ 10

Tabla 26. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 13

En la figura 21 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica de peligrosidad HP 13.

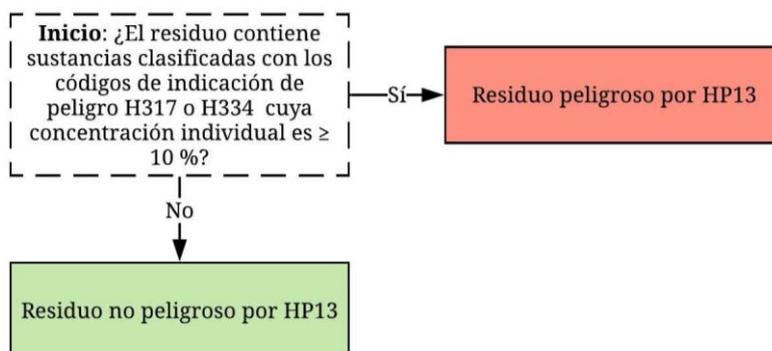


Figura 21. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 13

14.2 DETERMINACIÓN DE HP 13 BASADA EN ENSAYOS

Para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 13 mediante ensayos se tendrán en cuenta las orientaciones que figuran en la sección 3.4 Sensibilización respiratoria o cutánea de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

En todo caso, dado que los métodos de ensayo que figuran en el Reglamento (CE) n° 440/2008 para determinar esta característica de peligrosidad se basan en ensayos con animales, no se consideran adecuados para la clasificación de los residuos. Por tanto, para determinar si un residuo presenta la característica de peligrosidad HP 13 se deberán identificar las sustancias peligrosas presentes en el residuo y aplicar los criterios establecidos en el Reglamento (UE) n° 1357/2014.

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea sensibilizante:

Compuestos de Ni, berilio y compuestos de Be, persulfato de potasio, trióxido de cromo, cromato sódico, dicromato de potasio, dicromato de sodio, sulfato de cobalto, isocianatos, hidracina.

Ejemplos de residuos que pueden ser sensibilizantes:

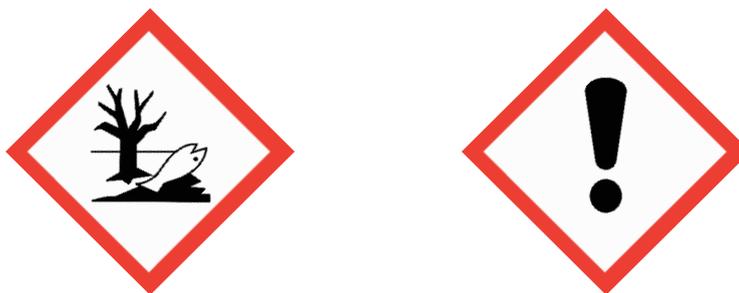
Residuos de la industria química, textil y metalúrgica, residuos la fabricación de pigmentos.

15 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 14: ECOTÓXICO

Definición:

Esta característica corresponde a los residuos que presentan o pueden presentar riesgos inmediatos o diferidos para uno o más compartimentos del medio ambiente.

Pictograma(s) asociado(s)⁴¹:



15.1 DETERMINACIÓN DE HP 14 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) 2017/997, cuando un residuo contenga una sustancia que esté clasificada como peligrosa para la capa de ozono y que tenga asignado el código de indicación de peligro H420, si la concentración de esa sustancia es igual o superior al límite de concentración indicado en la tabla 28, el residuo se clasificará como peligroso por HP 14.

Asimismo, cuando un residuo contenga una o más sustancias que estén clasificadas como tóxicas agudas para el medio acuático y que tengan asignado el código de indicación de peligro H400, o como tóxicas crónicas de categoría 1, 2, 3 o 4 para el medio acuático y que tengan asignados los códigos de indicación de peligro H410, H411, H412 o H413, si la suma de las concentraciones de esas sustancias es igual o superior a los límites de concentración indicados en la tabla 28, el residuo se clasificará como peligroso por HP 14.

Para la determinación de la característica de peligrosidad HP 14 se aplicarán los valores de corte indicados en la tabla 28, de manera que si una sustancia está presente en el residuo con una concentración menor que el valor de corte correspondiente, esa sustancia no se tendrá en cuenta en

⁴¹ En el apartado 17 de este anexo figuran los códigos de indicación de peligro asociados a cada pictograma.

la suma de concentraciones que se compare con los límites de concentración que figuran en la tabla 28.

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro	Descripción
Aquatic Acute 1	H400	Muy tóxico para los organismos acuáticos
Aquatic Chronic 1	H410	Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos
Aquatic Chronic 2	H411	Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos
Aquatic Chronic 3	H412	Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos
Aquatic Chronic 4	H413	Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos
Ozone 1	H420 ¹	Causa daños a la salud pública y el medio ambiente al destruir el ozono en la atmósfera superior

¹ Reemplaza a la indicación de peligro suplementaria EUH059 que aparecía en la versión inicial del Reglamento CLP.

Tabla 27. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro de componentes de residuos para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 14

Indicación de peligro	Valor de corte (%)	Límite de concentración (%)
H420	-	$\geq 0,1$
H400	0,1	$\sum_c (H400) \geq 25$
H410, H411, H412	H410: 0,1 H411, H412: 1	$100 \times \sum_c (H410) + 10 \times \sum_c (H411) + \sum_c (H412) \geq 25$
H410, H411, H412, H413	H410: 0,1 H411, H412, H413: 1	$\sum_c (H410) + \sum_c (H411) + \sum_c (H412) + \sum_c (H413) \geq 25$

donde, \sum_c = suma de concentraciones de las sustancias

Tabla 28. Códigos de indicación de peligro de componentes de residuos, valores de corte y límites de concentración correspondientes para la clasificación de los residuos como peligrosos por HP 14

En la figura 22 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica de peligrosidad HP 14.

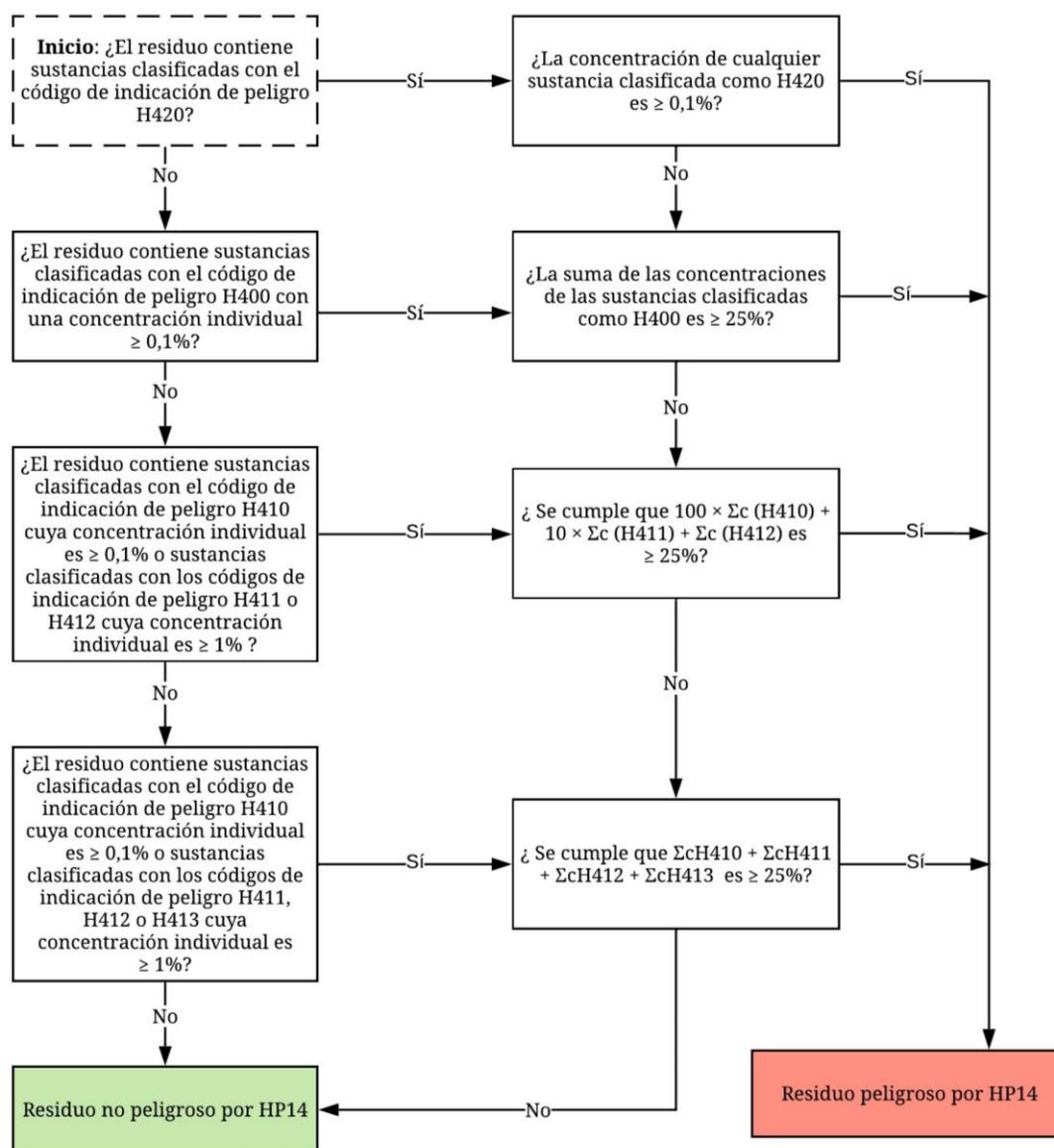


Figura 22. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 14

15.2 DETERMINACIÓN DE HP 14 BASADA EN ENSAYOS

La determinación de la ecotoxicidad de un residuo mediante ensayos es compleja ya que tanto los criterios del Reglamento CLP como los métodos de ensayo del Reglamento (CE) nº 440/2008 están pensados para determinar la ecotoxicidad de sustancias puras o mezclas de sustancias puras, pero son difíciles de aplicar en mezclas complejas de sustancias como suelen ser los residuos. En este sentido, la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA indica, en su apartado 4.1.4.3, que: “La realización de ensayos en una mezcla para evaluar su toxicidad acuática es muy compleja, tanto en términos de la realización del ensayo como en la interpretación de los resultados obtenidos. Las diferentes propiedades fisicoquímicas, como la solubilidad en agua, la presión de vapor y la adsorción, hacen que sea casi imposible preparar una concentración de exposición que

sea representativa de la mezcla, mientras que el análisis multielemental necesario para verificar dicha concentración de exposición es complejo y caro”.

Por este motivo, la evaluación de la característica de peligrosidad HP 14 deberá basarse en primer lugar en la identificación de las sustancias individuales presentes en el residuo, su clasificación y las referencias a los límites de concentración indicados en la tabla 28.⁴²

Cuando no se conozca la composición del residuo, y no sea posible determinarla mediante análisis químico, la evaluación de la ecotoxicidad se realizará mediante ensayos.

Para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 14 mediante ensayos se tendrán en cuenta las orientaciones que figuran en las secciones 4.1 Peligros para el medio ambiente y 5.1 Peligros para la capa de ozono de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

Asimismo, para la evaluación de esta característica en residuos que contienen metales se tendrá en cuenta lo establecido en el anexo IV Metales y compuestos metálicos inorgánicos de la citada guía.

Dada la complejidad que entraña la determinación de la ecotoxicidad de un residuo mediante ensayos, en caso de que sea necesario utilizarlos para evaluar esta característica de peligrosidad, los ensayos que deban llevarse a cabo estarán ligados a la gestión posterior del residuo.

Así, si un residuo que ya se ha clasificado como peligroso por HP 14 mediante ensayos de toxicidad acuática aguda se destina a ser eliminado por incineración o mediante depósito en un vertedero controlado de residuos peligrosos, no tendrá sentido determinar su toxicidad acuática crónica o su toxicidad para el medio ambiente terrestre, ya que no se prevé un contacto a largo plazo entre el residuo y el medio acuático o terrestre. Por el contrario, si se pretende destinar el residuo a una operación de valorización distinta de la valorización energética, será necesario realizar ensayos adicionales para determinar tanto su toxicidad crónica para el medio acuático como su toxicidad para el medio terrestre, ya que una vez que el residuo se incorpore de nuevo al ciclo productivo podría producirse el contacto de este residuo con el medio acuático o terrestre.

Por tanto, la batería de ensayos para determinar la ecotoxicidad de un residuo se establecerá de forma gradual en función del destino final del residuo.

Para la clasificación inicial del residuo como peligroso por HP 14 se deberá determinar, al menos, la toxicidad aguda para el medio ambiente acuático. Si los ensayos de toxicidad aguda resultaran negativos se deberá evaluar la toxicidad crónica para el medio ambiente acuático y, si los resultados obtenidos no fueran concluyentes, en función del destino final que se le vaya a dar al residuo, la toxicidad para el medio ambiente terrestre.

⁴² A pesar de que se recomienda determinar la característica HP 14 mediante la aplicación de los criterios del Reglamento (UE) 2017/997, conforme a la Decisión 2014/955/UE, en caso de que esta característica se evalúe de acuerdo con los criterios del Reglamento (UE) 2017/997 y también por medio de ensayos, prevalecerán los resultados de los ensayos.

La evaluación de la toxicidad para el medio ambiente acuático se llevará a cabo mediante los métodos de ensayo establecidos en el Reglamento (CE) n° 440/2008, u otros métodos de ensayo reconocidos internacionalmente. Para determinar la toxicidad para el medio ambiente terrestre los métodos de ensayo que figuran en este reglamento se basan en ensayos con animales, por lo que deberán utilizarse otros métodos de ensayo reconocidos internacionalmente.

15.2.1 Toxicidad para el medio ambiente acuático

15.2.1.1 Métodos de preparación de la muestra

La preparación de las muestras para ensayos de toxicidad acuática se realizará preferentemente conforme a la norma UNE-EN 14735:2006⁴³, aplicable tanto a residuos sólidos como a residuos líquidos. Además, se tendrá en cuenta lo establecido en las siguientes normas:

- UNE-EN 12457-2:2003 Caracterización de residuos. Lixiviación. Ensayo de conformidad para la lixiviación de residuos granulares y lodos. Parte 2: Ensayo por lotes de una etapa con una relación líquido-sólido de 10 l/kg para materiales con un tamaño de partícula inferior a 4 mm (con o sin reducción de tamaño).
- UNE-EN 12457-4:2003 Caracterización de residuos. Lixiviación. Ensayo de conformidad para la lixiviación de residuos granulares y lodos. Parte 4: Ensayo por lotes de una etapa con una relación líquido-sólido de 10 l/kg para materiales con un tamaño de partícula inferior a 10 mm (con o sin reducción de tamaño).

Asimismo, el documento de orientación n° 23 de la OCDE⁴⁴ proporciona, en su apartado 7.9 Sustancias multi-componentes, orientaciones sobre la preparación de la muestra para ensayos de toxicidad acuática en mezclas y preparados y en sustancias UVCBs (sustancias de composición desconocida y variable, productos de reacción complejos y materiales biológicos).

15.2.1.2 Métodos de ensayo

Métodos de ensayo para la determinación de la toxicidad aguda

Para determinar la toxicidad acuática aguda el Reglamento (CE) n° 440/2008 establece los siguientes métodos de ensayo:

- Método C.1 Toxicidad aguda en peces.
- Método C.2 Ensayo de inmovilización aguda de *Daphnia sp.*

⁴³ UNE-EN 14735:2006. Caracterización de residuos. Preparación de las muestras para ensayos de ecotoxicidad.

⁴⁴ OECD, 2019. Guidance document on aquatic toxicity testing of difficult substances and mixtures. OECD Series on Testing and Assessment. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/guidance-document-on-aquatic-toxicity-testing-of-difficult-substances-and-mixtures_0ed2f88e-en.

- Método C.3 Ensayo de inhibición de algas.

No obstante, dado que los métodos de ensayo basados en ensayos con animales no se consideran adecuados para la clasificación de los residuos, la evaluación de la toxicidad aguda se llevará a cabo mediante ensayos en *Daphnia sp.* y en algas (debiéndose realizar uno por cada organismo).

Además de los métodos del Reglamento (UE) nº 440/2008, podrán utilizarse los siguientes:

- Ensayos de inmovilización aguda de *Daphnia sp.*:
 - OECD test nº 202: *Daphnia sp.* Acute Immobilisation Test and Reproduction Test.
 - UNE-EN ISO 6341:2013. Calidad de agua. Determinación de la inhibición de la movilidad de *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). Ensayo de toxicidad aguda.
- Ensayos de inhibición de algas:
 - OECD test nº 201: Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test.
 - UNE-EN ISO 8692:2012. Calidad del agua. Ensayo de inhibición del crecimiento de algas de agua dulce con algas verdes unicelulares.

Métodos de ensayo para la determinación de la toxicidad crónica

La evaluación de la toxicidad acuática crónica se llevará a cabo mediante alguno de los siguientes ensayos (debiéndose realizar uno por cada organismo):

- Ensayos de reproducción en *Daphnia Magna*:
 - Método C.20 del Reglamento (CE) nº 440/2008. Ensayo de reproducción en *Daphnia magna*.
 - OECD test nº 211: *Daphnia magna* Reproduction Test.
 - ISO10706:2000. Water quality. Determination of long term toxicity of substances to *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea).

En ausencia de datos adecuados de toxicidad crónica (NOEC), el Reglamento CLP permite la clasificación de una sustancia en las categorías de toxicidad crónica 1, 2 y 3 a partir de los datos de toxicidad aguda. No obstante, ello requiere combinar los datos de toxicidad aguda con información adicional sobre la degradabilidad y la bioacumulación de la sustancia. Dado que los ensayos de degradabilidad y de bioacumulación solamente tienen sentido para sustancias individuales, para evaluar la toxicidad crónica de una mezcla deberán utilizarse datos de toxicidad crónica.

Cuando un residuo consista en una mezcla de sustancias, su toxicidad crónica deberá evaluarse mediante ensayos de toxicidad crónica.

15.2.1.3 Límites aplicables

El Reglamento CLP establece los siguientes límites para la clasificación de las sustancias y mezclas como peligrosas para el medio ambiente acuático:

A) Límites para la clasificación de sustancias como peligrosas para el medio ambiente acuático⁴⁵:

Categoría de peligro	CE ₅₀ / CE _{r50} ⁽¹⁾	NOEC o CE _x ⁽²⁾
Aquatic Acute 1	≤ 1 mg/l	--
Aquatic Chronic 1	≤ 1 mg/l	≤ 0,1 mg/l
Aquatic Chronic 2	> 1 a ≤ 10 mg/l	≤ 1 mg/l
Aquatic Chronic 3	> 10 a ≤ 100 mg/l	--
Aquatic Chronic 4 ⁽³⁾	--	≤ 1 mg/l

(1) Sustancias para las que no se dispone de datos adecuados de toxicidad crónica

- CE₅₀: 48 h. CE₅₀ (para crustáceos)
- CE_{r50}: 72 o 96 h. CE_{r50} (para algas u otras plantas acuáticas). Cuando las condiciones de determinación de la CE₅₀ no se especifiquen o no se haya registrado ninguna CE_{r50}, la clasificación se basará en la CE₅₀ más baja disponible.

(2) Sustancias para las que se dispone de datos adecuados de toxicidad crónica.

(3) La categoría crónica 4 es una clasificación de tipo “red de seguridad” que se utiliza cuando los datos disponibles no permiten la clasificación de la sustancia con los criterios anteriores pero suscitan alguna preocupación. Por ejemplo, sustancias poco solubles (solubilidad en el agua < 1 mg/l) para las que no se haya registrado toxicidad aguda en concentraciones inferiores o iguales a su solubilidad en el agua, que no sean rápidamente degradables y que tengan un potencial de bioacumulación. Estas sustancias se clasificarán en la categoría crónica 4 a menos que las NOECs de toxicidad crónica sean > solubilidad en el agua o > 1 mg/l.

Tabla 29. Límites de concentración establecidos en el Reglamento CLP para la clasificación de sustancias como peligrosas para el medio ambiente acuático

Así pues, si la CE(r)₅₀ > 100 mg/l se puede asegurar que la sustancia no presenta toxicidad aguda ni crónica de categorías 1, 2 y 3 para el medio ambiente acuático. Asimismo, en caso de que la NOEC sea > 1 mg/l también se puede asegurar que la sustancia no presenta toxicidad crónica para el medio ambiente acuático en ninguna de las categorías.

