

Residuos peligrosos en centros docentes de secundaria: gestión intracentro

*Déchets dangereux dans centres enseignants de secondaire. Gestion intracentre
Hazardous waste in teaching institutions of secondary. Intracenter management*

Redactores:

Enrique Gadea Carrera
Licenciado en Ciencias Químicas
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Adrián Allueva Gonzalo
Licenciado en Ciencias Químicas
Joan Martí Callau
Licenciado en Ciencias Químicas
ECOCAT

M. Antonia Merino Calvet
Doctora en Ciencias Químicas
DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ. GENERALITAT DE CATALUNYA

La gestión de residuos en los centros docentes de secundaria presenta unas características específicas distintas de las que presentan los centros universitarios y de investigación. Esta gestión consta dos partes, la intracentro y la extracentro. En la presente Nota Técnica de Prevención se exponen y comentan los aspectos que han de tenerse en cuenta en la gestión intracentro.

1. INTRODUCCIÓN

Es necesario realizar una correcta gestión de los residuos para paliar en la medida de lo posible sus efectos negativos sobre el medio ambiente y la seguridad y salud en el trabajo así como para la defensa de la salud pública y el desarrollo sostenible. Dicha gestión, en especial la de los residuos peligrosos, ha de tener en cuenta la legislación vigente, tanto la específica como la de protección de la salud y del medio ambiente, y se ha de plantear considerando todo su ciclo de vida, es decir, desde el mismo momento de su generación hasta que son gestionados de la forma más adecuada. En esta gestión se distinguen dos fases diferenciadas que están interrelacionadas: la *gestión intracentro*, que es la que se realiza dentro de los propios centros de educación, y la *gestión extracentro*, que incluye las operaciones de recogida, transporte y tratamiento por un gestor especializado y autorizado.

En base a esta gestión intracentro, hay que hacer especial hincapié en la formación y actitud del personal responsable del centro docente, de forma que pueda transmitir y aplicar los conocimientos adquiridos para una adecuada formación del alumnado y el cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a residuos y a seguridad del personal del centro.

En la presente NTP se exponen los aspectos a considerar en la gestión intracentro de los residuos peligrosos generados en un centro docente de secundaria o similar (ciclos formativos), que incluyen las operaciones de clasificación, reagrupamiento y almacenamiento de residuos, siempre a cargo del personal del centro docente, hasta que se procede a su recogida por un gestor externo.

2. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN CENTROS DOCENTES DE SECUNDARIA

Los residuos se pueden dividir en no peligrosos (orgánicos, papel y material inerte), que se suelen gestionar

como tales (asimilables a urbanos), y peligrosos (sustancias químicas, restos biológicos y material contaminado, proveniente de los laboratorios, así como lámparas, pilas, aceites minerales, cartuchos de impresora, etc.).

Los residuos que se generan en los laboratorios (productos de prácticas, productos caducados, productos sobrantes, etc.), a los que hace referencia esta Nota Técnica de Prevención, deben ser gestionados adecuadamente para que no supongan un riesgo para los trabajadores y alumnos del centro. También es importante tener en cuenta los productos que por su especial peligrosidad (muy tóxicos, tóxicos, sensibilizantes y los denominados CMR -cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción-) no se deben utilizar en un centro docente de secundaria, y que, caso de existir, deben ser eliminados en una primera fase. Algunos ejemplos de estos productos se pueden ver en la tabla 1.

Una de las características de estos centros docentes (IES, FP, etc.) es la frecuencia de generación de los residuos, que suele ser estacional, relacionada con la realización de prácticas vinculadas al desarrollo de los programas y al cumplimiento del calendario escolar. Es importante indicar que la peligrosidad de estos residuos hace necesaria una planificación de las retiradas de los mismos, procurando que en períodos vacacionales haya un stock de residuos mínimo, dada la previsible ausencia del personal.

3. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS: ASPECTOS A CONSIDERAR

Estudios de actividades y minimización

Para disponer de una información ajustada sobre los residuos generados en cada centro, es necesario conocer todas las actividades realizadas, desde las docentes hasta las de mantenimiento o de limpieza, así como los productos utilizados. Este estudio debe efectuarse a partir de los productos adquiridos, considerando las áreas,

