

Propiedades físicas del Polietileno de Alta Densidad (Venelene 6100M): Es un material de aplicación típica en: tuberías para acueductos, gas, riego, drenajes, entre otros. Este material cumple con los requisitos para ser considerado PE80 (Norma ISO 9080) y con la clasificación 345444A (Norma ASTM D3350)

Tabla 2: Propiedades físicas y mecánicas PEAD (Venelene 6100M)¹

PROPIEDAD	ASTM ²	UNIDADES	VALOR TÍPICO ¹²
Índice de fluidez (190°C - 2.16 Kg.)	D 1238	dg/min	0,12
Densidad	D 792	g/cm ³	0,9530
Módulo en Flexión	D 790	MPa	950
Esfuerzo en flexión al 5% de deformación	D 790	MPa	13
Esfuerzo de fluencia en tensión	D 638	MPa	23
Esfuerzo de ruptura en tensión	D 638	MPa	30
Deformación hasta ruptura	D 638	%	> 1500
Tenacidad	D 638	MPa	300
Resistencia al impacto Gardner	D 3019	KJ/m	12
Temperatura de reblandecimiento Vicat	D 1525	°C	128
ESCR ³ (F 50 / 10% Igepal)	D 1693	horas	> 1000
Tiempo de Inducción Oxidativa (OIT) a 200 °C	TR 10837	min	> 20
Coficiente medio de dilatación lineal entre 20 °C y 90 °C	D 396	m/m °C	2 x 10 ⁻⁴
Conductividad térmica a 20 °C	DIN 52612	w/m K	0.4

¹ Datos tomados de la hoja técnica del producto Venelene 6100 suministrada por la empresa Polinter. SERGECA. declina toda responsabilidad por resultados obtenidos por el uso de esta información. Este producto está registrado en el M.S.A.S. de Venezuela y cumple con los requisitos de la F.D.A. para el contacto con alimentos, incluyendo aplicaciones de cocción.

² Las normas COVENIN equivalentes a las ASTM utilizadas son las siguientes: Densidad Covenin 461-96; Índice de fluidez Covenin 1152-93; Propiedades mecánicas Covenin 1357-79.

³ ESCR: Resistencia al agrietamiento en medios tensoactivos.

Propiedades físicas del Polietileno de Alta Densidad (Venelene 7700): Es un material de aplicación típica en: tuberías para acueductos, redes de distribución de gas, y drenajes, entre otros. Especialmente aditivado para soportar las condiciones de procesamiento y prolongar la vida útil a la intemperie. Este material cumple con los requisitos para ser considerado PE100 (Norma ISO 9080) y con la clasificación 346546A (Norma ASTM D3350).

Tabla 3: Propiedades físicas y mecánicas PEAD (Venelene 700M)¹¹

PROPIEDAD	ASTM ¹¹	UNIDADES	VALOR TÍPICO ¹²
Índice de fluidez (190°C - 2.16 Kg.)	D 1238	dg/min	0.045 / 13.0
Densidad	D 792	g/cm ³	0,9495
Módulo en Flexión	D 790	MPa	950
Esfuerzo en flexión al 5% de deformación	D 790	MPa	15
Esfuerzo de fluencia en tensión	D 638	MPa	26
Esfuerzo de ruptura en tensión	D 638	MPa	30
Deformación hasta ruptura	D 638	%	> 1500
Tenacidad	D 638	MPa	300
Resistencia al impacto Gardner	D 3019	KJ/m	9
Temperatura de reblandecimiento Vicat	D 1525	°C	128
ESCR ¹³ (F 50 / 10% Igepal)	D 1693	horas	> 1000
PENT	F 1473	horas	> 150
Tiempo de Inducción Oxidativa (OIT) a 200 °C	TR 10837	min	> 20
Coefficiente medio de dilatación lineal entre 20 °C y 90 °C	D 396	2 x 10 ⁻⁴	m/m °C
Conductividad térmica a 20 °C	DIN 52612	0.4	w/m K

Propiedades químicas del material: Las tuberías PEAD poseen excelentes propiedades químicas por ser insolubles en todos los solventes orgánicos e inorgánicos. El PEAD sólo es atacado a la temperatura ambiente y en el transcurso del tiempo por oxidantes muy fuertes (H₂SO₄ concentrado, HNO₃ concentrado y agua regia).

