

PVC y ahorro energético

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el ahorro energético y la minimización de emisiones de CO₂ son dos claras prioridades en todos los países comprometidos con el desarrollo sostenible. Por ello, el Foro Ibérico del PVC ha encargado un estudio con el fin de determinar qué productos y materiales son energéticamente óptimos para el sector de la construcción en España.

El estudio ha sido desarrollado por el Departamento de Proyectos de Ingeniería, a través del Laboratorio de Modelización Ambiental, de la Universidad Politécnica de Cataluña. El responsable del estudio es José María Baldasano, Catedrático de Ingeniería Ambiental y director del Departamento de Proyectos de Ingeniería de dicha Universidad. El equipo del profesor Baldasano ha estado formado por: María Gonçalves Ageitos, René Parra Narváez y Pedro Jiménez Guerrero.

OBJETIVOS

Determinar el consumo energético y las emisiones de CO₂ asociadas a la producción unitaria de PVC, así como a varias de sus aplicaciones principales de uso en el ámbito de la edificación: ventanas, tuberías, láminas de impermeabilización y cables de energía de baja tensión.

Desarrollar y aplicar una metodología de contabilidad ambiental a lo largo del ciclo de vida de cada producto.

METODOLOGÍA

La metodología empleada comprende dos etapas diferenciadas:

1. Una primera etapa en la que se establece el consumo energético y las emisiones de CO₂ asociadas a la producción de PVC.
2. Una segunda etapa en la que se desarrolla una metodología de contabilidad ambiental, estimando el consumo energético y las emisiones de CO₂ asociadas a cada una de las etapas del ciclo de vida de diferentes productos producidos con PVC y otras materias primas.

VENTANAS

Casos base analizados

Se utiliza como unidad básica de cálculo, una ventana de apertura practicable o batiente estándar de 1,34 m x 1,34 m. Se ha considerado un periodo de vida media de uso de 50 años.

En el caso de **ventanas** se escogen como elementos comparativos el aluminio y la madera, por ser los materiales más habitualmente utilizados en la elaboración de marcos de ventanas en la Península Ibérica.

Conclusiones

La ventana a la que se le atribuye el menor consumo de energía y de emisión de CO₂ es la ventana de PVC con un 30% de material reciclado, seguida por la ventana de PVC sin material reciclado.

Resumen de los consumos de energía, emisiones de CO₂ y material reciclado atribuible a la producción, uso (50 años), reciclaje y disposición final de residuos de ventanas fabricadas con diferentes materiales.

Ventana	Consumo eléctrico (kWh)	Emisiones de CO ₂ (kg)	Material reciclado (kg)					% del material total
			Vidrio	PVC	Acero	Aluminio	Total material reciclado	
PVC 30% reciclado doble acristalamiento	1.740	730	21,4	21,1	6,7		49,2	93,4%
PVC 0% reciclado doble acristalamiento	1.780	742	21,4	21,1	6,7		49,2	93,4%
Madera doble acristalamiento	2.045	886	21,4				21,4	61,5%
Madera simple acristalamiento	2.633	1.155	10,7				10,7	45,0%
Aluminio 30% reciclado <i>con rotura</i> doble acristalamiento	3.244	1.418	21,4			40,8	62,2	94,1%
Aluminio 0% reciclado <i>con rotura</i> doble acristalamiento	3.819	1.672	21,4			40,8	62,2	94,1%
Aluminio 30% reciclado <i>sin rotura</i> doble acristalamiento	3.838	1.681	21,4			40,8	62,2	94,1%
Aluminio 0% reciclado <i>sin rotura</i> doble acristalamiento	4.413	1.935	21,4			40,8	62,2	94,1%

Casos base analizados

En el caso de **tuberías** se distinguen fundamentalmente dos aplicaciones, tuberías de conducción de agua potable y tuberías de saneamiento. En *conducción de agua potable* se toman como materiales comparativos el polietileno de alta densidad, el PVC biorientado y la fundición de hierro. En saneamiento se escogen el PVC biorientado, el polietileno y el polipropileno corrugado y el hormigón.

Se ha considerado un período medio de vida de 50 años.

Conclusiones

La tubería que presenta mejores resultados en el caso de tuberías para abastecimiento de agua potable es la tubería de PVC biorientado DN110, seguida de la tubería de PVC convencional DN110 y la de PEHD DN125, que supone un consumo energético y unas emisiones de CO₂ del orden de un 1,4% y 0,4% mayores que el caso base (PVC convencional), respectivamente.

Para las **tuberías de saneamiento** se observan los mejores resultados en términos de consumo energético y emisiones de CO₂ para la tubería de PP corrugado que contiene un 80% de material reciclado. A continuación encontraríamos la tubería de PE corrugado con un 80% de material reciclado, seguida de la tubería de PVC con un 80% de material reciclado.

Resumen de los consumos de energía, emisiones de CO₂ y material reciclado atribuible a la producción, uso (50 años), reciclaje y disposición final de residuos de 3 metros de tubos fabricados con diferentes materiales.