Muy Tóxicos T ⁺	Tóxicos T	Explosivos E	CMR y sensibilizantes Frases R:, 45, 49, 46, 60, 61, 42 y 43
	Ácido Crómico		Ácido Crómico
	Ácido Pírico		Ácido Pírico
Ácido Fluorhídrico			
Dicromato de amonio			Dicromato de amonio
	Metanol,		
Bromo			
	Cloruro de bario		Cloruro de bario
Cadmio	Cadmio		
Cloruro de cadmio	Cloruro de cadmio		
Nitrato de cadmio			
Sulfato de cadmio	Sulfato de cadmio		
Cloruro de cobalto			
	Nitrato de cobalto (II)		
	Mercurio		
	Cloruro de mercurio		
Óxido de mercurio (II)			
Nitrato de mercurio(II)			
			Acetato de plomo (II)
		Fósforo rojo	
			Carbonato de plomo (II)
			Nitrato de plomo (II)
			Óxido de plomo (II)
	Arseniato de potasio		Arseniato de potasio
Cianuro de potasio			
			Cromato de potasio
		Dicromato de potasio	Dicromato de potasio
Cianuro de sodio			
	Fluoruro de sodio		
	Nitrito de sodio		
Cianuro de zinc			
	Benceno		Benceno
		Fenol	
	Formaldehído		Formaldehído
			Hidroquinona
	Tetracloruro de carbono		

Tabla 1. Lista no exhaustiva de productos peligrosos que no deben hallarse en un centro docente de secundaria

actividades y procesos en los que intervienen, así como la periodicidad y frecuencia de utilización.

Todo ello, permite establecer una relación de residuos generados y una estimación de las cantidades producidas en el centro. A partir de estos datos y de manera previa a la consideración como residuos para su inclusión en el procedimiento de gestión, hay que estudiar otras posibilidades. El primer paso es valorar las opciones de minimización o reducción de los residuos generados y la sustitución de algunos productos peligrosos por otros que representen un menor riesgo para la seguridad y la salud. Ello hace necesario una cuidadosa selección de las prácticas y de las cantidades de productos adquiridos, que eviten un exceso de productos almacenados que a la postre, muy probablemente, pueden convertirse en residuos. Otra posibilidad que debe tenerse en cuenta es la reutilización de algunos residuos, por ejemplo como producto de partida de una nueva práctica docente.

Clasificación de los residuos

Un programa de gestión de residuos implica el establecimiento de un procedimiento de recogida selectiva de acuerdo con la clasificación y agrupamiento de los diferentes residuos, considerando sus propiedades físico-químicas y las incompatibilidades que puedan existir. En la tabla 2 se presenta una posible clasificación de los residuos peligrosos generados en centros de educación secundaria, aunque dado que las cantidades generadas en estos centros suelen ser pequeñas, la clasificación debe adaptarse a las posibilidades de cada centro.

Compatibilidad

El primer aspecto a tener en cuenta para la clasificación de residuos y el establecimiento de grupos es conocer las características de compatibilidad de los diferentes residuos (ver tabla 3). Es importante indicar que, dentro de cada grupo genérico de residuos, pueden producirse

Grupo I	Disolventes halogenados	Líquidos orgánicos. Contenido halógeno $\geq 1\%$ <i>Son generalmente productos irritantes o muy tóxicos y no deberían utilizarse en un centro de educación secundaria.</i>
Grupo II	Disolventes no halogenados	Líquidos orgánicos. Contenido halógeno $< 1\%$ (alcoholes, cetonas, etc.) <i>Debe evitarse mezclar disolventes inmiscibles ya que dificultan el tratamiento posterior</i>
Grupo III	Disoluciones acuosas inorgánicas	Disoluciones básicas (hidróxido sódico, hidróxido potásico, etc.). Se incluyen también las más concentradas (como indicador, aquellas con $\text{PH} \geq 11$) <i>No añadir disoluciones amoniacaes.</i>
		Disoluciones ácidas diluidas con $\text{PH} > 3$ (clorhídrico, nítrico, etc.)
		Otras disoluciones: fosfatos, cloruros, sulfatos, reveladores, etc.
Grupo IV	Disoluciones acuosas orgánicas (elevada DQO)	Mezclas agua/disolvente (metanol/agua), disoluciones de colorantes, disoluciones de fijadores orgánicos (formol, fenol, etc.)
Grupo V	Ácidos concentrados	Disoluciones acuosas concentradas, con un $\text{PH} \leq 3$, de ácidos tanto inorgánicos como orgánicos. <i>Debe tenerse en cuenta que la mezcla de varios ácidos, en función de su composición y concentración, puede producir reacciones químicas peligrosas con incremento de temperatura y desprendimiento de gases.</i>
Grupo VI	Aceites	Aceites minerales producidos generalmente en operaciones de mantenimiento o en baños calefactores en los laboratorios.
	Sólidos orgánicos	Productos químicos en estado sólido de naturaleza orgánica o contaminados con productos orgánicos (gel de sílice o carbón activo impregnados con disolventes orgánicos)
	Sólidos inorgánicos	Productos químicos sólidos de naturaleza inorgánica (sales de metales pesados). Las sales especialmente tóxicas y peligrosas se incluyen en el grupo VII.
	Envases y material contaminados	Material y envases contaminados con productos químicos peligrosos. Incluye el vidrio contaminado y guantes, entre otros. <i>Pueden establecerse subgrupos de clasificación, de acuerdo con las recomendaciones del gestor autorizado.</i>
Grupo VII	Especiales	Productos comburentes (peróxidos)
		Productos pirofóricos (magnesio metal en polvo)
		Productos muy reactivos: ácidos fumantes, cloruros de ácido, metales alcalinos (sodio, potasio), compuestos que pueden polimerizarse, compuestos que pueden dar lugar a peróxidos éteres, etc.
		Compuestos muy tóxicos (cianuros, sulfuros, etc.)
		Productos cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción (CMR). <i>Los cancerígenos y mutágenos están sujetos a legislación específica (RD. 665/1997). Ninguno de estos compuestos debe utilizarse en un centro docente de secundaria.</i>
		Otros: productos en el envase original (stocks antiguos), así como productos no clasificables en otro grupo. <i>Pueden haber productos no identificados, lo cual no es correcto y en cuyo caso debería realizarse, en la medida de lo posible, alguna determinación, como el pH, que aportase una mínima información al gestor autorizado para encontrar una posible solución.</i>

