

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 235**

51 Int. Cl.:

**C08F 220/56** (2006.01)  
**C08F 220/06** (2006.01)  
**C08F 232/04** (2006.01)  
**C08F 212/04** (2006.01)  
**C08F 226/02** (2006.01)  
**C08F 220/28** (2006.01)  
**C08F 220/58** (2006.01)  
**C09K 8/588** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2011 PCT/CN2011/001579**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **31.01.2013 WO2013013357**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2011 E 11869802 (6)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2738237**

54 Título: **Macromolécula anfifílica y su uso**

30 Prioridad:

**26.07.2011 CN 201110210362**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.06.2017**

73 Titular/es:

**BEIJING JUNLUN RUNZHONG  
SCIENCE&TECHNOLOGY CO., LIMITED (100.0%)  
Rm. 2306, Block A, Focus Square No. 6  
Futongdong Street Wangjing Community,  
Chaoyang District  
Beijing 100102, CN**

72 Inventor/es:

**WANG, JINBEN;  
SHI, XUEFENG;  
XU, XIAOHUI;  
YANG, HUI;  
WANG, YILIN y  
YAN, HAIKE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 615 235 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Macromolécula anfifílica y su uso

5 **Ámbito técnico**

La presente invención se refiere a una macromolécula anfifílica y a sus usos, y esta macromolécula anfifílica se puede aplicar en la perforación de pozos de petróleo, cementación de pozos, fracturación hidráulica, captación y transporte de petróleo crudo, tratamiento de aguas residuales, tratamiento de lodos y fabricación de papel, y puede emplearse como agente para intensificar la producción de petróleo y desplazarlo, para disminuir la viscosidad del petróleo pesado, como fluido de fracturación hidráulica, estabilizador de arcillas, agente de tratamiento de aguas residuales, aditivo de retención y coadyuvante de drenaje y agente reforzante para la fabricación de papel.

15 **Antecedentes de la presente invención**

La inyección de productos químicos es una de las tecnologías más efectivas y potenciales para la recuperación asistida de petróleo, representada especialmente por la inyección de polímeros. Sin embargo, en la implementación a fondo de la tecnología de inyección de polímeros surgen algunos problemas con los polímeros convencionales. En las condiciones del yacimiento a temperaturas elevadas y gran salinidad, la capacidad de aumento de viscosidad y la estabilidad térmica de la poli(acrilamida) parcialmente hidrolizada (HPAM) – como polímero utilizado en general – disminuye con rapidez; entretanto la HPAM no tiene per se la actividad superficial/interfacial y no puede iniciar la película de aceite efectivamente, de manera que su capacidad de extraer el petróleo restante es limitada. El sistema compuesto de dos componentes basado en polímeros (polímero/surfactante) y el sistema de tres componentes (polímero/surfactante/álcali) pueden aumentar la estabilidad del fluido emulsionado resultante y por lo tanto dificultar la separación petróleo/agua y el tratamiento de aguas residuales, así como debilitar el efecto sinérgico entre los componentes del sistema en las condiciones del yacimiento y también pueden dañarlo. Por tanto la aplicación del sistema compuesto está restringida.

En la explotación de campos petrolíferos muy grandes, un punto clave difícil de resolver es el mantenimiento de la capacidad de aumentar y estabilizar la viscosidad de la solución polimérica, con el fin de asegurar la producción de petróleo y el control del porcentaje de agua.

Aceite pesado es una denominación colectiva para el petróleo no convencional, que incluye aceite pesado, aceite de alta viscosidad, arena bituminosa, asfalto natural, etc. De los aproximadamente 10 trillones de barriles del petróleo restante correspondientes a todos los recursos mundiales, más del 70% son de aceite pesado. Los recursos chinos costeros de aceite pesado y asfalto constituyen aproximadamente más del 20% de todos sus recursos petrolíferos. Según una estadística incompleta las reservas comprobadas y controladas de aceite pesado en China alcanzan los 1600 millones de toneladas. Actualmente los recursos de aceite pesado se han convertido en uno de los recursos sustitutivos de importancia estratégica en China; sin embargo la explotación del aceite pesado es bastante difícil. El método de emulsión química y reducción de viscosidad ha llegado a ser una importante tecnología de explotación.

Reductor polimérico de la viscosidad de las emulsiones se refiere usualmente a un surfactante polimérico que tiene un peso molecular relativo superior a varios miles y una actividad superficial significativa; según los tipos iónicos se puede dividir en cuatro categorías: surfactante polimérico aniónico, catiónico, zwitteriónico y no iónico. Normalmente el surfactante polimérico tiene capacidad limitada para reducir la tensión superficial y la tensión interfacial aceite-agua, pero una capacidad excelente para emulsionar y dispersar aceite pesado, con ventajas tales como un bajo consumo, una gran velocidad de reducción de la viscosidad, un bajo coste y un proceso de implementación simple.

La patente CN 101 781 386 A se refiere a un método para preparar un agente macromolecular anfifílico desplazador de petróleo que comprende como unidades estructurales acrilamida, un monómero con gran impedimento estérico y un monómero anfifílico con gran actividad superficial.

50 **Descripción breve de la presente invención**

55 En el siguiente contexto de la presente invención, a no ser que se defina de otro modo, el mismo grupo variable y la misma fórmula molecular y estructural tienen las mismas definiciones.

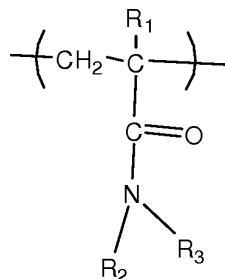
La presente invención se refiere a una macromolécula anfifílica según la reivindicación 1, que tiene las unidades repetidas descritas a continuación: una unidad estructural A para ajustar el peso molecular, la distribución del peso molecular y las características de carga, una unidad estructural B muy impedida estéricamente y una unidad estructural C anfifílica.