⁴⁵ Todos límites reflejados en la tabla presuponen que la sustancia no es rápidamente degradable. Además, los límites que figuran para las categorías de peligro crónicas 1, 2 y 3 cuando no se dispone de datos adecuados de toxicidad crónica presuponen que la sustancia es bioacumulable.

B) Límites para la clasificación de las mezclas como peligrosas para el medio ambiente acuático cuando se dispone de datos de toxicidad para la mezcla como tal:

Categoría de peligro	C(E)L ₅₀	NOEC o CE _x
Aquatic Acute 1	≤ 1 mg/l	--
Aquatic Chronic 1 o 2 ⁽¹⁾	--	≤ 1 mg/l
Aquatic Chronic 4 ⁽²⁾	--	≤ 1 mg/l

(1) Dado que, tal y como indica el Reglamento CLP, los ensayos de degradabilidad no tienen sentido para mezclas se considerará que todos los componentes relevantes de la mezcla son no rápidamente degradables.

(2) La clasificación en la categoría crónica 4 se realizará igual que para las sustancias.

Tabla 30. Límites de concentración establecidos en el Reglamento CLP para la clasificación de mezclas como peligrosas para el medio ambiente acuático

Por tanto, los límites aplicables para la evaluación de la toxicidad de los residuos para el medio ambiente acuático serían los siguientes:

- Si alguno de los ensayos de toxicidad aguda realizados muestra una C(E)L₅₀ ≤ 1 mg/l el residuo se clasificará como peligroso por HP 14 en la categoría de toxicidad acuática aguda.
- Si alguno de los ensayos de toxicidad crónica realizados muestra una NOEC (o CE_x equivalente) ≤ 1 mg/l el residuo se clasificará como peligroso por HP 14 en las categorías de toxicidad acuática crónica. Si el residuo es una sustancia, y no se dispone de datos adecuados de toxicidad crónica, también se clasificará como peligroso por HP 14 en las categorías de toxicidad crónica si alguno de los ensayos de toxicidad aguda realizados muestra una C(E)L₅₀ ≤ 100 mg/l.
- Si todas las NOEC obtenidas en los ensayos de toxicidad crónica > 1 mg/l y todas las C(E)L₅₀ obtenidas en los ensayos de toxicidad aguda > 100 mg/l, o superiores al límite de solubilidad en agua en ambos casos, el residuo no se clasificaría como peligroso por HP 14, ya que no presenta toxicidad aguda ni crónica para el medio ambiente acuático.

En el caso de residuos sólidos se deberá comprobar que los resultados de los ensayos de toxicidad acuática proporcionados por el laboratorio se refieren a la concentración de residuo en la solución de ensayo. Si los resultados se refieren a la concentración de lixiviado (que es lo que se ensaya) en la solución de ensayo, será necesario corregir dichos resultados teniendo en cuenta que el lixiviado de la Norma UNE-EN 14735:2006 presenta una relación líquido/sólido de 10:1. Así pues, para expresar los resultados como C(E)L₅₀ o NOEC de residuo habrá que dividir por 10 los resultados obtenidos en los ensayos. Por último, teniendo en cuenta que la preparación del lixiviado se realiza a partir de una muestra seca, la C(E)L₅₀ o NOEC resultante para el residuo deberá corregirse teniendo en cuenta la humedad de la muestra para referirla al residuo en su estado original.

15.2.2 Toxicidad para el medio ambiente terrestre

En el caso de que los residuos se pretendan destinar a una operación de valorización distinta de la valorización energética se deberán llevar a cabo ensayos sobre organismos terrestres. Dado que los ensayos con animales no se consideran adecuados para la clasificación de los residuos, se deberá realizar, al menos, un ensayo en plantas y otro en bacterias conforme a alguno de los siguientes métodos:

- Método C.31 del Reglamento (CE) nº 440/2008. Ensayo con plantas terrestres: ensayo de emergencia y crecimiento de plántulas.
- UNE-EN ISO 11269-1:2012. Calidad del suelo. Determinación de los efectos de los contaminantes sobre la flora del suelo. Parte 1: Método para la medida de la inhibición del crecimiento radicular.
- UNE-EN ISO 11269-2:2013. Calidad del suelo. Determinación de los efectos de los contaminantes sobre la flora del suelo. Parte 2: Efectos de los suelos contaminados sobre la emergencia y el crecimiento de las plantas superiores.
- OCDE Test nº 208: Terrestrial Plant Test: Seedling Emergence and Seedling Growth Test.
- OCDE Test nº 227: Terrestrial Plant Test: Vegetative Vigour Test
- UNE-EN ISO 18187:2018. Calidad del suelo. Ensayo de contacto para muestras sólidas mediante la actividad la deshidrogenasa de *Arthrobacter globiformis*

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo sea ecotóxico:

Compuestos de As, Cd, Cr (VI), Cu, Hg, Ni, P y Pb, cianuro de hidrógeno y sus sales (excepto cianuros complejos), hidracina y sales de hidracina, sulfuros y polisulfuros de Ba, Ca, K y Na, trióxido de cromo, óxido de cobalto, cloruro de zinc, nitrato de plata, tricloroetano, tetraclorometano, PAH, PCB, diclorobenceno, pentaclorofenol, anilina y sus sales, cloroanilina.

Ejemplos de residuos que pueden ser ecotóxicos:

Residuos de la industria química, farmacéutica, fotográfica y metalúrgica, residuos de la fabricación de fertilizantes y pigmentos, residuos de plaguicidas, residuos de la industria cerámica, residuos de transformadores y condensadores con PCB.

16 DETERMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD HP 15: RESIDUOS QUE PUEDEN PRESENTAR UNA DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTES MENCIONADAS QUE EL RESIDUO ORIGINAL NO PRESENTABA DIRECTAMENTE

Definición:

Esta característica corresponde a residuos que pueden presentar una de las características de peligrosidad antes mencionadas que el residuo original no presentaba directamente.

Pictograma(s) asociado(s):

No tiene pictogramas asociados.

16.1 DETERMINACIÓN DE HP 15 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO

De acuerdo con el Reglamento (UE) n° 1357/2014, cuando un residuo contenga una o varias sustancias clasificadas con una de las indicaciones de peligro o de las indicaciones de peligro suplementarias que figuran en la tabla 31, el residuo se clasificará como peligroso por HP 15, a menos que se presente en tal forma que en ningún caso tendrá propiedades explosivas o potencialmente explosivas.

Además, los Estados Miembros podrán caracterizar un residuo como peligroso por HP 15 basándose en otros criterios aplicables, tales como la evaluación del lixiviado.

Es decir, si un residuo contiene alguna sustancia clasificada con alguno de los códigos de indicación de peligro o de las indicaciones de peligro suplementarias que figuran en la tabla 31 se realizarán los ensayos pertinentes para determinar si el residuo presenta esta característica de peligrosidad o no.

Además de estos ensayos, se podrán utilizar otros criterios, como la evaluación del lixiviado, para clasificar un residuo como peligroso por HP 15.

Códigos de clase y categoría de peligro	Códigos de indicación de peligro / indicaciones de peligro suplementarias	Descripción
Expl. 1.5	H205	Peligro de explosión en masa en caso de incendio
-	EUH001	Explosivo en estado seco
-	EUH019	Puede formar peróxidos explosivos
-	EUH044	Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado

Tabla 31. Códigos de clase y categoría de peligro y códigos de indicación de peligro para la determinación de la característica de peligrosidad HP 15

En la figura 23 se muestra el procedimiento para la determinación de la característica de peligrosidad HP 15.

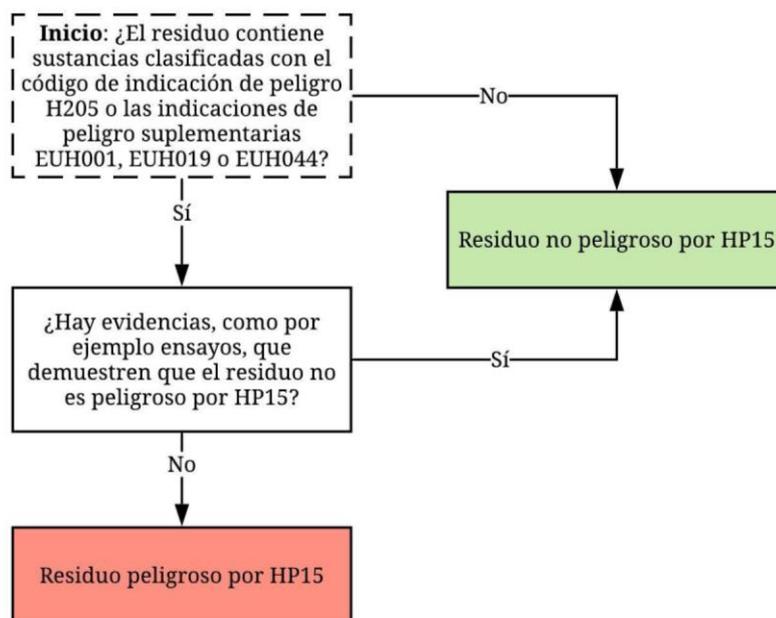


Figura 23. Diagrama de flujo para la evaluación de la característica de peligrosidad HP 15

16.2 DETERMINACIÓN DE HP 15 BASADA EN ENSAYOS

Los ensayos que se realicen para la determinación de la característica de peligrosidad HP 15 tendrán en cuenta las orientaciones que figuran en la sección 2.1 Explosivos de la guía para la aplicación de los criterios del CLP de la ECHA.

Esta guía indica que la clasificación como explosivo se basará en los métodos de ensayo que se describen en el Manual de pruebas y criterios de las Naciones Unidas⁴⁶. Este manual contiene criterios, métodos de ensayo y procedimientos para la clasificación de las mercancías peligrosas de acuerdo con las disposiciones de las Recomendaciones de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas, así como para la clasificación de las sustancias que presenten peligros físicos de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (GHS).

En el caso de residuos que contengan sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H205, este manual describe en su parte I, sección 15.6.1 el siguiente método de ensayo para determinar si una sustancia, en el mismo tipo de embalaje/envase en que será transportada, puede hacer explosión bajo los efectos del fuego:

- Prueba de reacción al fuego exterior, para las sustancias de la división 1.5.

Para los residuos que contengan sustancias clasificadas con la indicación de peligro suplementaria EUH044 (aplicable a sustancias y mezclas que no son en sí mismas explosivas, pero que podrían mostrar propiedades explosivas al calentarlas en un ambiente confinado) se utilizará la serie de pruebas E que se describen en la parte II, sección 25 del Manual de pruebas y criterios de las Naciones Unidas citado anteriormente.

Por último, para evaluar la característica de peligrosidad HP 15 en residuos que contengan sustancias clasificadas con la indicación de peligro suplementaria EUH001 se tendrá en cuenta que, tal y como indica la guía de la ECHA citada anteriormente, esta indicación de peligro se asigna a explosivos que se humedecen, diluyen, disuelven o suspenden con un flegmatizador para reducir o suprimir sus propiedades explosivas (explosivos desensibilizados) y que no cumplen los criterios de la clase de peligro de explosivos. Por tanto, para determinar su explosividad en estado seco, se utilizará el mismo método de ensayo que para la evaluación de la característica de peligrosidad HP1:

- Método A.14 Propiedades explosivas del Reglamento (CE) nº 440/2008.

⁴⁶ UN Manual of Tests and Criteria. Seventh revised edition, 2019. Disponible en: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev7/Manual_Rev7_S.pdf

Ejemplos de sustancias químicas que podrían dar lugar a que el residuo presente una característica de peligrosidad que el residuo original no presentaba directamente:

Dinitro-o-cresol (DNOC), dinoseb, sales y ésteres de dinoseb⁴⁷, dinoterb.

Ejemplos de residuos que pueden presentar una característica de peligrosidad que el residuo original no presentaba directamente:

Residuos de herbicidas.

⁴⁷ Aunque figuran en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP, tanto el DNOC como el dioseb y sus sales son plaguicidas cuyo uso está prohibido en todas sus formulaciones.

17 IDENTIFICACIÓN DE LA NATURALEZA DE LOS RIESGOS EN EL ETIQUETADO DE LOS RESIDUOS

El artículo 18.3 de la Ley 22/2011 obliga al productor o poseedor inicial de residuos a *“almacenar, envasar y etiquetar los residuos peligrosos en el lugar de producción antes de su recogida y transporte con arreglo a las normas aplicables.”*

Los residuos clasificados como peligrosos deberán etiquetarse de manera que:

1. Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua oficial del Estado.

2. En la etiqueta deberá figurar:

- a) El código y la descripción del residuo conforme a la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de las características de peligrosidad de acuerdo con el anexo III de la Directiva 2008/98/CE⁴⁸.
- b) Nombre, dirección y teléfono del productor o poseedor de los residuos.
- c) Fecha de envasado.
- d) La naturaleza de los peligros que presentan los residuos, indicados mediante los pictogramas descritos en el Reglamento CLP.

3. Cuando a un residuo se le deba asignar más de un pictograma de peligro se tendrán en cuenta los principios de prioridad establecidos en el artículo 26 del Reglamento CLP.

4. La etiqueta deberá ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores, de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y el contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. La etiqueta deberá tener, como mínimo, unas dimensiones de 10 × 10 cm.

No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas en los párrafos anteriores, siempre y cuando estén conformes con los requisitos legales vigentes.

En la tabla 32 se recogen los pictogramas de peligro que deben utilizarse para la comunicación del peligro asociado a los residuos conforme a lo establecido en el anexo V del Reglamento CLP.

En el caso de que las características de peligrosidad atribuidas a los residuos no tengan un pictograma asociado en el Reglamento CLP no se incluirá ningún pictograma en la etiqueta. Para la

⁴⁸ En su versión modificada por el Reglamento (UE) n° 1357/2014.

comunicación del peligro de los residuos infecciosos, dado que esta característica de peligrosidad no está recogida en el Reglamento CLP, se incluirá el pictograma que, en su caso, determine la normativa autonómica aplicable a los residuos con riesgo de producir infecciones.

Cuando un residuo se haya clasificado como peligroso por más de una característica de peligrosidad y, por tanto, deba incluirse en la etiqueta más de un pictograma de peligro, se tendrán en cuenta los principios de prioridad establecidos en el artículo 26 del Reglamento CLP, de manera que:

- a) si se aplica el pictograma de peligro GHS01, el uso de los pictogramas de peligro GHS02 y GHS03 será optativo, salvo en los casos en que deban figurar obligatoriamente más de uno de esos pictogramas de peligro;
- b) si se aplica el pictograma de peligro GHS06, no figurará el pictograma de peligro GHS07;
- c) si se aplica el pictograma de peligro GHS05, no figurará el pictograma de peligro GHS07 de irritación cutánea u ocular;
- d) si se aplica el pictograma de peligro GHS08 de sensibilización respiratoria, no figurará el pictograma de peligro GHS07 de sensibilización cutánea o de irritación cutánea y ocular.

Análogamente a lo establecido para sustancias en el artículo 26.2 del reglamento CLP, cuando la clasificación de un residuo dé lugar a la inclusión de más de un pictograma de peligro para la misma clase de peligro, en la etiqueta figurará el pictograma de peligro que corresponda a la categoría de mayor peligro para cada clase de peligro en cuestión. Es decir, si un residuo se ha clasificado como peligroso por HP 5 en la clase de peligro STOT SE en la categoría 1 o 2 sólo haría falta utilizar el pictograma GHS08, ya que el pictograma GHS07 se refiere a la clase de peligro STOT SE de categoría 3, que es una categoría de menor peligro.

Conforme a los principios de prioridad de pictogramas establecidos en el Reglamento CLP:

- Si un residuo se clasifica como peligroso por HP1 ya no sería necesario incluir los pictogramas de las características HP 2 y HP 3, salvo en los casos en que deban figurar obligatoriamente más de uno de esos pictogramas de peligro (si no le aplica la característica de peligrosidad HP 1 y se clasifica como peligroso por HP 2 o HP 3, se incluirá el pictograma correspondiente a la característica de peligrosidad aplicable).
- Si un residuo se clasifica como peligroso por HP 4 o HP 8 y le aplica el pictograma GHS05 entonces no figurará el pictograma de peligro GHS07.
- Si un residuo se clasifica como peligroso por HP 6 y le aplica el pictograma GHS06, entonces no figurará el pictograma de peligro GHS07.
- Si a un residuo le aplica el pictograma GHS08, sólo haría falta incluir, en su caso, el pictograma GHS07 si el residuo se clasifica como peligroso por HP 6 (en la categoría 4) o HP 14 (daña la capa de ozono).

Para la priorización del resto de pictogramas de peligro se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Si un residuo se clasifica como peligroso por alguna de las características de peligrosidad relativas a peligros físicos (HP 1, HP 2 o HP 3), en la etiqueta deberá figurar siempre el pictograma que le corresponda aplicando las reglas de priorización expuestas en el párrafo anterior.
- De ser necesario, los peligros para la salud y los peligros para el medio ambiente se priorizarán caso por caso en función de la gravedad (mayor en la categoría 1 que en la 3, por ejemplo) y la irreversibilidad de las afecciones a la salud y al medio ambiente.

Pictograma	Códigos de indicación de peligro	Característica de peligrosidad
 <p>GHS01</p>	<p>H200 H201 H202 H203 H204 H240 H241</p>	<p>HP 1</p>
 <p>GHS03</p>	<p>H270 H271 H272</p>	<p>HP 2</p>
 <p>GHS02</p>	<p>H220 H222 H223 H224 H225 H226 H228 H242 H250 H251 H252 H260 H261</p>	<p>HP 3</p>
 <p>GHS05</p>	<p>H318</p>	<p>HP 4</p>
	<p>H314</p>	<p>HP 4 y HP 8</p>
 <p>GHS08</p>	<p>H370 H371 H372 H373 H304</p>	<p>HP 5</p>
	<p>H350 H351</p>	<p>HP 7</p>

Pictograma	Códigos de indicación de peligro	Característica de peligrosidad
 GHS08	H360 H361	HP 10
	H340 H341	HP 11
	H334	HP 13
 GHS06	H300 H301 H310 H311 H330 H331	HP 6
 GHS07	H315 H319	HP 4
	H335	HP 5
	H302 H312 H332	HP 6
	H317	HP 13
	H420	HP 14
 GHS09	H400 H410 H411	HP 14
Sin pictograma asociado	H221	HP 3
		HP 9* HP 12 HP 15
	H412 H413	HP 14

* La característica de peligrosidad “Infeccioso” no está recogida en el Reglamento CLP, por lo que en la etiqueta deberá figurar el pictograma que, en su caso, haya establecido la normativa autonómica correspondiente.