Tabla 2. Clasificación de residuos (posibles grupos)

reacciones químicas, debiéndose realizar todos los subgrupos necesarios, en los que se observen las características de compatibilidad química y se eviten reacciones secundarias peligrosas. Por ejemplo: si se mezclan restos de ácido nítrico y de ácido sulfúrico, deberemos utilizar envases distintos, ya que uno es oxidante y el otro reductor. En la tabla 4 se incluyen ejemplos de productos de cada grupo.

Como norma general, sólo puede procederse a mezclar residuos si hay garantías de ausencia de reactividad y, ante cualquier duda, se debe consultar al responsable de residuos del centro o al gestor externo. Por otro lado, un tratamiento intracentro para neutralizar o reducir la

peligrosidad de un residuo, solamente se puede llevar a cabo si se trata de una operación segura que no dé lugar a reacciones secundarias peligrosas y no represente un consumo de productos exagerado.

Etiquetado

Los recipientes o contenedores de los diferentes tipos de residuos deben estar adecuadamente etiquetados, permitiendo la rápida identificación del residuo y de su peligrosidad. El contenido de la etiqueta debe estar de acuerdo con la legislación aplicable, tanto la relativa a la comercialización de sustancias y preparados como a la

CÓDIGOS DE REACTIVIDAD

C	DESPIRMIENTO CALOR
F	FUEGO, REACCIÓN EXOTÉRMICA
G	GENERACION GAS TÓXICO NO INFLAMABLE
GT	GENERACION GAS TÓXICO
GI	GENERACION GAS INFLAMABLE
E	EXPLOSION
P	POLIMERACION VIOLENTA
¿?	PROBABLEMENTE PELIGROSO, PERO NO REFERENCIAS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	III	IV	V	VI	
1	1																																				
2	CG	2																																			
3	C	CG	3																																		
4	C	CF	CP	4																																	
5	CP	CF	CP		5																																
6	C	CGT				6																															
7	C	CGT	C				7																														
8	C	CF						8																													
9	GT/GI	GT/GI	GT/GI	C					9																												
10	C	C	C	CP						10																											
11	CG	CGT	C	CG	CG																																
12	CGT	GF/GT					CGT	CG	C	CGI	C	G																									
13		CF/GT											13																								
14	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP		14																							
15	C	CF													15																						
16	C	CF														16																					
17	C	CF									CG			17																							
18	GT	GT	GT	GT																																	
19	C	CF		C																																	
20		CF																																			
21	CF																																				
22	C	G	GF/GT	C	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP		18																						
23	GT/GI	GF/GT																																			
24	C	CGI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI																							
25	CF	CF																																			
26	CF	CF																																			
27	CGT/GI	GF/GT																																			
28	CF	CF	C	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI																							
29	CE	CF	C	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG																							
30	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI	CG/GI																							
31	CGT	CGT																																			
32	GT/GI	GF/GT	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI	GF/GI																							
I	C	C																																			
II	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP																							
III	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE																							
IV	CGT	CGT	CGT	CGT	CGT	CGT	CGT	CGT	CGT	CGT	CGT	CGT	CGT	CGT																							
V	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI	CGI																							
VI																																					