Los halógenos en estado libre (cloro, bromo, etc.), a temperatura ambiente forman polietileno halogenado con desprendimiento de haluro de hidrógeno. La estructura del material no queda destruida, pero cambian las propiedades físicas y químicas.

Elementos que no deben ser transportados en tuberías HDPE son: Tetracloruro de carbono, Bisulfito de carbono, Cloroformo, Flúor, Ozono, Trióxido de sulfuro, Cloruro de thionil, Tolueno, Xileno y Tricloroetileno.

Tabla 1: Resistencia del Polietileno de Alta Densidad (PEAD) a los agentes químicos⁴

SIGNOS CONVENCIONALES		
Resistente	X	Hinchamiento < 3% ó pérdida de peso < 0.5% Alargamiento de desgarre sin alteración apreciable
Resistente bajo determinadas condiciones	/	Hinchamiento 3-8% o pérdida de peso 0.55% y/o disminución del alargamiento de desgarre < 50%
No Resistente	-	Hinchamiento > 8% o pérdida de peso > 5% y/o disminución del alargamiento de desgarre
Decoloración	D	Decoloración

MEDIO	20 °C	60 °C
Aceite de coco	X	/
Aceite de linaza	X	X
Aceite de parafina	X	X
Aceite de semillas de maíz	X	/
Aceite de silicona	X	X
Aceite diesel	X	/
Aceite de husos	X	/
Aceite de transformadores	X	/
Aceites etéreos	/	/
Aceite minerales	X	X
Aceite vegetales y animales	X	X
Acetaldehído gaseoso	X	/
Aceite de amilo	X	X
Acetato de butilo	X	/
Acetato de etilo	/	-
Acetato de plomo	X	X
Acetona	X	X
Acido acético 10%	X	X
Acido acético 100% glacial	X	/ D
Acido adipínico	X	X
Acido benzolsulfónico	X	X
Acido benzoico	X	X
Acido bórico	X	X
Acido bromhídrico 50%	X	X

MEDIO	20 °C	60 °C
Acido butírico	X	/
Acido carbónico	X	X
Acido cianhídrico	X	X
Acido cítrico	X	X
Acido clorhídrico (cualquier concentración)	X	X
Acido cloroacético mono	X	X
Acido clorosulfónico	-	-
Acido crómico 80%	X	- D
Acido dicloroacético 50%	X	X
Acido dicloroacético 100%	X	/ D
Acido esteárico	X	/
Acido fluorhídrico 40 %	X	/
Acido fluorhídrico 70 %	X	/
Acido fluorsilícico acuoso (hasta 32%)	X	X
Acido fórmico	X	
Acido fosfórico 25%	X	X
Acido fosfórico 50%	X	X
Acido fosfórico 95%	X	/ D
Acido ftálico 50%		X
Acido glicólico 50%	X	X
Acido glicólico 70%	X	X
Acido láctico	X	X
Acido maleico	X	X
Acido málico	X	X

⁴- Los resultados obtenidos después de 55 días, en probetas de 50 x 25 x 1 mm.

- Los datos mostrados buscan dar una orientación del comportamiento del material frente a los diferentes agentes químicos. Sin embargo, no proporcionan indicación suficiente sobre el comportamiento del polietileno para determinadas aplicaciones o condiciones de uso.
- Para obtener con mayor precisión la resistencia de las tuberías a bajo presión y condiciones de trabajo, resulta necesario someter las probetas de las mismas a ensayos de presión interna permanente, utilizando el agente químico a verificar.