Tabla 32. Pictogramas de peligro, códigos de indicación de peligro y características de peligrosidad

18 CÓDIGOS DE CLASE Y CATEGORÍA DE PELIGRO, DE INDICACIÓN DE PELIGRO Y CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD

Código de indicación de peligro ¹	Descripción	Clase y categoría de peligro (CLP)	Característica de peligrosidad ²
H200	Explosivo inestable.	Unst. Expl	HP 1
H201	Explosivo; peligro de explosión en masa.	Expl. 1.1	HP 1
H202	Explosivo; grave peligro de proyección.	Expl. 1.2	HP 1
H203	Explosivo; peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección.	Expl. 1.3	HP 1
H204	Peligro de incendio o de proyección.	Expl. 1.4	HP 1
H205	Peligro de explosión en masa en caso de incendio.	Expl. 1.5	HP 15
H220	Gas extremadamente inflamable.	Flam. Gas 1	HP 3
H221	Gas inflamable.	Flam. Gas 2	HP 3
H222	Aerosol extremadamente inflamable.	Aerosol 1	HP 3
H223	Aerosol inflamable.	Aerosol 2	HP 3
H224	Líquido y vapores extremadamente inflamables.	Flam. Liq 1	HP 3
H225	Líquido y vapores muy inflamables.	Flam. Liq 2	HP 3
H226	Líquidos y vapores inflamables.	Flam. Liq 3	HP 3
H228	Sólido inflamable.	Flam. Sol 1, 2	HP 3
H240	Peligro de explosión en caso de calentamiento.	Self- React. A Org. Perox. A	HP 1
H241	Peligro de incendio o explosión en caso de calentamiento.	Self- React. B Org. Perox. B	HP 1
H242	Peligro de incendio en caso de calentamiento.	Self- React. C, D, E, F Org. Perox. C, D, E, F	HP 3
H250	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.	Pyr. Liq. 1 Pyr. Sol. 1	HP 3
H251	Se calienta espontáneamente; puede inflamarse.	Self- heat 1	HP 3
H252	Se calienta espontáneamente en grandes cantidades; puede inflamarse.	Self- heat 2	HP 3
H260	En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente.	Water- react. 1	HP 3
H261	En contacto con el agua desprende gases inflamables.	Water- react. 2, 3	HP 3
H270	Puede provocar o agravar un incendio; comburente.	Ox. Gas 1	HP 2
H271	Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente.	Ox. Liq. 1 Ox. Sol. 1	HP 2

Código de indicación de peligro ¹	Descripción	Clase y categoría de peligro (CLP)	Característica de peligrosidad ²
H272	Puede agravar un incendio; comburente.	Ox. Liq. 2, 3 Ox. Sol. 2, 3	HP 2
H300	Mortal en caso de ingestión.	Acute. Tox. 1 (Oral) Acute. Tox. 2 (Oral)	HP 6
H301	Tóxico en caso de ingestión.	Acute. Tox. 3 (Oral)	HP 6
H302	Nocivo en caso de ingestión.	Acute. Tox. 4 (Oral)	HP 6
H304	Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	Asp. Tox. 1	HP 5
H310	Mortal en contacto con la piel.	Acute. Tox. 1 (Dermal) Acute. Tox. 2 (Dermal)	HP 6
H311	Tóxico en contacto con la piel.	Acute. Tox. 3 (Dermal)	HP 6
H312	Nocivo en contacto con la piel.	Acute. Tox. 4 (Dermal)	HP 6
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.	Skin. Corr. 1A Skin Corr. 1B, 1C	HP 4 y HP 8 HP 8
H315	Provoca irritación cutánea.	Skin Irrit. 2	HP 4
H317	Puede provocar una reacción alérgica en la piel.	Skin Sens. 1, 1A, 1B	HP 13
H318	Provoca lesiones oculares graves.	Eye Dam. 1	HP 4
H319	Provoca irritación ocular grave.	Eye Irrit. 2	HP 4
H330	Mortal en caso de inhalación.	Acute. Tox. 1 (Inhal.) Acute. Tox. 2 (Inhal.)	HP 6 HP 6
H331	Tóxico en caso de inhalación.	Acute. Tox. 3 (Inhal.)	HP 6
H332	Nocivo en caso de inhalación.	Acute. Tox. 4 (Inhal.)	HP 6
H334	Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación	Resp. Sens. 1, 1A, 1B	HP 13
H335	Puede irritar las vías respiratorias.	STOT SE 3	HP 5
H340	Puede provocar defectos genéticos.	Muta. 1A, 1B	HP 11
H341	Se sospecha que provoca defectos genéticos.	Muta. 2	HP 11
H350	Puede provocar cáncer.	Carc. 1A, 1B	HP 7
H351	Se sospecha que provoca cáncer.	Carc. 2	HP 7
H360	Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto.	Repr. 1A, 1B	HP 10
H361	Se sospecha que perjudica la fertilidad o daña al feto.	Repr. 2	HP 10
H370	Provoca daños en los órganos.	STOT SE 1	HP 5
H371	Puede provocar daños en los órganos	STOT SE 2	HP 5
H372	Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas	STOT RE 1	HP 5
H373	Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas	STOT RE 2	HP 5

Código de indicación de peligro ¹	Descripción	Clase y categoría de peligro (CLP)	Característica de peligrosidad ²
H400	Muy tóxico para los organismos acuáticos.	Aquatic Acute 1	HP 14
H410	Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.	Aquatic Chronic 1	HP 14
H411	Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.	Aquatic Chronic 2	HP 14
H412	Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.	Aquatic Chronic 3	HP 14
H413	Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.	Aquatic Chronic 4	HP 14
H420	Causa daños a la salud pública y el medio ambiente al destruir el ozono en la atmósfera superior.	Ozone 1	HP 14
EUH001	Explosivo en estado seco.	n/a	HP 15
EUH019	Puede formar peróxidos explosivos.	n/a	HP 15
EUH029	En contacto con agua libera gases tóxicos.	n/a	HP 12
EUH031	En contacto con ácidos libera gases tóxicos.	n/a	HP 12
EUH032	En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.	n/a	HP 12
EUH044	Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.	n/a	HP 15

¹ **Códigos de indicación de peligro:** Los códigos EUH son indicaciones de peligro suplementarias que aparecen en las columnas de etiquetado de la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP. Únicamente se asignan a sustancias que ya tienen asignado otro(s) código(s) de indicación de peligro en la clasificación armonizada.

² **Característica de peligrosidad:** En las características HP 1, HP 2 y HP 3 las clases y categorías de peligro y las indicaciones de peligro asignadas a una sustancia normalmente se refieren a la sustancia en estado puro (es decir, con una concentración del 100 %). Si la sustancia no es pura, o se presenta como un componente en una mezcla, pueden no aplicar los mismos peligros físicos. Por ejemplo, el etanol se clasifica como Flam. Liq. 2 (H225), siendo su punto de inflamación inferior a 60°C para la sustancia pura. Sin embargo, un residuo acuoso que contenga un 4 % de etanol podría tener un punto de inflamación superior a 60°C, por lo que no sería peligroso por HP 3 (primera definición).

Tabla 33. Códigos de indicación de peligro, clases y categorías de peligro y características de peligrosidad

ANEXO II. MUESTREO

1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto exponer los aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de elaborar y aplicar correctamente un plan de muestreo que permita obtener una muestra representativa del residuo que se pretende evaluar, de manera que se garantice la fiabilidad de los resultados obtenidos y su interpretación (en particular, la clasificación del residuo como peligroso o no peligroso y/o la determinación de sus características de peligrosidad).

Para obtener unos resultados precisos y representativos en el muestreo de residuos, antes de tomar la primera muestra, se deberá establecer un plan de muestreo que permita cumplir con el objetivo establecido en el programa de ensayo⁴⁹. De este modo, se asegura que se tienen en cuenta todos los factores necesarios para que las conclusiones basadas en las muestras sean válidas para todo el residuo.

Para la preparación del plan de muestreo se seguirán los procedimientos que figuran en la norma UNE-EN 14899:2007⁵⁰. Asimismo, para el muestreo de los residuos se tendrá en cuenta lo establecido en la serie de normas UNE-CEN/TR 15310:2008 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Partes 1 a 5⁵¹.

En la parte 1 puede consultarse cómo aplicar el enfoque estadístico al muestreo de residuos, la parte 2 describe las distintas técnicas de toma de muestras en residuos, la parte 3 especifica los aspectos relevantes para la preparación de muestras y submuestras en función de la consistencia de los residuos y la parte 4 otros aspectos relativos al envasado, conservación, almacenamiento y

⁴⁹ La norma UNE-EN 16457:2014 Caracterización de residuos. Marco para la elaboración y aplicación de un programa de ensayo. Objetivos, planificación e informe especifica los requisitos para definir un programa de ensayo de residuos. Éste incluye todas las fases desde la definición del plan de muestreo hasta el informe de medición global, pasando por la toma de muestras y su análisis en laboratorio.

⁵⁰ UNE-EN 14899:2007. Caracterización de residuos. Toma de muestras de residuos. Esquema para la preparación y aplicación de un plan de muestreo.

⁵¹ UNE-CEN/TR 15310-1:2008 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Parte 1: Orientación en la selección y aplicación de los criterios de muestreo bajo diversas condiciones.

UNE-CEN/TR 15310-2:2008 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Parte 2: Orientación en técnicas de muestreo.

UNE-CEN/TR 15310-3:2008 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Parte 3: Orientación en los procedimientos de submuestreo en campo.

UNE-CEN/TR 15310-4:2008 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Parte 4: Orientación en procedimientos para embalar, conservar, transportar y entregar muestras.

UNE-CEN/TR 15310-5:2008 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Parte 5: Orientación en el proceso de definición del plan de muestreo.

transporte de las muestras. Por último, la parte 5 se centra en el proceso general de definición del plan de muestreo y proporciona ejemplos de planes de muestreo para situaciones específicas.

Se podrán utilizar procedimientos de muestreo diferentes a los propuestos en este anexo siempre y cuando se demuestre que se han tenido en cuenta todos los aspectos relevantes mostrados en este anexo y que los resultados obtenidos son igualmente fiables.

2 DEFINICIONES

Homogeneidad	Grado en el cual una propiedad de un constituyente se encuentra uniformemente distribuida en una determinada cantidad de material.
Heterogeneidad	Grado en el cual una propiedad de un constituyente no se encuentra uniformemente distribuida en una determinada cantidad de material.
Población	La totalidad de los elementos que son objeto de muestreo.
Subpoblación	Parte definida de la población que se toma con objeto de realizar un muestreo.
Muestra	Cantidad de material tomada de una población o subpoblación con el fin de estimar las propiedades o la composición de dicha (sub)población.
Incremento muestral	Grupo de partículas extraídas de un lote de material en una sola operación del dispositivo de muestreo.
Muestra representativa	Muestra tomada de una población o subpoblación que se puede esperar que exhiba las propiedades promedio de esa (sub)población.
Muestreo	Proceso de obtención de muestras representativas y/o mediciones de una población o subpoblación.
Exactitud (accuracy)	Medida de la cercanía de una medición individual o del promedio de varias mediciones al valor verdadero. Incluye una combinación de error aleatorio (precisión) y componentes de error sistemático (sesgo) debidos a operaciones de muestreo y análisis.
Precisión (precision)	Medida del grado de acuerdo entre mediciones individuales de la misma propiedad, en condiciones similares, expresada generalmente en términos de la desviación estándar de la muestra.
Nivel de confianza	Probabilidad, generalmente expresada como un porcentaje, de que un intervalo de confianza contenga el parámetro de interés.
Intervalo de confianza	Intervalo comprendido entre un límite superior y uno inferior dentro del cual es probable que esté contenido el valor verdadero de un parámetro con una probabilidad o confianza establecida.

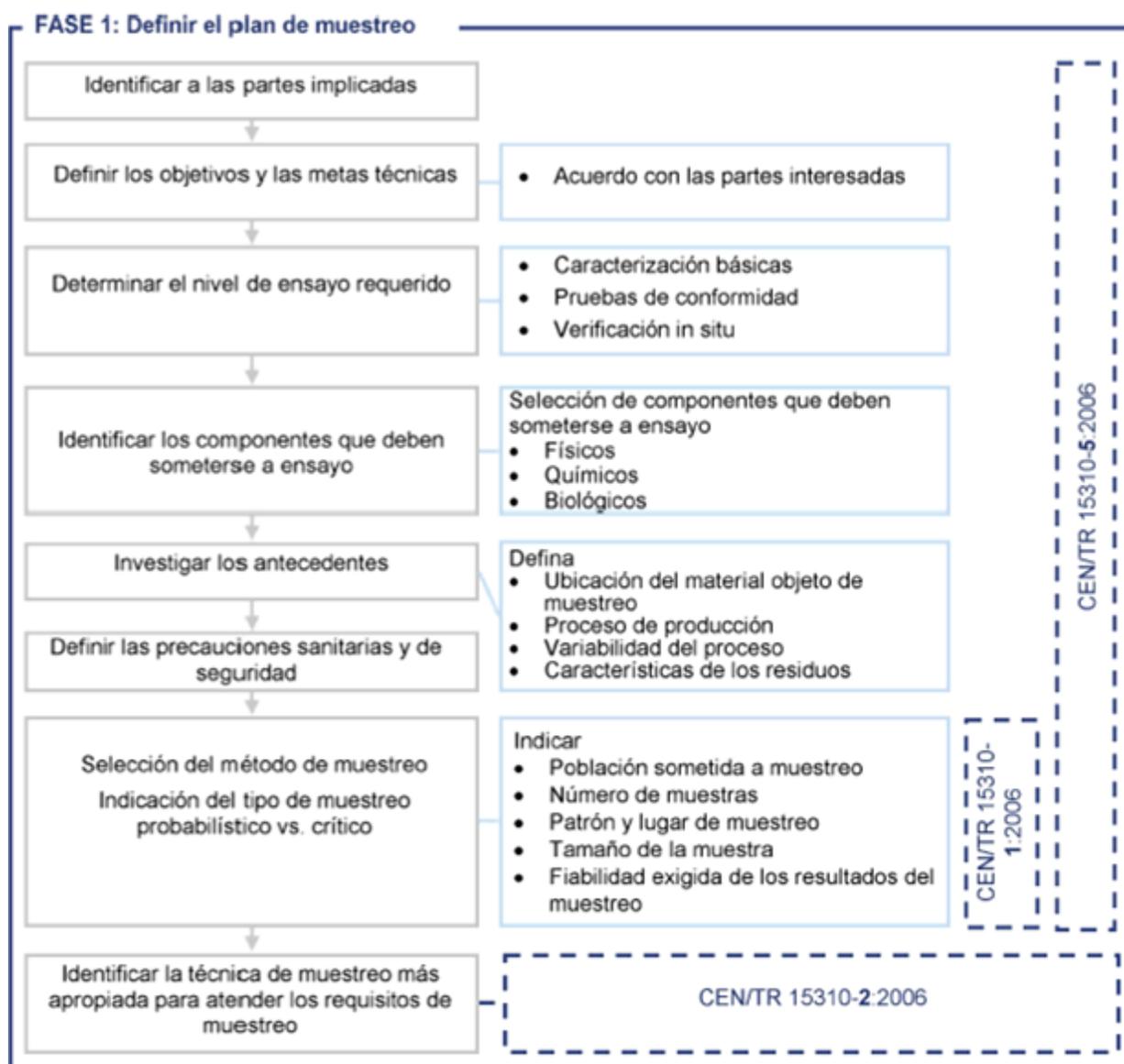
3 METODOLOGÍA GENERAL

Para garantizar la fiabilidad de la clasificación de un residuo realizada a partir de los resultados obtenidos en el muestreo es preciso que las muestras representen adecuadamente al residuo que se pretende clasificar. Esto es a menudo complejo ya que, por una parte, hay una gran diversidad de escenarios de generación y de maneras de gestionar los residuos, lo que condiciona el procedimiento de muestreo, y, por otra, las sustancias peligrosas pueden distribuirse de forma no homogénea en los residuos.

Este apartado proporciona orientación sobre cómo definir un plan de muestreo de manera que los resultados obtenidos sean representativos de la composición del residuo.

En la figura 24 se muestran las etapas que se deben llevar a cabo para la definición de un plan de muestreo conforme a la norma UNE-EN 14899:2007. En este anexo únicamente se van a desarrollar los aspectos relacionados con la selección del método de muestreo, dando orientaciones para asegurar que la muestra sea representativa del residuo objeto de evaluación. Para el resto de los aspectos contemplados en la definición del plan de muestreo se tendrá en cuenta lo especificado en la norma UNE-EN 14899:2007 y en la serie de normas UNE-CEN/TR 15310:2008 IN.

Para asegurar la trazabilidad de los resultados obtenidos, todas las etapas que se lleven a cabo para el diseño y la ejecución del plan de muestreo deberán documentarse y registrarse adecuadamente.



[Fuente: Comunicación de la Comisión COM 2018/C 124/01]

Figura 24. Diagrama de flujo para la definición del plan de muestreo

El objetivo del plan de muestreo deberá ser obtener la información suficiente sobre la naturaleza, la composición y las propiedades de los residuos para determinar si deben clasificarse o no como residuos peligrosos y asignarles, en su caso, las características de peligrosidad que les correspondan, así como el código apropiado de la Lista Europea de Residuos (LER).

Para la definición del plan de muestreo lo primero que se debe tener en cuenta es si el muestreo está orientado a:

- Una caracterización básica exhaustiva, que puede ser inicial o periódica, de los residuos generados en un proceso o actividad y/o la investigación de aspectos relevantes como la naturaleza del residuo y las causas de su variabilidad (por ejemplo, para identificar

subpoblaciones). También es aconsejable llevar a cabo una caracterización exhaustiva cuando el proceso o actividad que genera los residuos haya sufrido modificaciones que puedan alterar las características de estos residuos.

- Una evaluación de rutina de los residuos de procesos o actividades que producen residuos regularmente, y para los que la caracterización básica ya haya proporcionado suficiente información sobre los aspectos relevantes, con el fin de, por ejemplo, comparar las concentraciones de las sustancias peligrosas relevantes con los límites de concentración establecidos en la normativa. O una evaluación de un residuo aislado que sea de un tipo que ya esté bien caracterizado.
- Una verificación in situ para confirmar información específica sobre el residuo.

Previamente al muestreo se deberán identificar los aspectos relativos a la ubicación del residuo y las posibles restricciones de acceso, los procesos o actividades en los que se ha generado el residuo, la naturaleza física del residuo (por ejemplo, si es un sólido, un líquido o un lodo; si está estático o en movimiento; etc.), sus propiedades físicas y químicas, el modo de almacenamiento (en contenedores, pilas, etc.) y las dimensiones de dicho almacenamiento, la cantidad de residuo, la posible existencia de subpoblaciones o estratos y sus dimensiones, etc.

3.1 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO

La selección del método de muestreo es un aspecto clave en la elaboración del plan de muestreo, ya que de ella va a depender que la muestra obtenida represente a la totalidad del residuo que se pretende clasificar o no.

En lo que sigue se analizan los aspectos que deberán tenerse en cuenta para la selección del método de muestreo.

3.1.1 Definición de la población objeto de muestreo

La población objeto de muestreo será todo el residuo del que se pretenda obtener información a través del muestreo de cara a su clasificación como residuo peligroso o no peligroso o para la determinación de sus características de peligrosidad. Esta población se definirá explícitamente haciendo referencia a criterios espaciales o temporales.

En el caso más sencillo, dicha población podría ser, por ejemplo, un lote, una pila o un contenedor de residuos de un determinado proceso productivo. Esta población es fácil de definir y no requiere la división en subpoblaciones.

Cuando un proceso continuo produzca un flujo de residuos homogéneo, la población puede definirse en el tiempo (por ejemplo, todos los residuos producidos en un periodo de tiempo específico). En estos casos, el muestreo deberá abarcar todo el periodo de tiempo definido, de manera que el residuo

no se evaluará o clasificará hasta que haya transcurrido dicho periodo de tiempo. La clasificación del residuo podrá aplicarse a todos los residuos generados en el periodo de tiempo considerado siempre que los resultados del muestreo demuestren que el residuo es homogéneo; es decir, que no existe diferencia estadística entre las muestras tomadas a lo largo del periodo de tiempo (o lo que es lo mismo, que todos los lotes pueden considerarse iguales).

Definición de subpoblaciones

En ocasiones, estos procesos continuos producen flujos de residuos heterogéneos. Esto ocurre, por ejemplo, en procesos en los que la naturaleza, la composición o la cantidad de los materiales de entrada es variable y, por tanto, una parte del flujo de residuos puede diferir de otra en cuanto a su composición y propiedades. En estos casos, puede ser necesario dividir la población en subpoblaciones (por ejemplo, cada uno de los lotes de residuos generados en el proceso) que serán muestreadas, evaluadas y clasificadas por separado. El plan de muestreo deberá diseñarse de tal manera que permita identificar estas subpoblaciones de manera fiable.

La división en subpoblaciones resulta necesaria cuando las muestras tomadas en una parte de la población puedan generar una característica de peligrosidad o una clasificación diferente cuando se evalúan por separado de otras partes de la población. En estos casos, cada una de las subpoblaciones deberá ser evaluada por separado.

Si el productor del residuo desea considerar que todos los residuos forman parte de una única población, los resultados del muestreo deberán demostrar que ésta es una suposición razonable y que no existen subpoblaciones.

El factor principal que determina la existencia de subpoblaciones es la naturaleza del proceso en el que se generan los residuos. Cuanto más consistente y controlado sea este proceso, menos probable es que se generen subpoblaciones. Por tanto, a la hora de definir las subpoblaciones se tendrá en cuenta cualquier diferencia en el proceso que pueda causar una variación en los residuos producidos, como variaciones de los materiales de entrada o de su calidad, el que se trate de residuos producidos por más de un productor o actividad, o que el proceso de producción sufra variaciones en el tiempo.