Tabla 3. Incompatibilidades químicas

<p>1. Ácido clorhídrico HCl Ácido clorosulfónico HSO_2Cl Ácido fluorhídrico HF Ácido fluorobórico HBF_4 Ácido fosfórico H_3PO_4</p> <p>2. Ácido crómico H_2CrO_4 Ácido nítrico HNO_3 Ácido perclórico HClO_4 Ácido sulfúrico H_2SO_4 Ácido sulfúrico fumante (oleum) $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$</p> <p>3. Ácido acético CH_3COOH Ácido benzoico $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ Ácido butírico $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ Ácido fórmico HCOOH Ácido ftálico $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$</p> <p>4. Alcohol etílico $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ Alcohol isopropílico $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ Alcohol metílico CH_3OH Etilenglicol $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ Glicerina $\text{HOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$</p> <p>5. Acetaldehído CH_3CHO Acroleína $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$ Benzaldehído $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ Crotonaldehído $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO}$ Glicerina $\text{HOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ Formol HCHO</p> <p>6. Acetamida CH_3CONH_2 Acrilamida $\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$ Benzamida $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$ Formamida HCONH_2 Propionamida $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$</p> <p>7. Anilina $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ Dimetilamina $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ Etilamina $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ Trietanolamina $(\text{HOCH}_2\text{CH}_2)_3\text{N}$ Trietilamina $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$</p> <p>8. Acetona CH_3COCH_3 Acetofenona $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3$ Ciclohexanona $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_4\text{CO}$ Etilmetilcetona $\text{C}_2\text{H}_5\text{COCH}_3$</p> <p>9. Ácido cianhídrico HCN Cianuro mercúrico $\text{Hg}(\text{CN})_2$ Cianuro potásico KCN Cianuro sódico NaCN Cianuro de cinc $\text{Zn}(\text{CN})_2$</p> <p>10. Hidróxido amónico NH_4OH Hidróxido potásico KOH Hidróxido sódico NaOH Metóxido sódico CH_3ONa Óxido cálcico CaO</p> <p>11. 2-Aminotiazol $\text{H}_2\text{N}-\text{C}=\text{N}-\text{CH}=\text{CH}-\text{S}$ Azobenceno $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{NC}_6\text{H}_5$ Benzotriazol $\text{C}_6\text{H}_4\text{NHN}=\text{N}$ Hidrazina $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$ Metilhidrazina CH_3NHNH_2</p> <p>12. Brombenceno $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ Cloroformo CHCl_3</p>	<p>Lindano $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ Percloroetileno $\text{Cl}_2\text{C}=\text{CCl}_2$ Tetracloruro de carbono CCl_4</p> <p>13. Ácido pícrico $(\text{NO}_2)_3\text{C}_6\text{H}_2\text{OH}$ Nitrato de urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{HNO}_3$ Nitrobenceno $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ Nitrofenol $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ Nitrometano CH_3NO_2</p> <p>14. Epiclorhidrina $\text{CH}_2(\text{o})\text{CHCH}_2\text{Cl}$ Epoxiestireno $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{o})\text{CH}_2$ Óxido etileno $\text{CH}_2(\text{o})\text{CH}_2$ Óxido de 1,2-propileno $\text{CH}_3\text{CH}(\text{o})\text{CH}_2$ 1,2-Epoxibutano $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}(\text{o})\text{CH}_2$</p> <p>15. Acetato de etilo $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ Acrilato metilo $\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3$ Benzoato de butilo $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_4\text{H}_9$ Butirato de isopropilo $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$ Tetrahidrofurano $\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2$</p> <p>16. Anisol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_3$ Éter etílico $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ Etilenglicol monometiléter $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ Tetrahidrofurano $\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2$</p> <p>17. Cresol $\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$ Fenol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ Hidroquinona 1,4-$(\text{OH})_2\text{C}_6\text{H}_4$ Naftol $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{OH}$ Pentaclorofenol $\text{HO}-\text{C}_6\text{Cl}_5$</p> <p>18. Difluoruro de amonio NH_4FHF Fluoruro amónico NH_4F Fluoruro cálcico CaF_2 Fluoruro sódico NaF Fluoruro de cinc ZnF_2</p> <p>19. Diciclopentadieno $(\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2)_2$ Dimetilacetileno $\text{CH}_3\text{C}=\text{CCH}_3$ 1-Hexeno $\text{CH}_2=\text{CHC}_4\text{H}_9$ Isobutileno $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$ Isopropileno $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$</p> <p>20. Ciclopentano $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2$ n-Decano $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ n-Heptano C_7H_{16} n-Hexano C_6H_{14}-$\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{OOH}$ Isooctano $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$</p> <p>21. Benceno C_6H_6 Estireno $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ Naftaleno C_{10}H_8 Tolueno $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ Xileno $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3$</p> <p>22. Clorfenil isocianato $\text{ClC}_6\text{H}_4\text{NCO}$ Difenilmetano diisocianato $(\text{OCN}-\text{C}_6\text{H}_4)_2\text{CH}_2$ Isocianato de ciclohexilo $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NCO}$ Metilisocianato CH_3NCO Toluendiisocianato $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NCO}$</p> <p>23. Dimetilsulfuro CH_3SCH_3 Etanoditiol $\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{SH}$</p>	<p>Metilmercaptano CH_3SH Sulfuro de carbono CS_2 Tiofenol $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$</p> <p>24. Berilio, calcio, litio, potasio, sodio</p> <p>25. Bronce (Cu-Sn), cobre, estaño, hierro, latón (Cu-Zn)</p> <p>26. Aluminio, magnesio, níquel, titanio, cinc</p> <p>27. Acetonitrilo CH_3CN Acrilonitrilo $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ Benzonitrilo $\text{C}_6\text{H}_5\text{CN}$ Cianhidracetona $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CN}$ Propionitrilo $\text{C}_2\text{H}_5\text{CN}$</p> <p>28. Nitruro cálcico Ca_3N_2 Nitruro de cobre Cu_3N Nitruro potásico K_3N Nitruro sódico Na_3N Tetrasulfuro tetranitruro S_4N_4</p> <p>29. Hidroperóxido de cumeno $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{OOH}$ Peróxido de acetilo $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}_2$ Peróxido de benzoilo $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O}_2$ Peróxido t-butilo $((\text{CH}_3)_3\text{C})_2\text{O}_2$ Peróxido de dicumilo $\text{C}_{18}\text{H}_{22}\text{O}_2$ Butil Peroxibenzoato $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{OC}(\text{CH}_3)_3$</p> <p>30. Carbaril, carbofuran, maneb, metam-sodio, pirimicarb</p> <p>31. Disulfuton, fosfolan, malation protoato, tiometon</p> <p>32. Sulfuro amónico $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ Sulfuro de bario BaS Sulfuro sódico Na_2S Sulfuro de zinc ZnS Trisulfuro de arsénico As_2S_3</p> <p>II. Acetato de vinilo $\text{CH}_2\text{COOCH}=\text{CH}_2$ Ácido metacrílico $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ Acrilato de etilo $\text{CH}_2=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$ Cloruro de alilo $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$ Estireno $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$</p> <p>III. Alquil y aril nitratos Y nitritos $\text{AlNO}_3, \text{ArNO}_3, \text{AlNO}_2, \text{ArNO}_2$ Azidas $\text{MN}_3, \text{XN}_3, \text{RN}_3$ Cloratos y percloratos $\text{MClO}_3, \text{MClO}_4$ Nitrato amónico NH_4NO_3 Nitrocelulosa $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3$</p> <p>IV. Agua oxigenada H_2O_2 Cloratos $-\text{ClO}_3$ Dicromatos $-\text{Cr}_2\text{O}_7$ Halógenos X_2 Permanganatos $-\text{MnO}_4$</p> <p>V. Fósforo, Hidruros, metales, nitritos, sulfuros</p> <p>VI. Amiduros, cloruros de ácido, compuestos organometálicos hidruros, metales alcalinos y alcalinotérreos</p>
---	--	--