Base de cálculo: 3 m de tubería sin accesorios (Material reciclado % peso)	DN	Peso tubería	v	Coef. Hazen Williams	Consumo energético	Emisiones CO ₂	Variación Consumo Energético Respecto Caso Base	Variación Emisiones CO ₂ Respecto Caso Base
	mm	kg m ⁻¹	m s ⁻¹		kWh	kg CO ₂	%	%
TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO								
PVC biorientado	110	1,1	1,4	--(1)	828,0	362,8	-20,48	-19,73
PVC	110	2,7	1,5	150	1041,3	451,9	0,00	0,00
PEHD	125	3,8	1,4	140	1055,2	453,7	1,33	0,38
Fundición hierro (80% material reciclado)	125	21,6	0,9	100 (2)	1316,1	581,2	26,39	28,59
Fundición hierro	125	21,6	0,9	100 (2)	1620,4	681,1	55,61	50,69
TUBERÍAS DE SANEAMIENTO								
PP corrugado (80% material reciclado)	400	9,8	3,8	-	60,4	21,6	-81,15	-74,23
PE corrugado (80% material reciclado)	400	9,8	3,8	-	64,4	21,0	-79,54	-75,02
PVC (80% material reciclado)	315	11,5	5,0	-	69,0	22,0	-77,70	-73,63
PP corrugado	400	9,8	3,8	-	191,0	61,5	-28,65	-20,62
PE corrugado	400	9,8	3,8	-	211,0	58,6	-20,61	-24,56
PVC biorientado	315	10,4	5,0	-	223,4	67,0	-17,4	-14,8
PVC	315	11,5	5,0	-	262,2	76,9	0,00	0,00
Hormigón	400	134,1	2,8		345,0	129,4	33,26	70,43

(1). Las pérdidas de carga en la tubería a lo largo de 50 años se han estimado a partir de la correlación de Prandtl Colebrook White (Pipelife, 2005).

(2) Valor considerado para tubería nueva.

LÁMINAS

Casos base analizados

A fin de acotar el marco del estudio y establecer resultados comparativos se decide tomar como base láminas prefabricadas para impermeabilización de cubiertas en edificación. Más concretamente a aquellas utilizadas en cubiertas transitables con protección pesada, con armadura, no inclinadas, y no adheridas.

En cuanto a las **láminas de impermeabilización** se escogen como elementos comparativos, láminas de PVC-P con velo de fibra de vidrio, de EPDM y de betún modificado con elastómero SBS y fieltro de fibra de vidrio.

Se toma como base para realizar el estudio un periodo de 30 años, que corresponde al tiempo de vida medio de las láminas de PVC-P, y que supone un reemplazo para las láminas de EPDM y material bituminoso, cuyo tiempo de vida media se estima en 15 años.

Conclusiones

La lámina que presenta mejores resultados en lo que se refiere a los indicadores antes mencionados es la de PVC-P con un 50% de material reciclado en su composición. A continuación se encuentra la lámina de PVC-P sin material reciclado.

Resumen de los consumos de energía, emisiones de CO₂ y material reciclado atribuible a la producción, uso (50 años), reciclaje y disposición final de residuos de 1m² de láminas de impermeabilización de cubiertas de diferentes materiales.

Material	Peso (kg·m ²)	Espesor lámina (mm)	Consumo energético (kWh·m ²)	% variación respecto PVC-P	Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂)	% variación respecto PVC-P
PVC-P (50% material reciclado)	1,5	1,2	9,5	referencia	2,7	referencia
PVC-P	1,5	1,2	14,9	56,7	4,2	54,6
EPDM (50% material reciclado)	1,9	1,5	22,7	138,7	6,4	135,8
EPDM	1,9	1,5	34,9	267,1	9,7	257,7
Betún elastómero (SBS)	4,3	40,0	42,7	349,8	11,2	313,9

CABLES

Casos base analizados

En cuanto a los cables, se estudian cables unipolares de distribución de energía eléctrica para su instalación en viviendas, con conductor de cobre y un solo material de aislamiento. Se toman como referencia el PVC, el XLPE y el PE con carga mineral.

Se tiene en cuenta un periodo medio de vida útil de 50 años para todos los tipos de cables analizados.

Conclusiones

El cable que presenta mejores resultados desde el punto de vista de los indicadores ambientales considerados es el de PVC con un 25% de material reciclado en su composición.

A continuación se encuentran el cable aislado con PE con carga mineral que incluye un 25% de materiales reciclados en su composición y el de PE con carga mineral sin materiales reciclados.

Resumen de los consumos de energía, emisiones de CO₂ y material reciclado atribuible a la producción, uso (50 años), reciclaje y disposición final de residuos de cables unipolares con conductor de cobre y aislamiento de diferentes materiales.

1 m de cable unipolar	SN (mm ²)	Peso (kg m ⁻¹)	Diámetro conductor (mm)	Diámetro externo (mm)	Espesor aislante (mm)	Cubierta de PVC (mm)	Intensidad máxima admisible (A)	Resistencia del conductor a 20°C (ohm km ⁻¹)	Consumo energía (kWh m ⁻¹)	Emisiones CO ₂ (kg CO ₂ m ⁻¹)	%variación Consumo energía respecto PVC	% variación emisiones CO ₂ respecto PVC
PVC con 25% material reciclado	35	0,5	8,3	13,5	2,6	no	86	0,524	144,4	64,6	-0,1	-0,1
PVC	35	0,5	8,3	13,5	2,6	no	86	0,524	144,5	64,6	0,0	0,0
PE con carga mineral con 25% material reciclado	25	0,3	6,6	9,0	1,2	no	96	0,727	198,1	87,5	37,1	35,4
PE con carga mineral	25	0,3	6,6	9,0	1,2	no	96	0,727	198,2	87,5	37,1	35,4
XLPE	25	0,3	6,6	11,2	0,9	2,8	96	0,727	198,6	87,7	37,4	35,6