MEDIO	20 °C	60 °C
Acido monocloroacético	X	X
Acido nítrico 25%	X	X
Acido nítrico 50%	/	-
Acido oleico (concentrado)	X	/
Acido oxálico (50%)	X	X
Acido perclórico 20%	X	X
Acido perclórico 50%	X	/
Acido perclórico 70%	X	- D
Acido propiónico 50%	X	X
Acido propiónico 100%	X	/
Acido silícico	X	X
Acido succínico 50%	X	X
Acido sulfhídrico	X	X
Acido sulfúrico 10%	X	X
Acido sulfúrico 50%	X	X
Acido sulfúrico 80%	X	X
Acido sulfúrico 98%	/	-
Acido sulfuroso	X	X
Acido tánico 10%	X	X
Acido tartárico	X	X
Acido tricloroacético 50%	X	X
Acido tricloroacético 100%	X	/
Acido aromático	X	X
Acidos grados (> C6)	X	/
Acrilnitrilo	X	X
Agua de cloro (desinfección de tuberías)	X	
Agua de mar	X	X
Agua oxigenada 30%	X	X
Agua oxigenada 100%	X	
Agua regia	-	-
Alcanfor	X	/
Alcohol alélico	X	X
Alcohol bencílico	X	X
Alcohol etílico	X	X
Alcohol furfurílico	X	X D
Almidón	X	X

MEDIO	20 °C	60 °C
Alumbre	X	X
Amoniaco, gaseoso 100%	X	X
Benceno	/	/
Benzoato sódico	X	X
Bicromato potásico 40%	X	X
Bisulfito sódico (diluido en agua)	X	X
Borato potásico (acuoso hasta 1%)	X	X
Bórax (cualquier concentración)	X	X
Amoniaco, liquido 100%	X	X
Anhídrido acético	X	/ D
Anhídrido sulfúrico	-	-
Anhídrido sulfuroso húmedo	X	X
Anhídrido sulfuroso seco	X	X
Anilina pura	X	X
Anisol	/	-
Azufre	X	X
Bromato potásico (acuoso hasta 10%)	X	X
Bromo	-	-
Bromuro potásico	X	X
Butanol	X	X
Butanotriol	X	X
Butilglicol	X	X
Butoxilo	X	/
Carbonato sodico	X	X
Cera de abejas	X	/
Cerveza	X	X
Cetonas	X	X
Cianuro potásico	X	X
Ciclohexano	X	X
Ciclohexanol	X	X
Ciclohexanona	X	/
Clorhidrina de glicerina	X	X
Clorito sódico 50%	X	/
Clorobenceno	/	-
Cloroetanol	X	X D
Cloroformo	/	-

MEDIO	20 °C	60 °C
Cloro gaseoso, húmedo	/	-
Cloro gaseoso, seco	/	-
Cloro, líquido	-	-
Cloruro amónico	X	X
Cloruro de cinc	X	X
Cloruro de calcio	X	X
Cloruro de etileno dicloroetano	/	/
Cloruro de mercurio sublimado	X	X
Cloruro de metileno	/	/
Cloruro de sulfuro	-	-
Cresol	X	X D
Cromato potásico (acuoso 40%)	X	-
Decahidronaftalina	X	/
Detergentes sintéticos	X	X
Dextrina (acuosa saturada al 18%)	X	X
Dibuléter	X	-
Diclorobenceno	/	-
Dicloroetano	/	/
Dicloroetileno	-	-
Dietileter	X	/
Disobutilcetona	X	/
Dimetilformamida 100%	X	X
Dioxano	X	X
Emulsionantes	X	X
Esencia de trementina	X	/
Espermaceti	X	/
Esteres alifáticos	X	X

MEDIO	20 °C	60 °C
Etilhexanol	X	X
Fenol	X	X d
Flúor	-	-
Fluoruro amónico (acuoso hasta 20%)	X	X
Formaldehido 40%	X	X
Formamida	X	X
Fosfato de tributilo	X	X
Fosfatos	X	X
Ftalato de dibutilo	X	/
Gases industriales conteniendo ácido carbónico (cualquier concentración)	X	X
Gases industriales conteniendo ácido clorhídrico (cualquier concentración)	X	X
Gases industriales conteniendo ácido fluorhídrico (Trazas)	X	X
Gases industriales conteniendo ácido sulfúrico (Húmedo en cualquier concentración)	X	X
Gases industriales conteniendo anhídrido (Sulfuroso a baja concentración)	X	X
Gases industriales conteniendo óxido de carbono	X	X
Gases industriales conteniendo vapores nitrosos	X	X
Gasolina	X	X
Ester etílico del ácido monocloroacético	X	X
Ester metílico del ácido dicloroacético	X	X
Ester metílico del ácido monocloroacético	X	X
Eter	X	/
Eter de petróleo	X	/
Cloruro de aluminio anhidro	X	X
Cloruro de bario	X	X
Eter isopropílico	X	-
Etilendiamina	X	X
Etilglicol	X	X