Tabla 4. Ejemplos de asignación a los distintos grupos de la tabla 3

de transporte, existiendo dos tipos de etiquetas, las denominadas de "producto", que hacen referencia al residuo y a su peligrosidad y las denominadas de "transporte", que se utilizan cuando se trata de materias peligrosas a transportar, de acuerdo con la normativa de transporte por carretera (ADR). En el caso de los residuos, es habitual utilizar una única etiqueta que comprenda los dos aspectos (producto y transporte), facilitando su gestión, y cuyo contenido debería ser el siguiente:

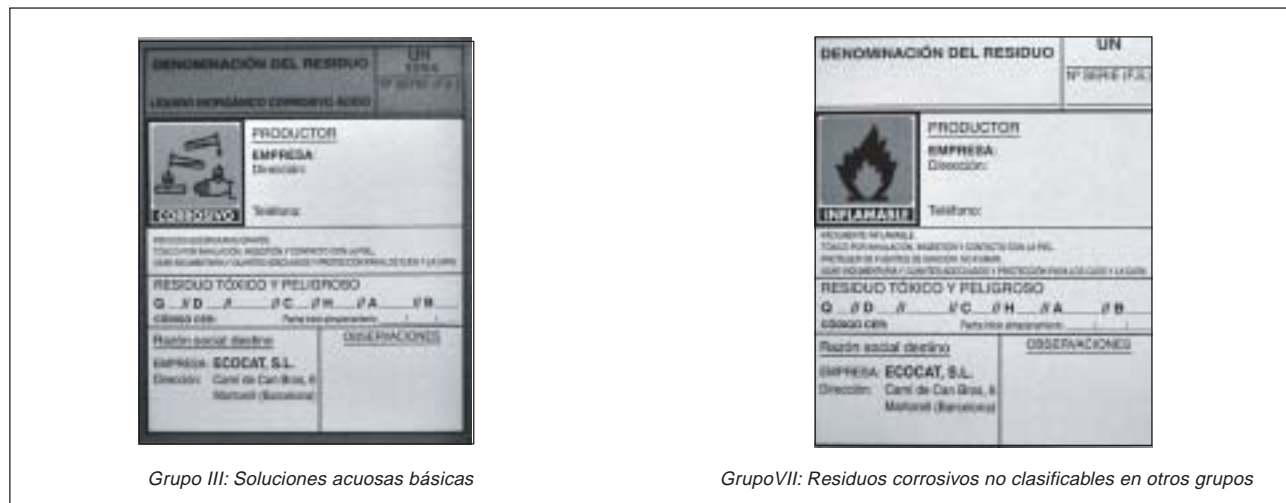
- Denominación del residuo
- Datos del productor
- Pictogramas de peligro
- Frases de riesgo R y consejos de prudencia S
- Fecha de inicio del almacenamiento

- Código CER//LER (Código Europeo de Residuos// Lista Europea de Residuos) de seis dígitos y la codificación española de residuos (según normativa)
- Número UN (4 cifras): si la materia está considerada como peligrosa para el transporte según la normativa ADR.

Normalmente, las etiquetas son facilitadas o se confeccionan con la empresa gestora externa. Una manera de facilitar la identificación rápida de los residuos es la utilización de etiquetas de colores diferentes, según el grupo de residuos a que pertenezca. En la tabla 5 se indican, a modo de ejemplo, diferentes colores genéricos de la etiqueta para cada grupo o subgrupo de residuos y en la figura 1 se muestran algunos ejemplos de etiquetas.

DENOMINACIÓN RESIDUO	COLOR ETIQUETA
Grupo I: DISOLVENTES HALOGENADOS	NARANJA CLARO
Grupo II: DISOLVENTES NO HALOGENADOS	VERDE CLARO
Grupo III: SOLUCIONES ACUOSAS ÁCIDAS	ROJA
Grupo III: SOLUCIONES ACUOSAS BÁSICAS	AZUL
Grupo III: SOLUCIONES ACUOSAS RESIDUALES (neutras)	AMARILLO CLARO
Grupo IV: ACIDOS CONCENTRADOS	ROJA
Grupo V: ACEITES	MARRÓN
Grupo VI: SÓLIDOS Y PASTOSOS ORGÁNICOS NO HALOGENADOS	VERDE FUERTE
Grupo VI: SÓLIDOS Y PASTOSOS ORGÁNICOS HALOGENADOS	NARANJA FUERTE
Grupo VI: SÓLIDOS INORGÁNICOS (no especialmente reactivos ni tóxicos)	AMARILLO FUERTE
Grupo VI: ENVASES CONTAMINADOS	ROSA FUERTE
Grupo VI: ABSORBENTES CONTAMINADOS	ROSA CLARO
Grupo VII: para productos que no se engloben en otros grupos y aquellos especialmente reactivos y/o tóxicos. <i>Deberán incluir todos los datos necesarios para su correcta gestión.</i>	BLANCA
Grupo VII: REACTIVOS DE LABORATORIO, en su envase original: caso de envases finales no debidamente clasificados. <i>No hace falta volver a colocar una etiqueta de "producto" de nuevo, salvo en caso que los envases, una vez vacíos, se reutilicen para acondicionar residuos (práctica no siempre aconsejable), en cuyo caso, se podrá hacer uso de cualquier etiqueta de la tabla anterior (excepto a la que hace referencia esta nota) acorde a las características del residuo, para etiquetarlo.</i>	GRIS
Residuos NO IDENTIFICADOS <i>No es correcto etiquetar un envase como "No identificado", en cuyo caso, debería llevarse a cabo alguna determinación mínima, como el pH (líquidos). Si no fuera posible realizar ninguna prueba al residuo, se le comunicará debidamente al gestor externo para que tome las oportunas medidas.</i>	NO PROCEDE
<i>Se observa que existen varias etiquetas genéricas por grupo de clasificación, de forma que puedan cumplirse las normas de compatibilidad, etiquetado y transporte.</i>	