Asimismo, también pueden generarse subpoblaciones cuando un mismo residuo se almacene en más de un contenedor y las condiciones o métodos de almacenamiento sean diferentes.

Es preciso tener en cuenta que las muestras tomadas en una subpoblación sólo pueden considerarse representativas de esa subpoblación.

En el caso de que un residuo consista en una mezcla de dos o más residuos, el plan de muestreo deberá considerar cada residuo por separado, ya que cada uno de ellos deberá ser evaluado y clasificado por separado. La única excepción a este requisito es cuando en la LER exista un código

específico para ese tipo de residuos mezclados. Por ejemplo, se podrán evaluar como un solo residuo las mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, para clasificarlas con el código 17 01 06* o el 17 01 07, o las mezclas de residuos procedentes de desarenadores y de separadores de agua/sustancias aceitosas (clasificadas con el código 13 05 08*), para determinar sus características de peligrosidad.

En cambio, se evaluarán y clasificarán como residuos separados los RCD que dispongan de un código diferenciado en la LER (por ejemplo, aquellos que contengan amianto o los materiales de construcción a base de yeso, que se evaluarán de manera diferenciada de otros RCD).

3.1.2 Evaluación de la variabilidad

El plan de muestreo deberá ser diseñado de manera que tenga en cuenta la variabilidad del residuo que vaya a ser muestreado. Por tanto, se deberá investigar y comprender la variabilidad espacial y temporal que presenta el residuo y la heterogeneidad del residuo como consecuencia de esta variabilidad.

Los residuos heterogéneos hacen más compleja la elaboración e implementación de un plan de muestreo debido a la variabilidad en la composición y características del material a muestrear y a la falta de enfoques específicos para el muestreo de residuos heterogéneos. La aplicación de enfoques de muestreo convencionales a los residuos heterogéneos es difícil y puede no proporcionar una muestra representativa.

En algunos casos, la heterogeneidad tiene que ver con la distribución de las partículas en los residuos. Esta heterogeneidad está presente, por ejemplo, cuando existe una separación por gravedad de las partículas o líquidos dentro de los residuos. La heterogeneidad de distribución puede abordarse homogeneizando (mezclando) el residuo, tomando muchos pequeños incrementos para formar una muestra o tomando una muestra de todo el perfil.

Cuando la heterogeneidad sea no aleatoria y de largo alcance, el muestreo de los residuos se podrá abordar, por ejemplo, mediante el uso de técnicas geoestadísticas que permitan identificar patrones espaciales; mediante un diseño de muestreo aleatorio estratificado; o mediante la segregación de los residuos (si es físicamente posible) en dos o más subpoblaciones que sean relativamente homogéneas internamente y que se evalúen de forma separada.

Por último, la heterogeneidad periódica (es decir, fenómenos cíclicos que afectan a los residuos generados en un proceso determinado) se puede abordar dividiendo el residuo en subpoblaciones o estableciendo un diseño de muestreo estratificado.

Para el muestreo de residuos heterogéneos se podrá tener en cuenta lo especificado en los siguientes documentos:

- U.S EPA y U.S DOE, 1992. Characterizing Heterogeneous Wastes: Methods and Recommendations⁵².
- ASTM D5956-15. Standard Guide for Sampling Strategies for Heterogeneous Wastes.

Escala del muestreo

La escala del muestreo es la cantidad de residuo a la cual representa directamente una muestra. Por ejemplo, una muestra tomada en un tanque representa directamente al material de ese tanque.

La escala define la cantidad mínima de material por debajo de la cual las variaciones se consideran no importantes. Así pues, la elección de la escala deberá basarse en el conocimiento de la heterogeneidad potencial de los residuos, procurando que una gran escala no enmascare subpoblaciones más pequeñas relevantes. El siguiente ejemplo ilustra la relación existente entre la escala de muestreo y la heterogeneidad del residuo.

Un proceso productivo produce 10 lotes de residuos de 1 tonelada que se colocan en un contenedor. 5 lotes proceden del procesado de una materia prima A y los otros 5 del procesado de una materia prima B.

Se sabe, por la caracterización básica del residuo, que la variación dentro de cada lote no es importante y que la única fuente de variabilidad es la materia prima utilizada en el proceso productivo.

En este caso, para definir la escala se podrían aplicar tres enfoques diferentes:

- i.) muestrear el contenedor (escala = 10 toneladas, la población),
- ii.) muestrear por separado los 5 lotes de residuos procedentes del procesado de la materia prima A y los 5 lotes de residuos procedentes del procesado de la materia prima B (escala = 5 toneladas, 2 subpoblaciones identificadas),
- iii.) muestrear cada lote de residuos por separado (escala = 1 tonelada).

El enfoque i.) sólo sería válido si se demostrara que el contenedor es homogéneo; es decir, que no hay diferencias entre los lotes de residuos procedentes del procesado de la materia prima A y los procedentes del procesado de la materia prima B. En caso contrario, deberían definirse dos subpoblaciones diferentes.

En el enfoque ii.) la escala es igual a la subpoblación. Este enfoque se basa en los resultados de la caracterización básica que demuestran que la única fuente significativa que causa la heterogeneidad de los residuos es la materia prima utilizada en el proceso productivo.

El enfoque iii.) sería apropiado si la heterogeneidad no se debiera sólo a la materia prima A o B utilizada (por ejemplo, si se utilizaran diferentes materias primas de calidad variable). En este caso, si hubiera diferencias entre todos los lotes, cada uno de ellos debería ser considerado como una subpoblación diferente.

⁵² U.S Environmental Protection Agency & U.S Department of Energy, 1992. Characterizing Heterogeneous Wastes: Methods and Recommendations. EPA/600/R-92/033.

Disponibile en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-03/documents/char-hetero-wastes.pdf>

Los resultados del muestreo sólo serán válidos para una escala igual o mayor que la escala de muestreo.

3.1.3 Selección del enfoque del muestreo

A la hora de diseñar el muestreo pueden adoptarse dos enfoques diferentes: el muestreo probabilístico y el muestreo a juicio del experto.

Muestreo probabilístico

En este tipo de muestreo la selección y localización de los puntos de muestreo se determinan mediante métodos estadísticos. En un muestreo probabilístico todas las partes del residuo tienen la misma probabilidad de ser muestreadas, lo que implica que toda la población debe ser accesible para el muestreo. Al utilizar métodos estadísticos, es posible garantizar que se obtienen muestras representativas de los residuos. Además, este enfoque permite cuantificar estadísticamente la fiabilidad de las conclusiones obtenidas y realizar inferencias sobre la población.

El plan de muestreo para la clasificación de un residuo y/o la evaluación de sus características de peligrosidad deberá basarse preferentemente en muestreos probabilísticos.

En general, se emplean tres tipos de muestreo probabilístico: muestreo aleatorio simple, muestreo aleatorio estratificado y muestreo sistemático.

Muestreo a juicio del experto

En este tipo de muestreo la localización de los puntos de muestreo se selecciona basándose en el conocimiento detallado del residuo sin tener en cuenta la aleatorización, de manera que no todas las partes del residuo tienen la misma probabilidad de ser muestreadas.

La utilización de muestreos a juicio del experto requiere un conocimiento profundo de las propiedades físicas y químicas del residuo y de las sustancias peligrosas presentes en el mismo. Por tanto, sólo se utilizará en aquellos casos en que se disponga de suficiente información histórica, del emplazamiento y del proceso que genera el residuo como para poder evaluar con exactitud las propiedades físicas y químicas del residuo.

Cuando se utilizan este tipo de muestreos no se puede confiar en que los resultados obtenidos sean representativos de la población. La validez de los datos obtenidos en un muestreo a juicio del experto dependerá de la fiabilidad de la información disponible sobre el residuo sobre la que se ha basado el muestreo.

Cuando se utilice un muestreo a juicio del experto deberá reflejarse en el plan de muestreo los argumentos técnicos para utilizarlo, en lugar de un muestreo probabilístico, así como la justificación para la ubicación de los puntos de muestreo. Además, el muestreo deberá aproximarse al muestreo probabilístico tanto como sea posible. Cualquier asunción relacionada con subpoblaciones no muestreadas deberá estar adecuadamente justificada.

En todo caso, debido a su naturaleza subjetiva, este tipo de muestreos sólo se utilizarán para la clasificación de un residuo cuando la concentración de las sustancias peligrosas relevantes esté muy por encima o muy por debajo de los límites de concentración establecidos en los Reglamentos (UE) nº 1357/2014 o (UE) 2017/997.

3.1.4 Definición del patrón de muestreo

El patrón de muestreo define cuándo, dónde y cómo se toman las muestras de la población o subpoblación. Los principales tipos de patrones de muestreo utilizados en el muestreo probabilístico son:

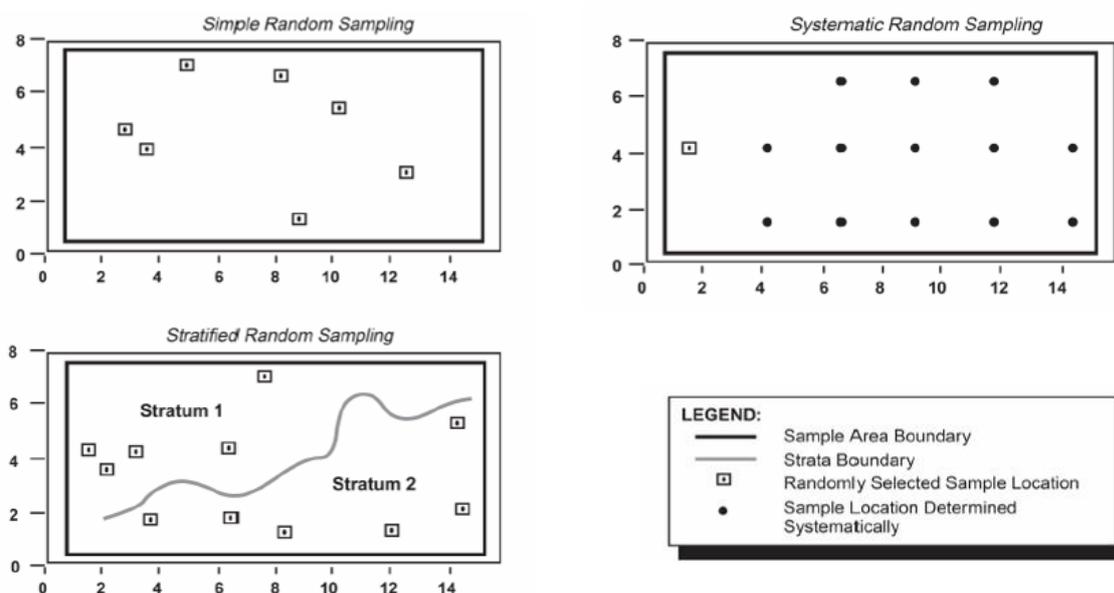
- **Muestreo aleatorio simple:** se utiliza para tomar muestras representativas de residuos que son relativamente homogéneos (no se esperan patrones importantes de distribución o zonas específicas con una alta concentración). En este tipo de muestreo las muestras se toman al azar de la población. Cada parte de la población tiene la misma probabilidad de ser muestreada, pero la distribución a través de la población puede no ser uniforme. Éste es el método de muestreo más apropiado cuando hay poca o ninguna información disponible sobre la distribución de las sustancias peligrosas en el residuo, pero puede representar inadecuadamente residuos con áreas de alta concentración o estratificación.
- **Muestreo aleatorio estratificado:** se utiliza para tomar muestras representativas de residuos en los que se sabe que existen áreas con propiedades no uniformes (estratos) o con concentraciones no uniformes ("hot spots"). En este caso, la población se divide en subpoblaciones o estratos y cada estrato se muestrea mediante un muestreo aleatorio simple. Los estratos deben definirse de manera que sean relativamente homogéneos internamente. Si cada estrato tiene el mismo tamaño, o el número de muestras se pondera en relación con el tamaño del estrato (o se ponderan los resultados obtenidos para cada estrato), cada parte de la población tiene la misma probabilidad de ser muestreada. Este tipo de muestreo proporciona una mayor precisión en la estimación de la media y la varianza de la población cuando hay estratos o áreas con altas o bajas concentraciones. Además, permite calcular estimaciones fiables de los parámetros de interés para cada estrato⁵³. Sin embargo, requiere un mayor conocimiento del residuo (para

⁵³ Cuando se utilice un muestreo estratificado para la clasificación de un residuo las áreas con concentraciones elevadas deberán evaluarse por separado con objeto de evitar la dilución de estas altas concentraciones en el residuo si se estima un único parámetro (como la concentración media) para toda la población.

definir los estratos) que cuando se utiliza un muestreo aleatorio simple y puede requerir aplicaciones estadísticas sofisticadas.

- **Muestreo sistemático:** en este tipo de muestreo el primer punto de muestreo se selecciona aleatoriamente, pero todas las muestras posteriores se toman a intervalos fijos, de manera que las muestras se distribuyen de manera uniforme en la población. Este método se puede utilizar para tomar muestras representativas de residuos poco heterogéneos y permite una identificación y una toma de muestras simplificada en relación con otras técnicas. No obstante, tiene la limitación de que no es realmente probabilístico. Para mantener la equiprobabilidad de selección de las muestras es posible seleccionar al azar el punto de muestreo dentro de cada intervalo de muestreo (espacial o temporal). Además, puede representar erróneamente residuos con áreas desconocidas de alta concentración o con estratificación. Por último, este tipo de muestreo puede conducir a errores si el intervalo de muestreo está alineado con el patrón de distribución (por ejemplo, descargas periódicas de un residuo a través de una tubería), por lo que deberá comprobarse que esto no ocurre.

En la figura 25 se representan gráficamente estos tres tipos de patrones de muestreo.



[Fuente: U.S EPA, 2015]

Figura 25. Representación espacial de los muestreos aleatorio simple, aleatorio estratificado y sistemático

3.1.5 Determinación del tipo, número y tamaño de las muestras

El plan de muestreo deberá contener instrucciones específicas sobre el tipo de muestras que se deben tomar, el número y tamaño de las muestras y, en su caso, el número de muestras individuales en una muestra compuesta.

Tipo de muestra: muestras individuales y muestras compuestas

Una muestra individual es una muestra única tomada en una ubicación determinada en un momento específico en el tiempo que se analiza como una sola unidad. Las muestras individuales son el tipo más común utilizado en los muestreos probabilísticos, pero puede ser necesario un mayor número de muestras para representar adecuadamente al residuo que cuando se utilizan muestras compuestas.

Una muestra compuesta consiste en un número de muestras individuales tomadas aleatoriamente en diferentes ubicaciones o momentos que se combinan en una sola muestra para su análisis. Las muestras compuestas se utilizan cuando se desea estimar una concentración media o una concentración normalizada de las sustancias peligrosas presentes en un residuo. No obstante, la desventaja de utilizar muestras compuestas es que únicamente proporcionan información sobre la concentración media del residuo, pero no sobre el rango de concentraciones. Además, en una muestra compuesta las concentraciones de sustancias peligrosas de áreas con altas concentraciones pueden resultar diluidas. Otro factor que debe ser considerado al utilizar muestras compuestas es que los residuos que se muestrean deben ser relativamente homogéneos y que ninguno de los contaminantes previstos puede ser un compuesto volátil, ya que las sustancias volátiles pueden perderse durante la homogeneización de las muestras individuales para formar la muestra compuesta. Finalmente, es muy importante asegurarse de que las muestras individuales tengan el mismo volumen antes de combinarlas y homogeneizarlas.

A la hora de utilizar muestras individuales o compuestas es preciso tener en cuenta que:

- Un número pequeño de muestras individuales sólo proporciona una indicación aproximada de la calidad del residuo.
- El uso de muchas muestras individuales proporciona una estimación de la media e información sobre la variabilidad / heterogeneidad del residuo.
- La utilización de una muestra compuesta proporciona una estimación de la media pero no de la variabilidad del residuo.

Por otra parte, aunque una sola muestra compuesta, formada por varias muestras individuales, puede proporcionar una estimación más precisa de la media que varias muestras individuales aisladas, no puede proporcionar una estimación del intervalo de confianza en torno a esa media, lo que resulta necesario para la evaluación y clasificación de los residuos. Para poder estimar la variabilidad del residuo, así como un intervalo de confianza para la media, se deberá tomar más de una muestra compuesta.

En particular, no se utilizarán muestras compuestas cuando:

- La integridad de los valores de las muestras individuales pueda cambiar debido a la mezcla física de las muestras (por ejemplo, que se pierdan los componentes volátiles de una muestra

individual al mezclar las muestras o que se produzcan interacciones entre los componentes de las muestras).

- Sea necesario calcular percentiles superiores.
- Las muestras individuales sean incompatibles y puedan reaccionar cuando se mezclen.
- Las propiedades de las muestras individuales, como el pH o el punto de inflamación, puedan cambiar cualitativamente al mezclar.
- La matriz de la muestra impida la correcta homogeneización y/o submuestreo
- Sea necesario evaluar si las concentraciones de diferentes sustancias peligrosas están correlacionadas en el espacio o en el tiempo.

Debido a las limitaciones de las muestras compuestas expuestas anteriormente y teniendo en cuenta que el cálculo del tamaño de la muestra es más complejo, puesto que también se debe determinar el número de muestras individuales necesarias y la masa de cada una de ellas, la evaluación de las características de peligrosidad de un residuo y su clasificación como residuo peligroso o no peligroso se basará preferentemente en muestras individuales. En todo caso, no se utilizarán muestras compuestas para la evaluación de residuos heterogéneos o cuando los residuos objeto de clasificación sean en gran parte desconocidos.

Determinación del número de muestras

El número de muestras se fijará en función de la variabilidad del residuo⁵⁴ y de la precisión y confianza deseadas.

Por lo general, todas las expresiones que se utilizan para calcular el número de muestras necesario para estimar con una fiabilidad adecuada un determinado parámetro (media o percentil) asumen que se dispone de alguna estimación previa de la variabilidad del residuo (medida como la desviación estándar de la muestra).

La falta de información previa sobre el residuo y su variabilidad es una de las dificultades más frecuentes en el muestreo. Para resolver esta cuestión, existen dos opciones:

- Realizar un muestreo preliminar para obtener una estimación de la desviación estándar. En algunos casos, cuatro o cinco muestras son suficientes para proporcionar una estimación preliminar adecuada de la desviación estándar.

⁵⁴ Cuando existan varias sustancias peligrosas en el residuo el número de muestras requerido se estimará para la sustancia que presente una mayor variabilidad.

- Utilizar datos de residuos similares. Si se dispone de ellos, se pueden utilizar datos de algún muestreo que se haya llevado a cabo en otra instalación u operación similar que emplee el mismo proceso y genere el mismo tipo de residuo.

Si no es posible obtener una estimación adecuada de la desviación estándar mediante alguna de estas dos opciones, se podría utilizar el enfoque que propone la US. EPA⁵⁵ para obtener un valor aproximado de la desviación estándar. Esta aproximación se basa en el juicio de una persona que conozca bien el residuo y que pueda estimar el rango en el cual es probable que se encuentren las concentraciones de las sustancias peligrosas presentes en el residuo. A partir de este rango de concentraciones se puede calcular un valor aproximado para la desviación estándar (s) dividiendo el rango (concentración máxima estimada menos concentración mínima) entre 6. No obstante, esta aproximación deberá utilizarse únicamente cuando no haya otra alternativa disponible.

El anexo C de la norma UNE-CEN/TR 15310-1:2008 IN especifica varios métodos para calcular el número de muestras requerido con un enfoque probabilístico. La aplicación de estos métodos de cálculo requiere un conocimiento previo de la variabilidad del residuo y fijar la confianza y la precisión deseadas.

En el anexo X3 de la norma ASTM D6311-98(2014)⁵⁶ también figura un método de cálculo alternativo para determinar el número de muestras requerido para estimar, con una precisión determinada, un valor medio o un percentil.

Para reducir la incertidumbre, es esencial que el número mínimo de muestras que deben tomarse para obtener una estimación fiable de la media o de un percentil se determine antes del muestreo. El nivel de confianza deberá ser, al menos, del 95%.