MEDIO	20 °C	60 °C
Gelatina	X	X
Glicerina	X	X
Glicol (concentrado)	X	X
Glucosa	X	X
Grasa de desecador	X	/
Halothan	/	/
Hidrato de hidracina	X	X
Hidrocarburo fluorado	/	-
Hidrogeno	X	X
Hidroxido de bario	X	X
Hidroxido sódico (solución 30%)	X	X
Hipoclorito sódico 12% de cloro activo	/	-
Hipoclorito de calcio	X	X
Isooctano	X	/
Isopropanol	X	X
Jarabe simple	X	X
Jugos de fruta	X	X
Lejía para blanquear al cloro (12% de cloro activo)	/	-
Levadura, en agua	X	X
Melaza	X	X
Mentol	X	/
Mercurio	X	X
Mermelada	X	X
Metanol	X	X
Metilbutanol	X	/
Metileticetona	X	/
Metilglicol	X	X
Morfolina	X	X
Nafta	X	/
Hidróxido de potásico (solución 30%)	X	X
Naftalina	X	/
Nitrato amónico	X	X
Nitrato de plata	X	X
Nitrato potásico	X	X
Nitrato sódico	X	X
Nitrobenceno	X	/

MEDIO	20 °C	60 °C
O-nitrotolueno	X	/
Octilcresol	/	-
Oleum	-	-
Oxicloruro de fósforo	X	/ D
Ozono	/	-
Ozono de (solución acuosa)	X	
Pentóxido de fosforo	X	X
Permanganato potásico	X	X D
Petróleo	X	/
Piridina	X	/
Poligligoles	X	X
Potasa caustica	X	X
Propanol	X	X
Propilenglicol	X	X
Pulpa de fruta	X	X
Sales de cobre	X	X
Sales de níquel	X	X
Sebo	X	X
Seudocumeno	/	/
Silicato sódico	X	X
Silicato soluble	X	X
Soles salinos saturados	X	X
Soluciones para hilar viscosa	X	X
Soda caustica	X	X
Sulfato amónico	X	X
Sulfato de aluminio	X	X
Sulfato magnésico	X	X
Sulfatos	X	X
Sulfuro amónico	X	X
Sulfuro de carbono	/	
Sulfuro sódico	X	X
Tetrabromuro de acetileno	/	-
Tetracloroetano	X	-
Tetracloruro de carbono	/	-
Tetrahidrofurano	X	-
Tetrahidronaftalina	X	/

MEDIO	20 °C	60 °C
Tintura de yodo (DAB 7)	X	/ D
Tiofeno	/	/
Tiosulfato sódico	X	X
Tolueno	/	-
Tricloroetileno	/	-
Tricloruro de antimonio	X	X
Tricloruro de fosforo	X	/

MEDIO	20 °C	60 °C
Trietanolamina	X	X
Tween 20 y 80 altas chemicals	X	X
Urea	X	X
Vapores de bromo	/	
Vaselina	X	/
Vinagre (concentración corriente)	X	X
P-xileno	* /	-

Permeabilidad del PEAD a los gases⁵: La permeabilidad de los gases es muy baja, para una pared de 50 micrones de grosor, el coeficiente de permeabilidad específico a 20 °C⁶ es:

Tabla 4: Permeabilidad de los gases

GASES	(cm³ / cm * S mbar) * 10¹²
Aire	2.4
Gas Natural	5.6
O ₂	7.0
H ₂	21.0
SO ₂	50.0
CO ₂	18.0
N ₂	2.0
CH ₂	6.0

S = Espesor de pared

⁵ Al quemarse las tuberías PEAD desprenden CO, CO₂, H₂O, pero ningún gas nocivo.

⁶ Resultados suministrados por el fabricante, **SERGECA** no se responsabiliza por resultados prácticos diferentes a los mostrados