Tabla 5. Colores de la etiqueta por grupo o subgrupo de residuo



Grupo III: Soluciones acuosas básicas

Grupo VII: Residuos corrosivos no clasificables en otros grupos

Figura 1. Ejemplos de etiquetas

Envasado

Para el envasado de los residuos de laboratorio, se ha de tener en cuenta varios factores como son el tipo residuo (características físico-químicas, composición química, reactividad y compatibilidad residuo-envase), el volumen de residuo generado y el espacio disponible en los laboratorios o en las zonas de almacenamiento. Con el fin de evitar trasvases y facilitar la entrega al gestor externo se recomienda utilizar envases homologados para el transporte de mercancías peligrosas. A continuación se describen las características de los envases más frecuentemente utilizados para residuos de este tipo (ver figura 2):

- *Envases de 5 a 30 l:* Envases de polietileno de alta densidad desde 5 hasta 30 litros de capacidad, homologados. Existen algunos envases de boca ancha (para sólidos) y otros de boca estrecha (para líquidos). Son en su mayoría compatibles con los productos químicos y residuos generados en un laboratorio docente de secundaria.
- *Envases de seguridad:* Indicados para productos especialmente inflamables, volátiles o tóxicos, en pe-



Envase de 25 litros



Envase de seguridad



Envases de 10 litros



Cajas de reactivos

Figura 2. Envases de residuos

queñas cantidades, como podría ser el sulfuro de carbono. Van provistos de cortafuegos y válvula de presión especial.

- *Cajas para reactivos de laboratorio:* Cajas de polietileno de alta densidad, provistas de un producto absorbente en el fondo, preparadas para el almacenamiento y transporte de reactivos de laboratorio obsoletos y productos en su envase original o envases con un volumen similar. Debe tenerse especial cuidado con productos peligrosos de máximo riesgo.

En la tabla 6, se indican una serie de recomendaciones relativas a la utilización de envases de polietileno para el almacenamiento de residuos y en la tabla 7 otras incompatibilidades entre envase y residuo

PRODUCTO	RECOMENDACIÓN
Bromoformo y sulfuro de carbono	No utilizar
Ácido butírico, ácido benzoico, bromo o diclorobenceno	No utilizar en períodos de almacenamiento > 1mes
Dietileter, éter, percloroetileno o cloruro de amilo	No utilizar a temperaturas > 40°C

Nota: los envases de polietileno son los más utilizados, dado que son compatibles con la mayoría de productos químicos

Tabla 6. Recomendaciones para el uso de envases de polietileno

MATERIAL ENVASE	Productos químicos a envasar	Recomendación
Metálico	Ácidos	No utilizar
Vidrio	Ácido fluorhídrico	No utilizar

Tabla 7. Incompatibilidades envase-residuo

Almacenamiento

Desde el momento de la generación de un residuo o de la consideración de un producto como residuo, hasta su retirada por un gestor autorizado, el almacenamiento de los residuos es responsabilidad del centro docente (productor), que debe procurar que se realice correctamente y de acuerdo con la legislación vigente, en la que se indica que el tiempo máximo de almacenamiento no debe ser superior a seis meses.

Como recomendaciones generales de almacenamiento de residuos se indican las siguientes:

Disponer de un almacén externo, de forma que los residuos se encuentren apartados del centro. En su defecto, debería habilitarse una zona interna, previamente determinada, que sea lo más aislada posible y si, debido a problemas de espacio, han de ubicarse en el laboratorio, deben delimitarse espacios exclusivos, utilizándose, preferentemente, armarios de seguridad con una resistencia al fuego mínima de 15 minutos (RF 15).

Es importante que no esten expuestos a la luz solar y dispongan de la máxima ventilación posible.

El almacenamiento debe contemplar posibles incompatibilidades químicas, debiéndose establecer una ade-

cuada distribución y separación que evite posibles reacciones peligrosas.

Los envases no han llenarse más allá del 90 % de su capacidad, para facilitar su manipulación segura.

Siempre que sea posible, los envases deben almacenarse a nivel del suelo y en ningún caso por encima de 1,70 metros desde el suelo, evitándose el apilamiento.