La precisión requerida dependerá de qué tan cerca se crea que está la concentración de las sustancias peligrosas de los límites de concentración establecidos en los Reglamentos (UE) n° 1357/2014 o (UE) 2017/997. Para estar seguro de que la concentración de las sustancias peligrosas está por debajo de los límites de concentración fijados en la normativa, la precisión deberá ser menor que la distancia entre el parámetro de interés estimado (por ejemplo, la media o un percentil) y el límite de concentración.

⁵⁵ Este enfoque se basa en la suposición de que más del 99 % de los valores que presenten una distribución normal se encuentran dentro del intervalo $\text{media} \pm 3$ desviaciones estándar; es decir, la longitud del intervalo es 6s. Véase apartado 5.4 de la guía de la U.S EPA para el muestreo de residuos (disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/rwsdtg_0.pdf).

⁵⁶ ASTM D6311-98(2014) Standard Guide for Generation of environmental data related to waste management activities: Selection and optimization of sampling design.

Determinación del tamaño de la muestra

El tamaño de una muestra individual deberá exceder el tamaño mínimo de muestra y proporcionar suficiente material para el análisis.

En relación con el tamaño mínimo de muestra, es preciso tener en cuenta que la muestra deberá ser lo suficientemente grande como para controlar el error causado por la variabilidad debida a las diferencias entre las partículas individuales dentro de los residuos (error fundamental). Por tanto, la muestra deberá ser lo suficientemente grande como para incluir todos los tamaños de partículas.

Esto tiene especial importancia para residuos particulados y granulares donde, debido a la naturaleza del material, las partículas individuales pueden afectar considerablemente a la composición de la muestra.

El tamaño mínimo de la muestra deberá determinarse basándose en la relación que existe entre la distribución del tamaño de partícula y el error fundamental. Para ello:

- se deberá determinar el diámetro (d) de la partícula más grande,
- la apertura del dispositivo de muestreo deberá ser $\geq 3d$ para asegurar que la distribución del tamaño de partícula en el residuo muestreado está representada en la muestra,
- se calculará la masa de la muestra en función del error fundamental que se considera aceptable. En el apéndice D de la guía de la U.S EPA para el muestreo de residuos⁵⁷ figura una expresión para el cálculo del tamaño de la muestra, así como una tabla con diferentes tamaños de muestra en función del tamaño de partícula y el error fundamental aceptado.

3.2 CONTROL DE LOS ERRORES EN EL MUESTREO

Las estimaciones de los parámetros de la población (como medias o percentiles) obtenidas a partir de los valores de las muestras incluyen siempre una variabilidad aleatoria y un sesgo (o desviación sistemática del valor verdadero). Esto se debe principalmente a la variabilidad inherente de los residuos y a la imprecisión de los métodos utilizados para la toma, la manipulación y el análisis de las muestras.

Los errores debidos al muestreo pueden ser mucho mayores que los errores de preparación y análisis de las muestras y pueden controlar la incertidumbre global asociada a un estudio de caracterización de residuos. Así pues, es necesario comprender las posibles fuentes de error y tomar medidas para minimizarlas al elaborar y ejecutar el plan de muestreo.

⁵⁷ Disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/rwsdtg_0.pdf.

Para minimizar los errores en el muestreo (así como los errores asociados a las distintas etapas contempladas en el programa de ensayo) se observarán los procedimientos descritos en la serie de normas UNE-CEN/TR 15310:2008 IN.

Además, puede consultarse el capítulo 6 de la guía de muestreo de la U.S EPA anteriormente citada, en el que se describen los tipos de errores de muestreo y las medidas que pueden adoptarse para controlar dichos errores.

Por último, la norma ASTM D6044-96(2015)⁵⁸ proporciona información para minimizar los errores que pueden producirse durante el muestreo y análisis de las muestras, así como en el proceso de inferencia estadística.

3.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL MUESTREO

El objetivo de elaborar un plan de muestreo es asegurar que los resultados identifiquen con un alto grado de confianza estadística si un residuo es peligroso o no. Por tanto, una vez obtenidos los resultados del muestreo, deberá utilizarse un enfoque estadístico para determinar, a partir de estos resultados, si el residuo debe clasificarse como residuo peligroso o como residuo no peligroso y, en su caso, asignarle las características de peligrosidad que le correspondan.

Para ello, se estimarán los parámetros de interés para la población o las subpoblaciones identificadas y los intervalos de confianza en torno a esos parámetros y se compararán estos estimadores con los límites de concentración correspondientes establecidos en los Reglamentos (UE) n° 1357/2014 y (UE) 2017/997.

En relación con los parámetros que resultan de interés para la evaluación y clasificación de un residuo, es preciso tener en cuenta que ni el Reglamento (UE) n° 1357/2014 ni el Reglamento (UE) 2017/997 especifican cómo debe determinarse la concentración de las sustancias peligrosas para su comparación con los límites de concentración establecidos. No obstante, teniendo en cuenta que estos límites representan concentraciones máximas que no pueden igualarse o superarse, se recomienda utilizar el percentil 90 como una aproximación razonable de la concentración máxima que podría obtenerse al analizar cualquier muestra del residuo.

Para garantizar que la concentración de las sustancias peligrosas presentes en el residuo es inferior a los límites de concentración establecidos en los Reglamentos (UE) n° 1357/2014 y (UE) 2017/997, se recomienda utilizar el percentil 90 como una aproximación razonable de la concentración máxima que podría obtenerse al analizar cualquier muestra del residuo.

⁵⁸ ASTM D6044-96(2015) Standard Guide for representative sampling for management of waste and contaminated media.

La explicación de los métodos estadísticos que pueden emplearse para estimar los parámetros relevantes queda fuera del alcance de este anexo. En la sección 8.2.4 y en el apéndice F de la guía de muestreo de la U.S EPA se proporciona orientación sobre el uso y la interpretación de métodos estadísticos para la toma de decisiones en relación con la clasificación de los residuos.

En todo caso, la clasificación de un residuo como peligroso o no peligroso implica la construcción de un intervalo de confianza alrededor del parámetro poblacional de interés (media o percentil) para cada una de las sustancias peligrosas relevantes para la evaluación de todas las características de peligrosidad cuya determinación se base en métodos de cálculo.

El intervalo de confianza identifica el rango alrededor del estimador dentro del cual se puede afirmar, con un determinado nivel de confianza, que se encuentra el verdadero valor del parámetro. Cuanto más estrecho sea el intervalo de confianza, mejor será la estimación del verdadero valor del parámetro. La anchura del intervalo de confianza depende de:

- la heterogeneidad de la población o subpoblación muestreada (cuanto más heterogénea sea la población, más ancho será el intervalo),
- el número de muestras tomadas (cuantas más muestras se tomen, más estrecho será el intervalo), y
- el nivel de confianza utilizado (cuanto mayor sea el nivel de confianza, más ancho será el intervalo).

Para la clasificación de un residuo se utilizará, como mínimo, un nivel de confianza del 90 %. Esto implica que si el límite superior del intervalo de confianza (UCL) del 90 % para el percentil 90 está por debajo del límite de concentración correspondiente, se puede estar seguro al 95 % (ya que el intervalo de confianza es bilateral) de que un muestreo adicional no generará un percentil 90 igual o superior al límite de concentración y de que el verdadero valor del percentil también se encuentra por debajo de este límite.

Una vez estimados los parámetros de interés y sus respectivos intervalos de confianza se obtendrán tres posibles respuestas⁵⁹:

- los resultados del muestreo demuestran con un alto grado de fiabilidad estadística que los residuos son peligrosos (porque alguno de los límites superiores de los intervalos de confianza iguala o supera los límites de concentración correspondientes),

⁵⁹ En el caso de que los límites de concentración sean aplicables a la suma de concentraciones, los resultados se interpretarán sumando los límites superiores de los intervalos de confianza calculados para todas las sustancias peligrosas relevantes para la HP correspondiente. Si los límites de concentración aplican a sustancias individuales y el residuo contiene más de una sustancia peligrosa relevante para esa HP, los resultados se interpretarán utilizando la concentración más elevada de las sustancias peligrosas relevantes.

- los resultados del muestreo demuestran con un alto grado de fiabilidad estadística que los residuos son no peligrosos (porque todos los límites superiores de los intervalos de confianza son inferiores a los límites de concentración correspondientes), o
- el muestreo no ha proporcionado una respuesta fiable (porque la incertidumbre en el estimador no permite asegurar que las concentraciones de sustancias peligrosas están por encima o por debajo de los límites de concentración establecidos), en cuyo caso, o bien el residuo se clasifica como peligroso atendiendo al principio de precaución, o bien se realiza un muestreo adicional para aumentar la fiabilidad estadística de las conclusiones.

4 MATERIALES Y EQUIPOS DE MUESTREO

La selección del equipo de muestreo más adecuado para la toma de muestras en residuos puede ser una tarea difícil debido a la incertidumbre sobre las características físicas y la naturaleza de los residuos. Los flujos de residuos pueden variar en función de cuándo y cómo se ha generado el residuo, cómo y dónde se ha almacenado y las condiciones del almacenamiento. Además, las características físicas de un residuo pueden cambiar con la temperatura, la humedad o la presión. Por último, la ubicación física de los residuos o la configuración del lugar donde se encuentran pueden impedir el uso de equipos de muestreo convencionales.

Así pues, la selección de los materiales y equipos de muestreo más adecuados es una parte muy importante que debe tenerse en cuenta en el plan de muestreo. Para la selección de estos materiales y equipos se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Parámetros físicos: como el estado físico de los residuos (líquido, sólido, pastoso, etc.) y su distribución (homogénea o heterogénea).
- Parámetros químicos: de manera que los equipos que se utilicen para la toma de muestras deberán estar hechos de materiales compatibles con los residuos objeto de muestreo y ser no reactivos, de manera que no se produzcan reacciones que puedan alterar las características físicas o químicas de los residuos.
- Consideraciones específicas de los residuos, por ejemplo residuos muy corrosivos o residuos que contengan compuestos volátiles.
- Consideraciones específicas del emplazamiento: relacionadas por ejemplo, con el tipo de almacenamiento del residuo y la accesibilidad al mismo.

Dadas las incertidumbres que puede presentar un residuo, lo deseable es seleccionar un equipo de muestreo que haga posible la toma de muestras que se ajusten a lo requerido en el plan de muestreo y que no sesgue involuntariamente la muestra al excluir parte de la población muestral.

Además, dichos equipos deberán ser fáciles de operar y de limpiar, compatibles con los requerimientos analíticos, versátiles y seguros en el manejo y resistentes.

Los equipos de muestreo más usuales para la toma de muestras en residuos son:

- Muestreadores de líquido compuesto (coliwassas), botellas lastradas y cazos (dippers), para residuos líquidos y lodos fluidos.
- Tubos muestreadores, sacamuestras/caladores y barrenas, para el muestreo de lodos y residuos sólidos.

En la tabla 34 se muestran los equipos de muestreo que pueden utilizarse para la toma de muestras en residuos en función del tipo de residuo que se pretenda muestrear y del lugar donde se encuentre.

Localización del residuo	Tipo de residuo					
	Líquidos y lodos que fluyen libremente	Lodos	Residuos granulares o pulverulentos húmedos	Residuos granulares o pulverulentos secos	Arenas o polvos compactos y granulados	Sólidos secos (grano grueso)
Bidones o barriles	Coliwasa	Tubo muestreador	Tubo muestreador	Sacamuestras/calador	Barrena	Tubo muestreador
Sacos o big bags	N/A	N/A	Tubo muestreador	Sacamuestras/calador	Barrena	Tubo muestreador
Camión de caja abierta	N/A	Tubo muestreador	Tubo muestreador	Sacamuestras/calador	Barrena	Tubo muestreador
Camión de caja cerrada	Coliwasa	Tubo muestreador	Tubo muestreador	Sacamuestras/calador	Barrena	Tubo muestreador
Tanques o contenedores	Botella lastrada (a)	Tubo muestreador	Tubo muestreador	(b)	Sacamuestras/calador	Tubo muestreador
Pilas de residuos	N/A	(b)	Tubo muestreador	Tubo muestreador	Sacamuestras/calador	Tubo muestreador
Laguna, balsa o fosa	Cazo o botella lastrada	(b)	Tubo muestreador	Sacamuestras/calador	(b)	Tubo muestreador
Cinta transportadora	N/A	(b)	Pala	Pala	Cazo	Pala o tubo muestreador
Tubería	Cazo	(b)	Cazo	Cazo	Cazo	Cazo

[Fuente: U.S EPA, 2015; adaptado]

(a) Si el tanque está adecuadamente agitado o hay una línea de recirculación accesible, las muestras se podrán tomar de algún grifo lateral.

(b) El muestreo en estas situaciones puede presentar problemas logísticos significativos, por lo que no se pueden establecer recomendaciones generales acerca del equipo de muestreo más adecuado. Éste se seleccionará específicamente en función de las características del residuo y del emplazamiento.

Nota: En el caso de residuos sólidos, el sacamuestras/calador es adecuado para el muestreo de granulados secos o residuos pulverulentos cuyo diámetro de partícula sea $< 1/3$ de la anchura de los huecos del calador. El tubo muestreador se usa para el muestreo de sólidos cuyo diámetro de partícula es $< 1/2$ del diámetro del tubo.

Tabla 34. Equipos de muestreo más adecuados en función del tipo de residuo

En la figura 26 se muestran imágenes de algunos de los equipos de muestreo indicados en la tabla anterior:

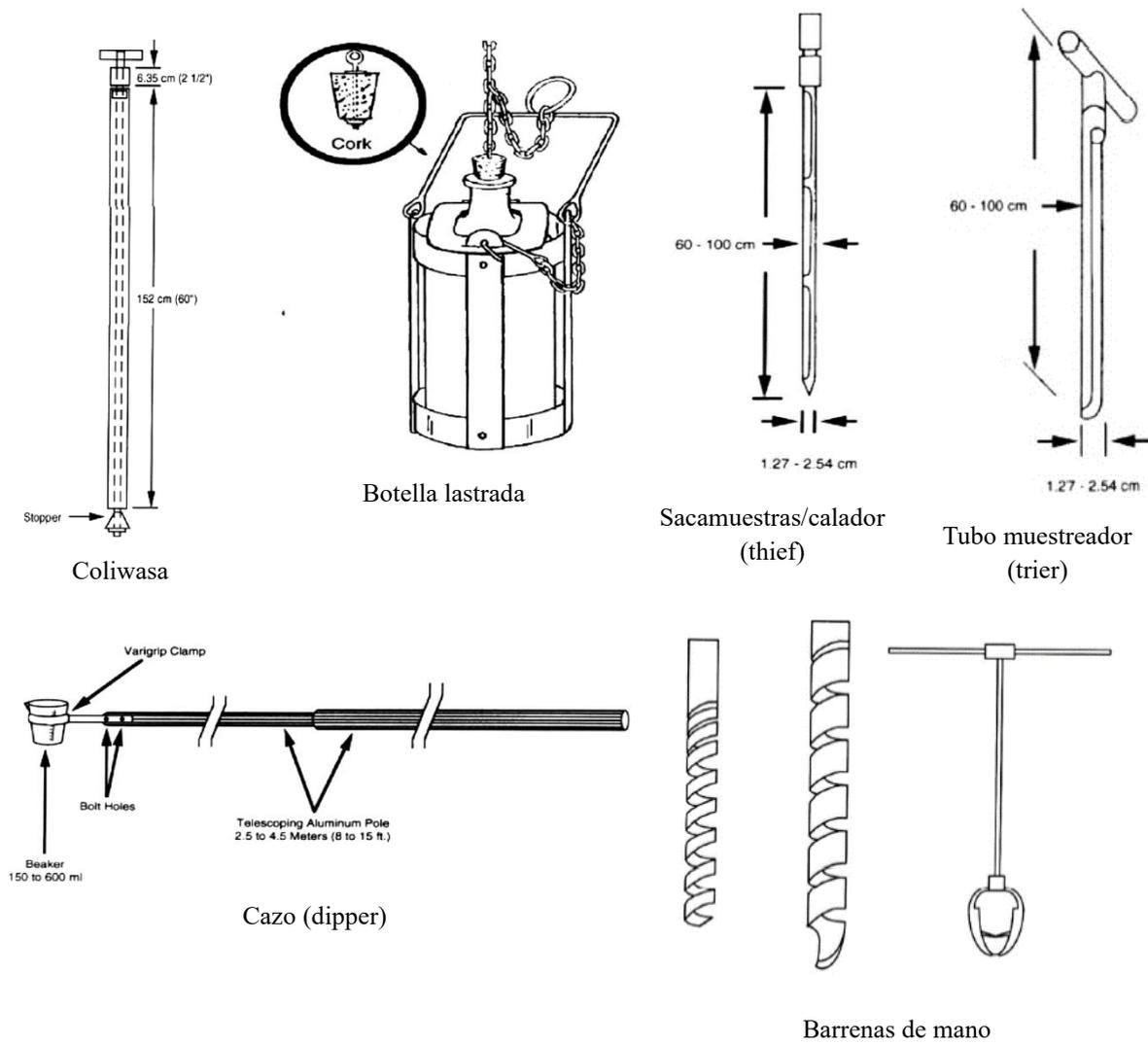


Figura 26. Ejemplos de equipos para la toma de muestras en residuos

5 PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS EN RESIDUOS

Los procedimientos que se empleen para la toma de muestras deberán repetirse hasta recoger la cantidad de muestra que se indique en el plan de muestreo, teniendo en cuenta los requisitos del laboratorio que vaya a realizar los análisis. Si se van a tomar varias muestras en un mismo residuo el muestreo se iniciará, en la medida de lo posible, en los puntos potencialmente menos contaminados conforme al criterio del técnico y se seguirá en orden creciente de potencial de contaminación. Si se van a tomar muestras en residuos diferentes no importa el orden en el que se realiza el muestreo, puesto que los útiles de muestreo deberán limpiarse adecuadamente entre muestra y muestra.

La toma de muestras deberá ser realizada por una entidad independiente y de acuerdo con lo especificado en el plan de muestreo. Además, se recomienda que el muestreo lo realicen entidades acreditadas bajo la Norma UNE-EN 17020 o, al menos, por entidades que diseñen sus procedimientos de muestreo conforme a la norma UNE-EN 14899:2007 y la serie de normas UNE-CEN/TR 15310:2008 IN.

Para garantizar unos resultados fiables, las técnicas que se utilicen para el muestreo de los residuos deberán estar adaptadas a la naturaleza de los residuos objeto de muestreo y al lugar donde se encuentren estos residuos. Así pues, en la selección de estas técnicas se tendrá en cuenta:

- el estado en que se encuentre el residuo (sólido, líquido, lodo, etc.),
- la localización del residuo (en un recipiente, en pilas, etc.),
- el grado de homogeneidad del residuo, y
- el tipo de muestreo (probabilístico o a juicio del experto).

El abordar todas las técnicas que pueden emplearse para la toma de muestras en residuos queda fuera del alcance de esta guía. La norma UNE-CEN/TR 15310-2:2008 IN describe las técnicas para el muestreo de residuos líquidos móviles y viscosos, lodos, sustancias pastosas, polvos, granulados y pequeños cristales y materiales sólidos gruesos en diversas localizaciones.

Durante la toma de muestras se deberán incluir todas las fotografías que sean necesarias para identificar y describir claramente el punto de muestreo y las características del residuo y su entorno. Asimismo, durante la realización de los trabajos de campo se deberá llevar un registro de todas las actividades realizadas. Cualquier incidencia que se produzca durante la toma de muestras, así como las desviaciones frente a lo establecido en el plan de muestreo, deberá quedar reflejada en el registro correspondiente.

Por último, se adoptarán las medidas de seguridad específicas adecuadas a las características del residuo y del entorno en el que se encuentra dicho residuo (utilización de guantes, trajes de protección, mascarillas faciales, botas de seguridad, etc. o, si se trata de un riesgo de tipo físico,

utilización de protecciones adecuadas para no manipular directamente el recipiente). Si no se dispone de información acerca del residuo que se va a muestrear deberán adoptarse las máximas medidas de precaución.

En particular, se deberán tomar precauciones especiales durante la toma de muestras en tanques o bidones debido a la posible presencia de gases explosivos, inflamables y/o vapores tóxicos. Bidones hinchados o, en el caso de tanques, rezumes o deformaciones de los mismos, pueden constituir evidencias de riesgo de explosión.

Una vez tomadas, las muestras se gestionarán de acuerdo con el procedimiento establecido en el plan de muestreo.

ANEXO III. MÉTODOS ANALÍTICOS

1 INTRODUCCIÓN

La evaluación de las características de peligrosidad de un residuo mediante la aplicación de los criterios establecidos en el Reglamento (UE) nº 1357/2014 y el Reglamento (UE) 2017/997 se basa en el conocimiento de la composición cualitativa y cuantitativa del residuo. Cuando esta composición no pueda obtenerse a partir de la información previa disponible se deberá realizar un análisis químico del residuo para determinarla.

Existen numerosos métodos de análisis que pueden utilizarse para determinar la composición de un residuo en función de la sustancia que se pretenda analizar y de la matriz en la que se encuentre dicha sustancia. Este anexo tiene por objeto mostrar algunos de los métodos de análisis que pueden emplearse para la caracterización de los residuos. La identificación de todos los métodos existentes está fuera del alcance de este anexo.

Además de los métodos de análisis que se muestran a continuación, se podrán utilizar otras normas y procedimientos que garanticen la obtención de resultados equivalentes. En todo caso, para garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos y, por tanto, de la clasificación del residuo realizada a partir de los mismos, es imprescindible que la muestra objeto de análisis sea representativa del residuo que se pretende clasificar.

La fiabilidad de los resultados obtenidos va a depender de que la muestra objeto de análisis sea representativa del residuo que se pretende clasificar.

Cuando se desconozca por completo la composición del residuo, será necesario analizar los principales compuestos orgánicos e inorgánicos. En caso de que se disponga de información sobre el residuo, se utilizará esta información para determinar las sustancias relevantes que pueden estar presentes en el mismo.

2 MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE RESIDUOS

Las muestras obtenidas conforme a lo indicado en el plan de muestreo expuesto en el anexo II deberán ser sometidas a un proceso de preparación previa para su posterior análisis en laboratorio.

En la tabla 35 se indican algunas normas relevantes para la preparación de las muestras de residuos:

Norma de aplicación	Nombre de la norma
UNE-EN 15002:2015	Caracterización de residuos. Preparación de porciones de ensayo a partir de la muestra de laboratorio.
UNE-EN 16179:2013	Lodos, residuos biológicos tratados y suelos. Orientaciones para el pretratamiento de las muestras.
UNE-EN 16192:2012	Caracterización de residuos. Análisis de eluatos.
ASTM C1234 - 11(2019)	Standard Practice for Preparation of Oils and Oily Waste Samples by High-Pressure, High-Temperature Digestion for Trace Element Determinations.
ASTM D6323 - 19	Standard Guide for Laboratory Subsampling of Media Related to Waste Management Activities.

Tabla 35. Normas para la preparación de las muestras de residuos para su análisis en laboratorio

3 DETERMINACIÓN DE CONSTITUYENTES INORGÁNICOS

Existe una gran variedad de métodos de análisis químico que pueden utilizarse para la identificación y cuantificación de los constituyentes inorgánicos presentes en los residuos.

3.1 MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS

Preparación de la muestra

La mayor parte de los métodos de análisis empleados para la determinación de metales pesados requieren una digestión previa de la muestra con ácidos fuertes para movilizar los metales y ponerlos en disolución.

Para llevar a cabo la digestión de las muestras se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- UNE-EN 13656:2003: Caracterización de residuos. Digestión con mezcla de ácido fluorhídrico (HF), ácido nítrico (HNO₃) y ácido clorhídrico (HCl), asistida con microondas, para la posterior determinación de elementos.
- UNE-EN 13657:2003: Caracterización de residuos. Digestión en agua regia para la determinación posterior de la porción de elementos en el residuo soluble.

Métodos de análisis químico para la determinación de metales pesados

Se deberán identificar cualitativa y cuantitativamente, al menos, los siguientes metales pesados As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cr (VI), Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl y Zn. Para ello, se podrán emplear los métodos de análisis que figuran en la tabla 36.

Parámetro	Norma de aplicación	Nombre de la norma
Mercurio	UNE-EN 16175-1:2016	Lodos, residuos biológicos tratados y suelos. Determinación de mercurio. Parte 1. Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CV-AAS)
Mercurio	UNE-EN 16175-2:2016	Lodos, residuos biológicos tratados y suelos. Determinación de mercurio. Parte 2. Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CV-AFS)
Cromo VI	UNE-EN 15192 :2007	Caracterización de residuos y suelos. Determinación de cromo (VI) en materia sólida mediante digestión alcalina y cromatografía iónica con detección espectrométrica.
Metales	UNE-EN 16170:2016	Lodos, residuos biológicos tratados y suelos. Determinación de elementos mediante espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
Metales	UNE-EN 16171:2016	Lodos, residuos biológicos tratados y suelos. Determinación de elementos mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).
Metales	Método EPA 7000B	SW-846 Test Method 7000B: Flame Atomic Absorption Spectrophotometry.

Tabla 36. Métodos de análisis para la determinación de metales pesados en residuos

Los métodos más utilizados para determinar los metales pesados presentes en un residuo son la espectrometría de emisión atómica inductiva con plasma acoplado (ICP-AES) y la espectrometría de masas con plasma acoplado (ICP-MS). Este último método puede detectar elementos presentes en los residuos a muy baja concentración, por lo que suele ser el método elegido para el análisis de elementos traza en residuos.

3.2 MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS INORGÁNICOS NO METALES

Para determinar la presencia de compuestos inorgánicos no metales en los residuos se tendrán en cuenta los siguientes métodos:

Parámetro	Norma de aplicación	Nombre de la norma
Cianuros	Método EPA 9016	Method 9016. Free cyanide in water, soils and solid wastes by microdiffusion
Amianto	NEN 5897+C2:2017 nl	Inspectie en monsterneming van asbest in bouw- en sloopafval en recyclinggranulaat (Inspección y muestreo de amianto en residuos de la construcción y demolición y granulado de reciclado)
Halógenos y azufre	UNE-EN 14582:2016	Caracterización de residuos. Contenido en halógenos y azufre. Combustión con oxígeno en sistemas cerrados y métodos de determinación.

Tabla 37. Métodos de análisis para la determinación de compuestos inorgánicos no metales en residuos

3.3 USO DE MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS INORGÁNICOS

Además de los métodos expuestos en los apartados anteriores, existen otros métodos de análisis no destructivos que pueden emplearse para determinar las sustancias inorgánicas presentes en un residuo. Entre los métodos más utilizados para la caracterización de muestras sólidas se encuentran la fluorescencia de rayos X (XRF)⁶⁰, la difracción de rayos X (XRD), la microscopía electrónica de barrido (SEM) y, en algunos casos, el microanálisis de sonda de electrones (EPMA) y la espectroscopía de absorción de rayos X.

Todos estos métodos instrumentales se basan en interacciones de la muestra con haces de electrones o rayos X y permiten conocer las sustancias presentes en el residuo sin tener que llevar a cabo una digestión previa de la muestra. Por lo general, estos métodos proporcionan una buena información sobre la presencia de los elementos que se encuentran en altas concentraciones, pero su utilidad disminuye a la hora de detectar elementos traza.

⁶⁰ Para determinar la composición de un residuo mediante fluorescencia de rayos X pueden consultarse la norma:

- UNE-EN 15309:2008. Caracterización de residuos y suelo. Determinación de la composición elemental por fluorescencia de rayos X.

4 DETERMINACIÓN DE CONSTITUYENTES ORGÁNICOS

Existen multitud de métodos para identificar y cuantificar los compuestos orgánicos presentes en un residuo. En muchas ocasiones, el análisis de los compuestos orgánicos requiere la ejecución de una serie de fases de separación y purificación previas, en las que se emplean unos métodos u otros en función de los compuestos que se pretendan analizar y de la matriz en la que se encuentren estos compuestos.

La separación y purificación de los compuestos orgánicos se basa en las diferencias que existen entre las propiedades físicas de los distintos compuestos de una mezcla (puntos de ebullición, densidad, presión de vapor, solubilidad, etc.).

En la fase de separación se separan o aíslan los compuestos de interés para su posterior análisis. En la fase de purificación se reducen o eliminan las sustancias presentes en el extracto de los analitos que puedan interferir en la identificación y cuantificación de los compuestos presentes en la muestra.

La separación y purificación de los distintos compuestos orgánicos puede llevarse a cabo por filtración, decantación, destilación, extracción con disolventes, cromatografía, etc.

4.1 MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS

Para determinar los compuestos orgánicos presentes en un residuo se tendrán en cuenta los siguientes métodos:

Parámetro	Norma de aplicación	Título de la norma	Matriz
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	UNE-EN 15527:2008	Caracterización de residuos. Determinación de hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA) en residuos por cromatografía en fase gaseosa/espectrometría de masas (CG/EM).	Residuos
Hidrocarburos de C ₁₀ a C ₄₀	UNE-EN 14039:2005	Caracterización de residuos. Determinación del contenido de hidrocarburos en el rango de C ₁₀ a C ₄₀ por cromatografía de gases.	Residuos
Compuestos orgánicos volátiles (incluidos BTEX)	Método EPA 8021B	SW-846 Test Method 8021B: Aromatic and halogenated volatiles by gas chromatography using photoionization and/or electrolytic conductivity detectors.	Residuos sólidos, líquidos y pastosos.
	Método EPA 8260D	SW-846 Test Method 8260D: Volatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry.	Residuos sólidos, líquidos y pastosos

Parámetro	Norma de aplicación	Título de la norma	Matriz
Hidrocarburos totales del petróleo (TPH)	UNE-EN 14345:2005	Caracterización de residuos. Determinación del contenido de hidrocarburos por gravimetría.	Residuos
PCB	UNE-EN-15308:2017	Caracterización de residuos. Determinación de bifenilos policlorados (PCB) seleccionados en residuos sólidos por cromatografía gaseosa con detección por captura de electrones o espectrometría de masas.	Residuos
	UNE-EN 16167:2012	Lodos, biorresiduos tratados y suelo. Determinación de bifenilos policlorados (PCB) por cromatografía en fase gaseosa-espectrometría de masas (GC-MS) y cromatografía en fase gaseosa con detección por captura de electrones (GC-ECD).	Lodos, biorresiduos tratados y suelo
Dioxinas y furanos	Método EPA 8290A	SW-846 Test Method 8290A: Polychlorinated dibenzodioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) by High-resolution gas chromatography / High resolution mass spectrometry (HRGC/HRMS).	Residuos líquidos, aguas, suelos y sedimentos
Retardantes de llama bromados	UNE-EN 16377:2014	Caracterización de residuos. Determinación de retardantes de llama bromados (BFR) en residuos sólidos.	Residuos sólidos
Compuestos orgánicos semivolátiles	Método EPA 8270E	SW-846 Test Method 8270E: Semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS).	Residuos sólidos

Tabla 38. Métodos de análisis para la determinación de compuestos orgánicos en residuos

El método de análisis más utilizado para determinar los compuestos orgánicos presentes en un residuo es la cromatografía de gases (GC) con detectores de ionización de llama (GC- FID) o de captura de electrones (GC/ECD).

La cromatografía de gases se puede utilizar en combinación con otros métodos, como la espectrometría de masas (GC/MS), para mejorar las prestaciones en el análisis de mezclas de compuestos orgánicos. Así, la cromatografía de gases de alta resolución - espectrometría de masas de alta resolución (HRGC/HRMS) permite el análisis de trazas de compuestos orgánicos persistentes (COP), especialmente dioxinas y furanos, a niveles de partes por trillón (ppt) y partes por cuatrillón (ppq).

NOTA TÉCNICA SOBRE LA EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

La concentración de sustancias peligrosas en un residuo debe referirse a toda la muestra, en lugar de expresarse en términos de peso seco. Por lo general, los laboratorios de análisis suelen calcular la concentración de sustancia en un residuo sólido expresada en peso seco.

Un método para corregir los resultados del laboratorio para los residuos sólidos es a través del cálculo del contenido de humedad natural (MC). Este método de cálculo se basa en la norma BS 1377-2:1990⁶¹ y se realiza mediante la fórmula:

$$MC (\%) = 100 \times \frac{(\text{peso húmedo} - \text{peso seco})}{\text{peso seco}}$$

Debido a que el contenido de humedad natural se determina en relación con la porción seca de la muestra, es posible tener un MC superior al 100 %.

Para calcular la concentración de sustancia en el peso total del residuo a partir de un resultado de laboratorio expresado en peso seco se utilizaría la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración en peso total} = \frac{\text{concentración en peso seco} \times 100}{(100 + MC)}$$

Para los residuos líquidos, en caso de que la concentración venga expresada por unidad de volumen, habría que referir esta concentración al peso total del residuo a través de la densidad.

Ejemplo:

Una muestra tiene una concentración de cadmio de 0,46 mg/kg materia seca y un contenido de humedad natural del 16,2 %. Entonces, la concentración de cadmio referida al peso total del residuo sería:

$$\text{Concentración de Cd en el residuo} = \frac{0,46 \times 100}{(100 + 16,2)} = 0,4 \text{ mg/kg}$$

⁶¹ BS 1377-2:1990. Methods of test for Soils for civil engineering purposes - Part 2. Classification tests

ANEXO IV. FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS

1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto ampliar el apartado 5.1.4.1 de la guía, mostrando fuentes de información adicionales que pueden ayudar en la clasificación de una sustancia.

El primer paso para clasificar una sustancia es identificar sus características de peligrosidad consultando la clasificación armonizada de dicha sustancia en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP. Además de la clasificación armonizada de la sustancia se consultarán las autoclasificaciones de la sustancia (clasificaciones que realizan los fabricantes, importadores y usuarios intermedios conforme a lo exigido en los Reglamentos REACH y CLP) que figuran en el catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA⁶².

Estas autoclasificaciones, además de completar la información obtenida a partir de la clasificación armonizada, pueden utilizarse para clasificar las sustancias en ausencia de clasificación armonizada (ver apartado 5.1.4.1).

Si la sustancia no se encuentra en el catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA se puede buscar información sobre dicha sustancia a través de otras fuentes de información tales como:

Fuentes de información nacionales

1. Página web del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (ISST)

- RISKQUIM. Esta aplicación informática elaborada por el ISST permite obtener información relacionada con la clasificación y el etiquetado de los productos químicos (sustancias y mezclas) generados por el propio usuario. También permite consultar la lista de sustancias con clasificación y etiquetado armonizado en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP.

<http://riskquim.inssbt.es/riskquim/CLP/>

- Fichas de datos de seguridad de las sustancias

⁶² <https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

*Fuentes de información de la UE***1. European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances (EINECS) y European List of Notified Chemical Substances (ELINCS)**

La base de datos EINECS proporciona información sobre las sustancias que estaban presentes en el mercado de la UE entre el 1 de enero de 1971 y el 18 de septiembre de 1981. Por su parte, la base de datos ELINCS contiene información sobre las sustancias que se notificaron bajo la Directiva 67/548/EEC, que empezaron a comercializarse después del 18 de septiembre de 1981 y hasta 2009.

<http://echa.europa.eu/information-on-chemicals/ec-inventory>

2. CheLIST (Chemical Lists Information System)

Esta base de datos proporciona información sobre si una sustancia (o grupo de sustancias) ha sido empleada en algún proyecto de investigación o validación (incluidos proyectos financiados por la UE, proyectos internacionales y proyectos del JRC), así como sobre si la sustancia de interés está regulada y ha sido incluida en algún inventario específico establecido por la normativa europea.

<http://chelist.jrc.ec.europa.eu/>

*Fuentes de información de organismos internacionales***1. Monografías de la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC)**

Estas monografías identifican factores ambientales, entre los que se encuentran sustancias químicas y mezclas complejas, que pueden suponer un peligro de cáncer para el ser humano y proporcionan información sobre la carcinogenicidad de una sustancia.

<https://monographs.iarc.fr/>

2. Portal ECHEM de la OCDE

Este portal proporciona información sobre las propiedades fisicoquímicas, toxicológicas y ecotoxicológicas de las sustancias químicas, su comportamiento en el medio ambiente y su clasificación y etiquetado.

<https://www.echemportal.org/>

3. Portal INCHEM del Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS) de la Organización Mundial de la Salud

En la página web del INCHEM puede accederse a la información sobre productos químicos publicada a través del Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. Se

incluyen todos los tipos de productos químicos a los que se puede estar expuesto en exposiciones ambientales ocupacionales o a través de alimentos.

<http://www.inchem.org/>

Otras fuentes de información

1. Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (RTECS)

Este inventario, disponible en la página web del Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH), es un compendio de datos toxicológicos extraídos de la literatura científica. En él se pueden encontrar datos sobre irritación primaria, efectos mutagénicos, efectos sobre la reproducción, efectos cancerígenos, toxicidad aguda y toxicidad crónica, incluyendo parámetros toxicológicos como la DL₅₀ o la CL₅₀. No obstante, la información que se suministra no ha sido validada por el NIOSH.

<https://www.cdc.gov/niosh/rtecs/default.html>

2. Perfiles de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) de los Estados Unidos

Estos perfiles proporcionan información sobre las características de la sustancia, dónde puede encontrarse y los efectos para la salud derivados de la exposición a dicha sustancia. Además, en la página web de la ATSDR también pueden encontrarse "perfiles toxicológicos" de las sustancias peligrosas, en los que se proporciona información detallada sobre los efectos para la salud de la sustancia por vía de exposición, la toxicocinética de la sustancia, sus propiedades fisicoquímicas o su presencia en el mercado.

<https://www.atsdr.cdc.gov/substances/indexAZ.asp>

3. Sistema Integrado de Información sobre Riesgos (IRIS) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

En el portal IRIS de la U.S EPA pueden consultarse los valores toxicológicos relativos a los efectos para la salud humana derivados de la exposición crónica a sustancias químicas, grupos de sustancias o mezclas complejas: concentración de referencia (RfC), dosis de referencia (RfD), factor de pendiente oral (OSF) y riesgo unitario de inhalación (IUR).

<https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/search/>

4. Base de datos de sustancias químicas en el trabajo de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA)

Esta base de datos recopila información procedente de diversas agencias y organismos gubernamentales sobre las propiedades fisicoquímicas de las sustancias, los límites de exposición o información para el muestreo.

<https://www.osha.gov/chemicaldata/>

5. Página web de la red de datos toxicológicos TOXNET

Esta página web incluye diversas bases de datos de las que puede extraerse información toxicológica, entre ellas las bases de datos HSDB (Hazardous Substances Data Bank), con información toxicológica en general; TOXLINE, con literatura toxicológica publicada en PubMed; LactMed, sobre lactancia y drogas; ChemIDplus, con información química sobre las sustancias; o ALTBIB con alternativas a la experimentación con animales.

<http://toxnet.nlm.nih.gov/>

Asimismo, existen algunos softwares disponibles de pago, como el HazWasteOnline™ del Reino Unido⁶³, que permiten la clasificación de los residuos como residuos peligrosos o no peligrosos a partir de su composición química y teniendo en cuenta los criterios establecidos en la normativa europea.

A continuación, se muestra el procedimiento de búsqueda de información en el Catálogo de clasificación y etiquetado de la Agencia Europea de Sustancias Químicas (ECHA) y en la aplicación RISKQUIM del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (ISST).

⁶³ <https://www.hazwasteonline.com/>

2 BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EN EL CATÁLOGO DE CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE LA AGENCIA EUROPEA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

La base de datos del catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA contiene información sobre la clasificación y el etiquetado de las sustancias notificadas y registradas recibida de los fabricantes e importadores. Además, también incluye la lista de las clasificaciones armonizadas que figuran en el anexo VI del Reglamento CLP.

Para buscar una sustancia o un grupo de sustancias en esta base de datos se procederá de la siguiente manera:

- Acceder a la página web del catálogo de clasificación y etiquetado de la ECHA a través del siguiente enlace:

<https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

- Introducir el nombre de la sustancia en el campo "nombre de la sustancia" o utilizar otros identificadores numéricos (como el nº CAS) en el campo "identificador numérico" y presionar sobre el botón de "Búsqueda". El resultado de la búsqueda aparece en la parte inferior de la pantalla.