En el caso de los residuos que sean reactivos de laboratorio, contenidos en su propio envase o en otros, y que estén almacenados en cajas de polietileno estancas (ver figura 3), ha de procurarse no superar los 20 Kg. por caja, incluido el absorbente interior para derrames (que debe añadirse), e intentar, dentro de lo posible, separar los residuos en cajas diferentes, de acuerdo con su clasificación y considerando las posibles incompatibilidades. Los envases han de estar fijos de manera que no se puedan mover, incluyéndose, adherido a cada caja, un listado de los residuos y volúmenes que contiene, facilitando, así, la detección de incompatibilidades por parte del gestor externo, durante la recogida.



Se observa la colocación de las botellas de reactivo, el absorbente para casos de derrame, y la etiqueta.



Caja preparada para su almacenamiento a la espera de la recogida por parte del gestor.

Manipulación

En principio, todos los residuos deben considerarse como peligrosos. Si se desconocen sus características y propiedades ha de adoptarse el máximo nivel de protección.

Siempre que sea posible, se empleará material fácilmente descontaminable, utilizándose material de un solo uso exclusivamente en aquellos casos que resulte imprescindible.

Nunca se deben manipular residuos en solitario.

No utilizar envases que superen los 20 Kg., para que su manipulación no implique riesgos adicionales.

El vertido de los residuos a los envases o contenedores correspondientes ha de efectuarse de forma lenta y controlada, interrumpiéndose la operación si se observa cualquier fenómeno anormal, como la formación de gases o un incremento significativo de la temperatura. Una vez finalizada la operación de trasvase, es necesario cerrar el envase hasta la próxima utilización.

Evitar el contacto directo con los residuos peligrosos, utilizando los equipos de protección individual (EPI) necesarios, como guantes, gafas y en algunos casos mascarilla.

Debe procurarse que los envases o contenedores de residuos no completados, previamente a su traslado a la zona de almacenamiento, no entorpezcan y no sean un riesgo añadido, situándose apartados de zonas de paso y de focos de calor.

4. IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA. ELEMENTOS DE LA GESTIÓN

Una correcta gestión de los residuos en un centro de educación secundaria, ha de considerar tanto aspectos normativos como organizativos, entre los que se encuentran los siguientes:

Designar un responsable general de residuos del centro docente, que será el encargado de recopilar toda la información relativa a los residuos a gestionar, facilitar las etiquetas y envases necesarios y completar el documento de solicitud de retirada.

De acuerdo con la organización del centro docente, se recomienda asignar, además, un responsable por laboratorio o departamento, que se encargará de la gestión de los residuos de su área y de realizar la solicitud al responsable general del centro de los envases necesarios y de las etiquetas correspondientes. Si el centro docente dispone de un solo laboratorio, puede tratarse de la misma persona.

Establecer una sola persona de contacto entre el centro educativo y el gestor externo de residuos, al que se le deben facilitar los datos del mismo (nombre, dirección completa, teléfono, e-mail, etc.), así como el documento de solicitud de retirada, debidamente cumplimentado.

El responsable general de residuos, en su caso, informará a cada área o departamento generador (laboratorio o departamento) de las fechas de recogida por parte del gestor externo.

Deberá disponerse de una relación actualizada de los residuos almacenados.

Disponer de procedimientos y planes de actuación en caso de incidencias, como puede ser un derrame o la existencia de envases hinchados, que a su vez, deben estar contemplados en el plan de emergencia y evacuación el centro educativo (ver NTP nºs 334, 432 y 500).

Figura 3. Almacenamiento de envases de residuos en cajas

Periódicamente debería realizarse una revisión del programa de gestión de residuos, en la que han de intervenir todas las partes implicadas (centro docente y gestor autorizado). En ella se debe comprobar el buen funciona-

miento del programa, facilitándose la detección de puntos débiles en el mismo así como de posibilidades de mejora, lo que permite una optimización continua del sistema de gestión implantado.

REFERENCIAS LEGALES Y BIBLIOGRAFIA

- (1) Ley 31/1995 de 8.11. (Jef. Est., BOE 10.11.1995). Ley de prevención de riesgos laborales.
- (2) Real Decreto 952/1997 de 5.7. (M. M. Amb., BOE 5.7.1997), por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de junio.
- (3) Ley 11/1997 de 24.4 (Jef. Est., BOE 25.4.1997). Ley de envases y residuos de envases.
- (4) Ley 10/1998 de 21.4. (Jef. Est., BOE 22.4.1998). Ley de residuos.
- (5) Real Decreto 374/2001 de 6.4. (M. Presid., BBOOE 1.5, rect. 30.5 y 22.6.2001). Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- (6) Orden MAM/304/2002 de 8.2. (BBOOE 19.2, rect. 12.3.2002) por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- (7) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
Notas Técnicas de Prevención (NTP).
Barcelona. INSHT.