Por ejemplo, si se desea buscar información sobre el sulfuro de cadmio se podría introducir la palabra "cadmium sulphide" en el campo "nombre de la sustancia", y entonces aparecerían 2 resultados, o introducir su número CAS (1306-23-6) en el campo "identificador numérico".

Base de datos del catálogo de clasificación y etiquetado

Esta base de datos contiene información de clasificación y etiquetado sobre las sustancias notificadas y registradas recibidas de los fabricantes e importadores. Se incluye también la lista de las clasificaciones armonizadas. La base de datos se actualiza regularmente con notificaciones nuevas y actualizadas. No obstante, las notificaciones actualizadas no pueden mostrarse específicamente porque las notificaciones clasificadas de la misma forma se agregan con fines de visualización.

Las clasificaciones derivadas de la presentación conjunta en el proceso de registro REACH se marcan en consecuencia. Para más información sobre estas sustancias, le rogamos consulte la base de datos de *sustancias registradas*.

Tenga en cuenta que parte de la información sobre el inventario de C y E puede pertenecer a terceros titulares, por lo que esta información puede requerir la autorización previa de terceros titulares. Le rogamos consulte el *aviso legal* para más información.

FURTHER INFORMATION

- [More information about C&L Inventory](#)
- [Understanding the CLP Regulation](#)
- [Q&A on Public C&L Inventory](#)
- [Video tutorial](#)
- [Table of harmonised entries in Annex VI to CLP](#)
- [Registered substances](#)
- [Legal notice](#)

[See a problem or have feedback?](#)

CL Inventory

Notifications submitted/updated by: 05 March 2020

CL Inventory

Names and numerical identifiers

Substance name: Contains ▼

Numerical identifier:

Search only substances with harmonised classification and labelling

Classification details

Hazards: Physical
Health
Environmental

Search operator: AND ▼

[View all substances](#)

[Búsqueda](#)

[Clear all](#)

- Hacer clic sobre el resultado de interés para ver la información principal de la sustancia o bien pinchar en la pestaña  para ver todas las clasificaciones y etiquetados de la sustancia notificados conforme a los criterios del Reglamento CLP además de, si la hubiera, la clasificación y etiquetado armonizados de dicha sustancia.

Haciendo clic sobre el resultado de interés la página web nos llevaría a la siguiente pantalla, donde figura, en primer lugar, la información relativa a la identificación de la sustancia, su clasificación y etiquetado de peligro, el uso de la sustancia, consideraciones para su uso seguro, etc.

Asimismo, el resultado de la búsqueda muestra toda la normativa y las listas establecidas por dicha normativa en las que aparece la sustancia en cuestión.

Substance information

Infocards are automatically generated based on industry data. [What is an infocard?](#)

IC
Substance Infocard
See a problem or have feedback?

[RSS](#)

Cadmium sulphide

[Regulatory process names 2](#) [Translated names 18](#) [CAS names 1](#) [IUPAC names 5](#) [Other identifiers 4](#) [Groups:](#)

Substance identity ?

EC / List no.: 215-147-8

CAS no.: 1306-23-6

Mol. formula: CdS

S²⁻ Cd²⁺

Hazard classification & labelling ?

Danger! According to the **harmonised classification and labelling** (CLP00) approved by the European Union, this substance may cause cancer, causes damage to organs through prolonged or repeated exposure, is harmful if swallowed, is suspected of causing genetic defects, is suspected of damaging fertility and the unborn child and may cause long lasting harmful effects to aquatic life.

Additionally, the classification provided by companies to ECHA in **REACH registrations** identifies that this substance is toxic to aquatic life with long lasting effects and is suspected of damaging fertility or the unborn child.

Properties of concern ?

C
Carcinogenic

M
Suspected to be Mutagenic

R
Suspected to be Toxic to Reproduction

Important to know ?

- Substance of very high concern (SVHC) and included in the [candidate list](#) for authorisation.
- Some uses of this substance are restricted under [Annex XVII of REACH](#).

How to use it safely ?

- [Precautionary measures](#) suggested by manufacturers and importers of this substance.
- [Guidance on the safe use of the substance](#) provided by manufacturers and importers of this substance.

about INFOCARD - Last updated: 16/12/2019

Key datasets ?

Brief Profile

REACH registered substance factsheets

C&L Inventory

Biocidal active substance factsheets

PACT tool

Regulatory Obligations

Regulatory context ?

Here you can find all of the regulations and regulatory lists in which this substance appears, according to the data available to ECHA. This substance has been found in the following regulatory activities (directly, or inheriting the regulatory context of a parent substance):

ECHA Legislations
Occupational Exposure limits (OELs)
Other chemical legislations

▼ Expand all > Collapse all

> REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals Regulation
About

> CLP - Classification, Labelling and Packaging
About

> PIC - Prior Informed Consent Regulation
About

> Previous Legislations

Además de pinchando en la pestaña , haciendo clic en la pestaña "C&L Inventory" de la pantalla anterior también se accedería a todas las clasificaciones y etiquetados de la sustancia notificados conforme a los criterios del Reglamento CLP.

La clasificación de la sustancia realizada a partir de los expedientes de registro conforme a REACH se podría consultar haciendo clic en la pestaña "REACH registered substance factsheets" de la pantalla anterior.

En la pantalla "C&L Inventory" se muestran tanto la clasificación y etiquetado armonizados de la sustancia (tabla azul) como las clasificaciones y etiquetados no armonizados (tabla naranja). En el caso de que no existiera una clasificación armonizada para la sustancia en estudio ni expedientes de registro para esa sustancia se podría hacer uso de las clasificaciones no armonizadas, seleccionando siempre las clasificaciones con mayor número de notificantes (ver apartado 5.1.4.1 de la guía).

Summary of Classification and Labelling

Harmonised classification - Annex VI of Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation)

General Information

Index Number	EC / List no.	CAS Number	International Chemical Identification
048-010-00-4	215-147-8	1306-23-6	cadmium sulphide

ATP Inserted / Updated: CLP00 

CLP Classification (Table 3)

Classification		Labelling			Specific Concentration limits, M-Factors, Acute Toxicity Estimates (ATE)	Notes
Hazard Class and Category Code(s)	Hazard Statement Code(s)	Hazard Statement Code(s)	Supplementary Hazard Statement Code(s)	Pictograms, Signal Word Code(s)		
Repr. 2	H361fd	H361fd		GHS08 GHS07 Dgr	STOT RE 1; H372: C ≥ 10 % STOT RE 2; H373: 0,1 % ≤ C < 10 %	Note 1
Acute Tox. 4 *	H302	H302				
Muta. 2	H341	H341				
Carc. 1B	H350	H350				
STOT RE 1	H372 **	H372 **				
Aquatic Chronic 4	H413	H413				
Repr. 2	H361fd	H361fd				

Signal Words	Pictograms
Danger	 <p>Health hazard</p>  <p>Exclamation mark</p>

Notified classification and labelling

General Information

EC / List no. ?	Name	CAS Number ?
215-147-8	Cadmium sulphide	1306-23-6

Notified classification and labelling according to CLP criteria

Classification			Labelling		Specific Concentration limits, M-Factors	Notes	Classification affected by Impurities / Additives ?	Additional Notified Information ?	Number of Notifiers ?	Joint Entries ?
Hazard Class and Category Code(s)	Hazard Statement Code(s)	Hazard Statement Code(s)	Supplementary Hazard Statement Code(s)	Pictograms, Signal Word Code(s)						
Acute Tox. 4	H302	H302								
Muta. 2	H341	H341								
Carc. 1B	H350	H350								
Repr. 2	H361	H361 (H361fd is exact...)		GHS09 GHS08 GHS07 Dgr	STOT RE 1: : C ≥ 10 % STOT RE 2: : .1 % ≤ C < 10 %	Note 1		State/Form	6	✓ View details
STOT RE 1	H372 (kidney, lung, b...) (Inhalation)	H372								
Aquatic Chronic 2	H411	H411								
Acute Tox. 4	H302	H302								
Muta. 2	H341	H341								
Carc. 1B	H350	H350								
Repr. 2	H361 (fd)	H361 (fd)		GHS08 GHS07 Dgr	STOT RE 1: : C ≥ 10 % STOT RE 2: : .1 % ≤ C < 10 %	Note 1		State/Form	131	View details
STOT RE 1	H372	H372								
Aquatic Chronic 4	H413	H413								

Para acceder a la clasificación de la sustancia realizada a partir de los expedientes de registro de REACH desde la página “REACH registered substance factsheets” se deberá hacer clic en la pestaña “Classification & Labelling & PBT Assessment” y, posteriormente, en la pestaña “GHS”:

Cadmium sulphide

EC number: 215-147-8 | CAS number: 1306-23-6

- General information**
 - GHS
 - DSD - DPD
 - PBT assessment
- Classification & Labelling & PBT assessment**
- Manufacture, use & exposure**
- Physical & Chemical properties**
- Environmental fate & pathways**
- Ecotoxicological information**

General information

Identification Compositions Registration data Administrative data Contact Persons responsible for the SDS

Identification

	Display Name:	Cadmium sulphide
	EC Number:	215-147-8
	EC Name:	Cadmium sulphide
	CAS Number:	1306-23-6
	Molecular formula:	CdS
	IUPAC Name:	cadmium(2+) sulfanediide

Una vez accedemos a esta página podemos consultar la clasificación de la sustancia bajo REACH en lo relativo a los peligros físicos, peligros para la salud y peligros para el medio ambiente, así como los límites de concentración específicos que se hayan establecido para la sustancia, si los hubiera.

Cadmium sulphide

EC number: 215-147-8 | CAS number: 1306-23-6

General information

- GHS
 - DSD - DPD
 - PBT assessment

Classification & Labelling & PBT assessment

Manufacture, use & exposure

Physical & Chemical properties

Environmental fate & pathways

Ecotoxicological information

Toxicological information

Analytical methods

Guidance on safe use

GHS

Currently viewing:

001 | Cadmium sulphide

▼

General Information

Classification

Labelling

Notes

General Information

Implementation: EU

Related composition

Related composition: Composition 5

Classification open all close all

+ Physical hazards

+ Health hazards

+ Specific concentration limits

+ Environmental hazards

3 BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EN LA APLICACIÓN RISKQUIM DEL INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

La aplicación RISKQUIM, desarrollada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSST) permite obtener la clasificación y el etiquetado de los productos químicos (sustancias y mezclas) generados por el propio usuario, así como consultar la lista de sustancias con clasificación y etiquetado armonizado en el Reglamento CLP.

Para buscar una sustancia o un grupo de sustancias en esta base de datos se procederá de la siguiente manera:

- Acceder a la página web de la aplicación RISKQUIM a través del siguiente enlace:

<http://riskquim.insbt.es/riskquim/CLP/>

Riskquim 6.0

RISKQUIM

Bienvenido a RISKQUIM VERSIÓN 6.0.

RISKQUIM permite obtener la clasificación y el etiquetado de los productos químicos (sustancias y mezclas) generados por el propio usuario. También permite consultar la lista de sustancias con clasificación y etiquetado armonizado en la Unión Europea del anexo VI del Reglamento (CE) N° 1272/2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (Reglamento CLP), de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), GHS en sus siglas en inglés, (tabla 3.1).

¿Cómo funciona?

Identificar las Sustancias → Formular los Productos → Propuesta de Etiquetado

El funcionamiento del calculador se basa en:

1. IDENTIFICAR LAS SUSTANCIAS que forman parte de los productos (sustancias o mezclas) a clasificar y etiquetar y añadirlas a MIS SUSTANCIAS. Estas sustancias pueden estar incluidas en la lista de sustancias con clasificación y etiquetado armonizado (tabla 3.1 anexo VI del reglamento CLP), o introducidas por el propio usuario (identificadas con otro color).
Este paso permite consultar el listado de sustancias con clasificación y etiquetado armonizado (tabla 3.1 anexo VI del reglamento CLP).
2. FORMULAR PRODUCTOS. Compuestos por sustancias o mezclas. Si se desea almacenar y acceder a estos productos en cualquier otro momento el usuario deberá recordar el identificador que automáticamente el sistema le proporciona. Éste es totalmente anónimo (no requiere datos personales ni identificación del usuario).
3. PROPUESTA DE ETIQUETADO para el producto deseado se proporciona *únicamente* de acuerdo a los criterios de clasificación y etiquetado establecidos por el Reglamento (CE) N° 1272/2008 en base a su composición (datos de sus sustancias, armonizadas o autoclasificadas) y de los posibles usos.

- Hacer clic sobre la pestaña "Consultar sustancias Anexo VI" del menú vertical que figura a la izquierda de la pantalla y, en la pantalla que aparece, introducir el nombre de la sustancia, o cualquier otro identificador de la misma, y presionar el botón de "Buscar".

El resultado de la búsqueda es la pantalla siguiente:

Riskquim 6.0

Introducción

Consultar sustancias Anexo VI

Mis Productos

Mis Sustancias

Recursos adicionales

Sesión iniciada

Identificador: A301620326

Clave: 137009232

[Desconectar](#)

Sustancias de la tabla 3.1 del anexo VI del reglamento CLP

sulfuro de cadmio

Criterios de búsqueda: Nº CAS, Nº CE, Nº Índice y nombre de la sustancia

Resultados (por orden alfabético)

Nombre	Nº CAS	Nº CE	Nº índice
sulfuro de cadmio	1306-23-6	215-147-8	048-010-00-4

Total registros: 1

- Hacer clic sobre la sustancia “sulfuro de cadmio”, lo que nos lleva a una pantalla en la que se muestran los datos identificativos de la sustancia, las indicaciones y categorías de peligro que figuran en el Reglamento CLP para esa sustancia y los factores M aplicables.

Al buscar una sustancia se inicia una sesión en el programa y el menú vertical a la izquierda de la pantalla muestra un identificador y una clave de la sesión que permite guardar la consulta realizada.

Además, presionando sobre la pestaña “Crear un producto con el 100 % de esa sustancia y ver propuesta de etiqueta” se podría ver los pictogramas de peligro que deberían figurar en la etiqueta si el residuo únicamente contuviera la sustancia estudiada.



Calculadores INSST

> Riskquim

Volver a calculadores

Riskquim 6.0

Introducción

Consultar sustancias Anexo VI

Mis Productos

Mis Sustancias

Recursos adicionales

Sesión iniciada

Identificador: A301620326

Clave: 137009232

Desconectar

DATOS DE LA SUSTANCIA

Tabla 3.1 del anexo VI del reglamento CLP *

Definición

Nombre de la sustancia: sulfuro de cadmio

Nombre químico: sulfuro de cadmio

Nº CAS: 1306-23-6

Nº CE: 215-147-8

Nº índice: 048-010-00-4

Estado físico a 20 °C y 1,013 hPa: Sólido

Reglamento (CE) Nº 1272/2008

Indicaciones y categorías de peligro

Carcinogenicidad, Categoría 1B - Peligro (Carc. 1B) **H350**

Mutagenicidad en células germinales, Categoría 2 - Atención (Muta. 2) **H341**

Toxicidad para la reproducción, Categoría 2 - Atención (Repr. 2) **H361fd**

Toxicidad específica en determinados órganos - Exposiciones repetidas, Categoría 1 - Peligro (STOT RE 1) **H372**

Toxicidad aguda (oral), Categoría 4 - Atención (Acute Tox. 4 (Oral)) **H302**

Peligroso para el medio ambiente acuático - Peligro crónico, Categoría 4 - (Aquatic Chronic 4) **H413**

Límites de concentración específicos y factores M

C >= 10 % : **H372**; Toxicidad específica en determinados órganos - Exposiciones repetidas, Categoría 1 - Peligro (STOT RE 1)

0,1 % =< C < 10 % : **H373**; Toxicidad específica en determinados órganos - Exposiciones repetidas, Categoría 2 - Atención (STOT RE 2)

Ninguno

Añadir a 'Mis Sustancias'

Imprimir

Volver al listado de sustancias

Crear un producto con el 100% de esta sustancia y ver propuesta de etiqueta

- Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco -

ANEXO V. LISTA DE SUSTANCIAS “MÁS PELIGROSAS POSIBLES” PARA CADA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD

1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo está basado en el documento “*Classification réglementaire des déchets. Guide d’application pour la caractérisation en dangerosité*” elaborado por el Institut National de l’Environnement Industriel et des Risques de Francia (INERIS). En dicho documento se explica el enfoque del “peor caso posible”, mencionado en el apartado 5.1.4.2, y se incluyen una serie de tablas donde figuran las sustancias que constituyen el “peor caso posible” y el “peor caso posible realista” para cada elemento y característica de peligrosidad HP.

Para establecer la sustancia que constituye el “peor caso posible” para cada elemento y característica de peligrosidad se seleccionan, para cada una de las características HP, todas las sustancias clasificadas con los códigos de clase y categoría de peligro y los códigos de indicación de peligro que deben tenerse en cuenta para evaluar dicha característica de peligrosidad conforme a los criterios del Reglamento (UE) n° 1357/2014. De todas esas posibles sustancias de las que podría formar parte el elemento en cuestión, se selecciona aquella que presenta el límite de concentración más bajo en la tabla 3 del anexo VI del Reglamento CLP, es decir, la más peligrosa posible.

En el enfoque del “peor caso posible realista”⁶⁴ adoptado en esta guía se han excluido de todas las sustancias posibles aquellas que combinan la presencia de varios elementos metálicos, las formas organo-minerales complejas y las sustancias inestables, tal y como indica el documento de INERIS citado anteriormente. Del resto de sustancias posibles, se han seleccionado prioritariamente las formas más solubles y de mayor peso molecular.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, las tablas que se muestran a continuación muestran las sustancias que deberán tenerse en cuenta para aplicar el enfoque del “peor caso posible realista”. En las tablas figura, para cada característica de peligrosidad, un listado de sustancias que constituyen el “peor caso posible realista” para esa característica de peligrosidad. Además, se indica la fórmula química de la sustancia, su número CAS, su masa molecular y el límite de concentración que le correspondería a esa sustancia expresado en el elemento. Este límite de concentración se ha obtenido mediante un cálculo estequiométrico a partir del límite de concentración establecido en el Reglamento (UE) n° 1357/2014 para el código de indicación de peligro con el que se clasifica la sustancia que constituye el “peor caso posible realista”.

⁶⁴ El listado completo de las sustancias que constituyen el “peor caso posible” y el “peor caso posible realista” para cada elemento y característica de peligrosidad puede consultarse en el anexo 4 del documento Pandard, P., 2016. *Classification réglementaire des déchets Guide d’application pour la caractérisation en dangerosité*. Rapport INERIS-DRC-15-149793-06416A.

<https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/rapport-drc-15-149793-06416a-guidehp-vf2-1456135314.pdf>

En relación con las masas moleculares que figuran en las tablas es preciso tener en cuenta que la masa molecular de la sustancia se ha reducido a una unidad estequiométrica para el elemento en cuestión. Es por ello que al dicromato de níquel, por ejemplo, cuya fórmula es Cr_2NiO_7 , se le asigna una masa molecular de 274,70 g/mol cuando se asocia al níquel y de 137,35 g/mol cuando se asocia al cromo.

A la hora de utilizar estas tablas es preciso tener en cuenta la posibilidad de que algunas sustancias peligrosas que hayan sido descartadas en el enfoque del “peor caso posible realista” estén presentes en determinados residuos específicos. Por tanto, el productor del residuo deberá asegurarse de que no se encuentra en este caso antes de utilizar las tablas de este anexo. Para facilitar la identificación de las sustancias inorgánicas peligrosas que pueden encontrarse en un residuo y que son relevantes para las características de peligrosidad en las que se utiliza el enfoque del “peor caso posible”, el documento de INERIS citado anteriormente contiene un listado por elemento y característica de peligrosidad de las sustancias minerales peligrosas que pueden encontrarse en los residuos.

2 HP 4. IRRITANTE- IRRITACIÓN CUTÁNEA Y LESIONES OCULARES

En las siguientes tablas se muestran las sustancias que constituyen el "peor caso posible realista" para diferentes elementos que pueden dar lugar a la característica de peligrosidad HP 4.

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H314 Skin corr. 1A

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Cr (VI)	Trióxido de cromo (VI)	99,99	CrO ₃	1333-82-0	0,52 %
K	Hidróxido de potasio	56,1	K(OH)	1310-58-3	0,7 %
Na	Hidróxido de sodio	40	Na(OH)	1310-73-2	0,57 %

Tabla 39a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H314 1A que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 4

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H318

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Ca	Dihidróxido de calcio	74,09	Ca(OH) ₂	1305-62-0	5,41 %
Cu	Dicloruro de cobre	134,45	CuCl ₂	7447-39-4	4,73 %
Na	Hidrogenosulfato de sodio	120,06	NaHSO ₄	7681-38-1	1,91 %
Ni	Dinitrato de níquel	182,72	Ni(NO ₃) ₂	13138-45-9	3,21 %
Sn	Hidróxido de fentín	367,03	C ₁₈ H ₁₆ OSn	76-87-9	3,23 %
Zn	Sulfato de zinc hidratado	179,45	ZnSO ₄ ·1H ₂ O	7446-19-7	3,64 %

Tabla 39b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H318 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 4

Sustancias clasificadas con los códigos de indicación de peligro H315 y H319

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Ba	Polisulfuros de bario	171,41	BaS _x	50864-67-0	16,03 %
Be	Óxido de berilio	25,01	BeO	1304-56-9	7,21 %
Ca	Polisulfuros de calcio	104,2	CaS _x	1344-81-6	7,69 %
Cr (VI)	Cromato de potasio	194,19	K ₂ CrO ₄	7789-00-6	5,36 %
Cu	Sulfato de cobre	249,68	CuSO ₄	7758-98-7	5,09 %
Fe	Sulfato ferroso heptahidratado	278,01	FeSO ₄ ·7H ₂ O	7782-63-0	4,02 %
Hg	Dicloruro de dimercurio	236,05	HgCl	10112-91-1	17 %
K	Persulfato de potasio	135,16	K ₂ S ₂ O ₈	7727-21-1	5,79 %
Na	Fluoruro sódico	41,99	NaF	7681-49-4	10,95 %
Si	Tetracloruro de silicio	169,9	SiCl ₄	10026-04-7	3,31 %
Sn	Compuestos de tributil estaño (entrada genérica)	118,69	-	-	20 %

Tabla 39c. Sustancias clasificadas con los códigos de indicación de peligro H315 y H319 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 4

3 HP 5. TOXICIDAD ESPECÍFICA EN DETERMINADOS ÓRGANOS (STOT)/ TOXICIDAD POR ASPIRACIÓN

En las siguientes tablas se muestran las sustancias que constituyen el "peor caso posible realista" para diferentes elementos que pueden dar lugar a la característica de peligrosidad HP 5.

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H335

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Ba	Polisulfuros de bario	171,41	BaS _x	50864-67-0	16,03 %
Be	Óxido de berilio	25,01	BeO	1304-56-9	7,21 %
Ca	Polisulfuros de calcio	104,2	CaS _x	1344-81-6	7,69 %
Cr (VI)	Cromato de potasio	194,19	K ₂ CrO ₄	7789-00-6	5,36 %
Hg	Dicloruro de mercurio	236,05	Hg ₂ Cl ₂	10112-91-1	17 %
K	Hidrogenosulfato de potasio	136,16	KHSO ₄	7646-93-7	5,74 %
Mo	Trióxido de molibdeno	143,94	MoO ₃	1313-27-5	13,33 %
Si	Tetracloruro de silicio	169,9	SiCl ₄	10026-04-7	3,31 %
Sn	Hidróxido de fentín	367,03	C ₁₈ H ₁₆ OSn	76-87-9	6,47 %
V	Pentóxido de vanadio	90,94	V ₂ O ₅	1314-62-1	11,20 %

Tabla 40a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H335 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 5

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H372

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Be	Óxido de berilio	25,01	BeO	1304-56-9	0,36 %
Cd	Sulfato de cadmio	208,46	CdSO ₄	10124-36-4	0,54 %
Cr (VI)	Cromato de sodio	161,97	Na ₂ CrO ₄	7775-11-3	0,32 %
Hg	Cloruro de mercurio	271,5	HgCl ₂	7487-94-7	0,74 %
Ni	Dibromato de níquel	314,51	Ni(BRO ₃) ₂	14550-87-9	0,19 %
Sn	Hidróxido de fentín	367,03	C ₁₈ H ₁₆ OSn	76-87-9	0,32 %
Tl	Sulfato de talio	252,4	Tl ₂ SO ₄	7446-18-6	0,81 %
V	Pentóxido de vanadio	90,94	V ₂ O ₅	1314-62-1	0,56 %

Tabla 410b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H372 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 5

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H373

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Hg	Compuestos inorgánicos de mercurio (entrada genérica)	200,59	-	-	10 %
Mn	Sulfato de manganeso	151	MnSO ₄	7785-87-7	3,64 %
Pb	Compuestos de plomo (entrada genérica)	207,2	-	-	10 %
Se	Selenio	78,96	Se	7782-49-2	10 %
Tl	Talio	204,37	Tl	7440-28-0	10 %
U	Uranio	238,03	U	7440-61-1	10 %

Tabla 42c. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H373 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 5

4 HP 6. TOXICIDAD AGUDA

En las siguientes tablas se muestran las sustancias que constituyen el "peor caso posible realista" para diferentes elementos que pueden dar lugar a la característica de peligrosidad HP 6.

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H300 Acute Tox. 2

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
As	Trióxido de arsénico	98,92	As ₂ O ₃	1327-53-3	0,19 %
Hg	Cloruro de mercurio	271,5	HgCl ₂	7487-94-7	0,18 %
Sn	Compuestos de trimetil estaño (entrada genérica)	118,69	-	-	0,25 %
Tl	Sulfato de talio	252,4	Tl ₂ SO ₄	7446-18-6	0,20 %
U	Uranio	238,03	U	7440-61-1	0,25 %

Tabla 43a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H300 Acute Tox. 2 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H301

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
As	Ácido arsénico y sus sales (entrada genérica)	141,94	-	-	2,64 %
Ba	Cloruro de bario	208,25	BaCl ₂	10361-37-2	3,30 %
Be	Óxido de berilio	25,01	BeO	1304-56-9	1,80 %
Cd	Sulfato de cadmio	208,46	CdSO ₄	10124-36-4	2,70 %
Cr (VI)	Cromato de sodio	161,97	Na ₂ CrO ₄	7775-11-3	1,61 %
K	Bromato de potasio	167	BrKO ₃	7758-01-2	1,17 %
Na	Nitrito sódico	69	NaNO ₃	7632-00-0	1,67 %
Ni	Dicloruro de níquel	129,62	NiCl ₂	7718-54-9	2,26 %
Sb	Trifluoruro de antimonio	178,75	SbF ₃	7783-56-4	3,41 %
Se	Selenio	78,96	Se	7782-49-2	5 %
Si	Fluorosilicato de potasio	220,27	K ₂ SiF ₆	16871-90-2	0,64 %
Sn	Hidróxido de fentín	367,03	C ₁₈ H ₁₆ OSn	76-87-9	1,62 %

Tabla 44b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H301 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H302

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Ba	Perclorato de bario	336,24	Ba(ClO ₄) ₂	13465-95-7	10,21 %
Ca	Hipoclorito cálcico	142,98	Ca(ClO) ₂	7778-54-3	7,01 %
Cd	Compuestos de cadmio (entrada genérica)	112,41	-	-	25 %
Co	Óxido de cobalto	74,93	CoO	1307-96-6	19,66 %
Cr (VI)	Cromato de calcio	156,07	CaCrO ₄	13765-19-0	8,33 %
Cu	Sulfato de cobre	249,68	CuSO ₄	7758-98-7	6,36 %
Fe	Sulfato ferroso heptahidratado	278,01	FeSO ₄ ·7H ₂ O	7782-63-0	5,02 %
Hg	Dicloruro de mercurio	236,05	HgCl	10112-91-1	21,24 %
K	Permanganato de potasio	158,03	KMnO ₄	7722-64-7	6,19 %
Mn	Permanganato de potasio	158,03	KMnO ₄	7722-64-7	8,69 %
Na	Clorato de sodio	106,44	NaClO ₃	7775-09-9	5,40 %
Ni	Dinitrato de níquel	182,72	Ni(NO ₃) ₂	13138-45-9	8,03 %
Pb	Compuestos de plomo (entrada genérica)	207,2	-	-	25 %
Sb	Compuestos de antimonio (entrada genérica)	121,75	-	-	25 %
Si	Fluorosilicatos (entrada genérica)	142,08	-	-	4,94 %
V	Pentóxido de vanadio	90,94	V ₂ O ₅	1314-62-1	14 %
Zn	Sulfato de zinc hidratado	179,45	ZnSO ₄ ·H ₂ O	7746-19-7	9,11 %

Tabla 45c. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H302 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H310 Acute Tox. 1

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Hg	Compuestos inorgánicos de mercurio (entrada genérica)	200,59	-	-	0,25 %
Sn	Compuestos de trimetil estaño (entrada genérica)	118,69	-	-	0,25 %

Tabla 46d. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H310 Acute Tox. 1 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H311

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Cr (VI)	Trióxido de cromo	99,99	CrO ₃	1333-82-0	7,80 %
K	Fluoruro de potasio	58,1	KF	7789-23-3	10,10 %
Na	Sulfato sódico	39,02	Na ₂ SO ₄	1313-82-2	8,84 %
Sb	Trifluoruro de antimonio	178,75	SbF ₃	7783-56-4	10,22 %
Si	Fluorosilicato de potasio	220,27	K ₂ SiF ₆	16871-90-2	1,91 %
Sn	Hidróxido de fentín	367,03	C ₁₈ H ₁₆ OSn	76-87-9	4,85 %

Tabla 47e. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H311 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H312

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Cd	Compuestos de cadmio (entrada genérica)	112,41	-	-	55 %
Cr (VI)	Cromato de sodio	161,97	Na ₂ CrO ₄	7775-11-3	17,66 %
Cu	Dicloruro de cobre	134,45	CuCl ₂	7447-39-4	26 %
Sn	Dicloruro de dibutil estaño	303,84	(CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂) ₂ SnCl ₂	683-18-1	21,48 %

Tabla 41f. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H312 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H330 Acute Tox. 2

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Be	Óxido de berilio	25,01	BeO	1304-56-9	0,18 %
Cd	Sulfato de cadmio	208,46	CdSO ₄	10124-36-4	0,27 %
Cr (VI)	Cromato de sodio	161,97	Na ₂ CrO ₄	7775-11-3	0,16 %
Hg	Mercurio	200,59	Hg	7439-97-6	0,5 %
Sn	Hidróxido de fentín	367,03	C ₁₈ H ₁₆ OSn	76-87-9	0,16 %
Tl	Talio	204,37	Tl	7440-28-0	0,5 %
U	Uranio	238,03	U	7440-61-1	0,5 %

Tabla 48g. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H330 Acute Tox. 2 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H331

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
As	Ácido arsénico y sus sales (entrada genérica)	141,94	-	-	1,85 %
K	Fluoruro de potasio	58,1	KF	7789-23-3	2,36 %
Ni	Dicloruro de níquel	129,62	NiCl ₂	7718-54-9	1,59 %
Sb	Trifluoruro de antimonio	178,75	SbF ₃	7783-56-4	2,38 %
Se	Selenio	78,96	Se	7782-49-2	3,5 %
Si	Fluorosilicato de potasio	220,27	K ₂ SiF ₆	16871-90-2	0,45 %
Sn	Compuestos de tripropil estaño (entrada genérica)	118,69	-	-	3,5 %

Tabla 41h. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H331 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H332

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Ba	Perclorato de bario	336,24	Ba(ClO ₄) ₂	13465-95-7	9,19 %
Cd	Compuestos de cadmio (entrada genérica)	112,41	-	-	22,5 %
K	Clorato de potasio	122,55	KClO ₃	3811-04-9	7,18 %
Mn	Dióxido de manganeso	86,94	MnO ₂	1313-13-9	14,22 %
Ni	Dinitrato de níquel	182,72	Ni(NO ₃) ₂	13138-45-9	7,23 %
Pb	Compuestos de plomo (entrada genérica)	207,2	-	-	22,5%
Sb	Compuestos de antimonio (entrada genérica)	121,75	-	-	22,5 %
V	Pentóxido de vanadio	90,94	V ₂ O ₅	1314-62-1	12,6 %

Tabla 41i. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H332 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 6

5 HP 7. CANCERÍGENO

En las siguientes tablas se muestran las sustancias que constituyen el "peor caso posible realista" para diferentes elementos que pueden dar lugar a la característica de peligrosidad HP 7.

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H350

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
As	Ácido arsénico y sus sales (entrada genérica)	141,94	-	-	0,053 %
Be	Óxido de berilio	25,01	BeO	1304-56-9	0,036 %
Cd	Sulfato de cadmio	208,46	CdSO ₄	10124-36-4	0,054 %
Co	Dicloruro de cobalto	58,93	CoCl ₂	7646-79-9	0,1 %
Cr (VI)	Cromato de potasio	194,19	K ₂ CrO ₄	7789-00-6	0,027 %
K	Bromato de potasio	167	BrK ₂ O ₇	7758-01-2	0,023 %
Ni	Dibromato de níquel	314,51	Ni(BrO ₃) ₂	14550-87-9	0,019 %

Tabla 4492a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H350 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 7

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H351

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Mo	Trióxido de molibdeno	143,94	MoO ₃	1313-27-5	0,67 %
Ni	Níquel	58,71	Ni	7440-02-0	1 %
Sb	Trióxido de antimonio	145,75	SbO ₃	1309-64-4	0,84 %
Sn	Hidróxido de fentín	367,03	C ₁₈ H ₁₆ OSn	76-87-9	0,32 %

Tabla 42b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H351 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 7

6 HP 8. CORROSIVO

En la tabla 43 se muestran las sustancias que constituyen el "peor caso posible realista" para diferentes elementos que pueden dar lugar a la característica de peligrosidad HP 8.

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H314 Skin corr. 1A, 1B, 1C

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Ag	Nitrato de plata	169,87	AgNO ₃	7761-88-8	3,18 %
Al	Cloruro de aluminio anhidro	133,34	AlCl ₃	7446-70-0	1,01 %
As	Trióxido de arsénico	98,92	As ₂ O ₃	1327-53-3	3,79 %
Ca	Hipoclorito cálcico	142,98	Ca(ClO) ₂	7778-54-3	1,40 %
Cr (VI)	Cromato de sodio	161,97	Na ₂ CrO ₄	7775-11-3	1,61 %
Fe	Ferrita potásica	198,04	FeKO ₂	12160-44-0	1,41 %
Hg	Cloruro de mercurio	271,5	HgCl ₂	7487-94-7	3,69 %
K	Hidrogenosulfato de potasio	136,16	KHSO ₄	7646-93-7	1,44 %
Li	Litio	6,94	Li	7439-93-2	5 %
Na	Bifluoruro de sodio	61,99	NaHF ₂	1333-83-1	1,85 %
Sb	Pentacloruro de antimonio	299,02	SbCl ₅	7647-18-9	2,04 %
Si	Ácido fluorosilícico	144,09	H ₂ SiF ₆	16961-83-4	0,97 %
Sn	Dicloruro de dibutilestaño	303,84	C ₈ H ₁₈ Cl ₂ Sn	683-18-1	1,95 %
Zn	Cloruro de zinc	136,29	ZnCl ₂	7646-85-7	2,40 %

Tabla 43. Sustancias que constituyen el "peor caso posible" para la característica de peligrosidad HP 8

7 HP 10. TÓXICO PARA LA REPRODUCCIÓN

En las siguientes tablas se muestran las sustancias que constituyen el "peor caso posible realista" para diferentes elementos que pueden dar lugar a la característica de peligrosidad HP 10.

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H360

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
B	Ácido bórico	61,83	H ₃ BO ₃ .	10043-35-3	0,052 %
Cd	Sulfato de cadmio	208,46	CdSO ₄	10124-36-4	0,16 %
Co	Dicloruro de cobalto	58,93	CoCl ₂	7646-79-9	0,3 %
Cr (VI)	Cromato de sodio	161,97	Na ₂ CrO ₄	7775-11-3	0,096 %
Hg	Mercurio	200,59	Hg	7439-97-6	0,3 %
Ni	Dibromato de níquel	314,51	Ni(BrO ₃) ₂	14550-87-9	0,056 %
Pb	Compuestos de plomo (entrada genérica)	207,2	-	-	0,3 %
Sn	Dicloruro de dibutil estaño	303,84	C ₈ H ₁₈ Cl ₂ Sn	683-18-1	0,12 %

Tabla 44a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H360 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 10

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H361

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Cd	Óxido de cadmio (no pirofórico)	128,40	CdO	1306-19-0	2,62 %
Hg	Cloruro de mercurio	271,5	HgCl ₂	7487-94-7	2,22 %
Sn	Hidróxido de fentín	367,03	C ₁₈ H ₁₆ OSn	76-87-9	0,97 %
V	Pentóxido de vanadio	90,94	V ₂ O ₅	1314-62-1	1,68 %

Tabla 44b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H361 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 10

8 HP 11. MUTÁGENO

En las siguientes tablas se muestran las sustancias que constituyen el "peor caso posible realista" para diferentes elementos que pueden dar lugar a la característica de peligrosidad HP 11.

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H340

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Cd	Sulfato de cadmio	208,46	CdSO ₄	10124-36-4	0,054 %
Cr (VI)	Cromato de potasio	194,19	K ₂ CrO ₄	7789-00-6	0,027 %
K	Dicromato de potasio	294,18	K ₂ Cr ₂ O ₇	7778-50-9	0,013 %
Na	Dicromato de sodio	261,97	Na ₂ Cr ₂ O ₇	10588-01-9	0,009 %

Tabla 45a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H340 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 11

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H341

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Cd	Óxido de cadmio (no pirofórico)	128,40	CdO	1306-19-0	0,88 %
Co	Dicloruro de cobalto	58,93	CoCl ₂	7646-79-9	1 %
Hg	Cloruro de mercurio	271,5	HgCl ₂	7487-94-7	0,74 %
Ni	Dibromato de níquel	314,51	Ni(BrO ₃) ₂	14550-87-9	0,19 %
Sn	Dicloruro de dibutil estaño	303,84	C ₈ H ₁₈ Cl ₂ Sn	683-18-1	0,39 %
V	Pentóxido de vanadio	90,94	V ₂ O ₅	1314-62-1	0,56 %

Tabla 45b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H341 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 11

9 HP 13. SENSIBILIZANTE

En las siguientes tablas se muestran las sustancias que constituyen el "peor caso posible realista" para diferentes elementos que pueden dar lugar a la característica de peligrosidad HP 13.

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H317

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Be	Óxido de berilio	25,01	BeO	1304-56-9	3,60 %
Co	Sulfuro de cobalto	90,99	CoS	1317-42-6	6,48 %
Cr (VI)	Cromato de potasio	194,19	K ₂ CrO ₄	7789-00-6	2,68 %
Fe	Ferrita potásica	198,04	FeKO ₂	12160-44-0	2,82 %
K	Persulfato de potasio	135,16	K ₂ O ₈ S ₂	7727-21-1	2,89 %
Ni	Dibromato de níquel	314,51	Ni(BrO ₃) ₂	14550-87-9	1,87 %

Tabla 46a. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H317 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 13

Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H334

Elemento	Sustancia "peor caso posible realista"	Masa molecular	Fórmula	Número CAS	Límite de concentración expresado en el elemento
Co	Cobalto	58,93	Co	1317-42-6	10 %
Cr (VI)	Cromato de sodio	161,97	Na ₂ CrO ₄	7775-11-3	3,21 %
K	Persulfato de potasio	135,16	K ₂ O ₈ S ₂	7727-21-1	2,89 %
Ni	Dibromato de níquel	314,51	Ni(BrO ₃) ₂	14550-87-9	1,87 %

Tabla 46b. Sustancias clasificadas con el código de indicación de peligro H334 que constituyen el "peor caso posible realista" para la característica de peligrosidad HP 13

10 HP 14. ECOTÓXICO

Esta característica de peligrosidad deberá estudiarse caso por caso ya que, por lo general, los códigos de indicación de peligro H400 y H420 no se presentan solos en una sustancia, sino que van acompañados de otros códigos de indicación de peligro (H410, H411, H412, etc.), cuyo límite de concentración es una ecuación que hace más complejos los cálculos.