65 En una forma de ejecución la unidad estructural A para ajustar el peso molecular, la distribución del peso molecular y las características de carga comprende la unidad monomérica de (met)acrilamida A<sub>1</sub> y/o la unidad monomérica (met)acrílica A<sub>2</sub>. Preferiblemente la unidad estructural A incluye la unidad monomérica de (met)acrilamida A<sub>1</sub> y/o la unidad monomérica (met)acrílica A<sub>2</sub> simultáneamente. En el estado técnico, el peso molecular de la macromolécula

anfílica se puede escoger según lo que sea necesario; preferiblemente este peso molecular se puede elegir entre 1000000-20000000.

La unidad monomérica de (met)acrilamida A<sub>1</sub> tiene preferiblemente una estructura de fórmula (1):

5



Fórmula (1)

10 En la fórmula (1) R<sub>1</sub> es H o un grupo metilo; R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> se eligen independientemente del grupo formado por H y un grupo alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>; R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> son preferiblemente H.

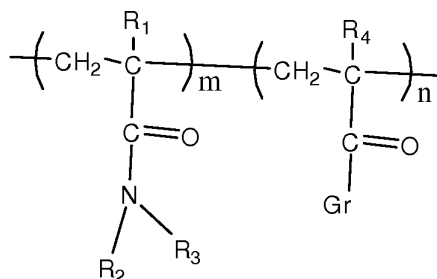
La unidad monomérica (met)acrílica A<sub>2</sub> es preferiblemente ácido (met)acrílico y/o (met)acrilato. El (met)acrilato es preferiblemente metacrilato sódico.

15

El porcentaje molar de la unidad monomérica de (met)acrilamida A<sub>1</sub> respecto al total de unidades repetidas del polímero anfífilico es del 70-99% molar, preferiblemente del 70-90% molar, con mayor preferencia del 70-80% molar.

20 El porcentaje molar de la unidad monomérica (met)acrílica A<sub>2</sub> respecto al total de unidades repetidas del polímero anfífilico es del 1-30% molar, preferiblemente del 1-28% molar, con mayor preferencia del 20-28% molar.

En otra forma de ejecución la unidad estructural A para la regulación del peso molecular, de la distribución del peso molecular y de las características de carga tiene una estructura de fórmula (2):



25

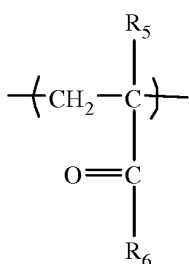
Fórmula (2)

30 donde R<sub>1</sub> es H o un grupo metilo; R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> se eligen independientemente del grupo formado por H y un grupo alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>; R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> son preferiblemente H; R<sub>4</sub> se elige entre H o un grupo metilo; Gr es -OH o -O-Na<sup>+</sup>; m y n representan el porcentaje molar de las unidades estructurales respecto a toda la unidad de macromolécula anfílica repetida, y m es 70-99% molar, preferiblemente 70-90% molar, con mayor preferencia 70-80% molar; n es 1-30% molar, preferiblemente 2-28% molar, con mayor preferencia 20-28% molar.

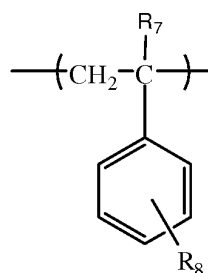
35 Según otra forma de ejecución, en la fórmula (2) R<sub>1</sub>-R<sub>3</sub> es preferiblemente H y Gr es preferiblemente -O-Na<sup>+</sup>.

La unidad estructural B muy impedida estéricamente contiene al menos una estructura G que es de hidrocarburo cíclico formado sobre la base de dos átomos de carbono adyacentes en la cadena principal, o bien se elige una estructura de fórmula (3), y la unidad estructural B muy impedida estéricamente comprende una estructura de fórmula (4):

40

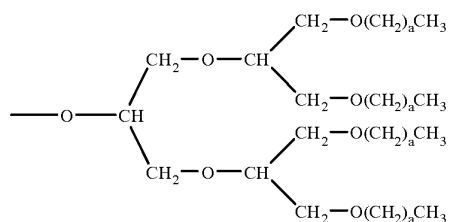


Fórmula (3)

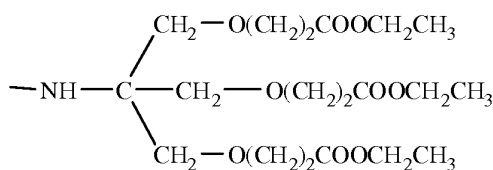


Fórmula (4)

- 5 En la fórmula (3) R<sub>5</sub> es H o un grupo metilo, preferiblemente H; R<sub>6</sub> es un radical elegido del grupo formado por las estructuras de las fórmulas (5) y (6).



Fórmula (5)

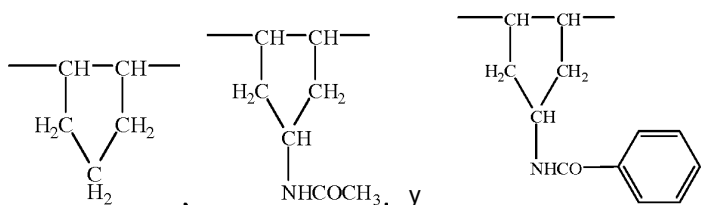


fórmula (6)

- 10 y
- En la fórmula (5) a es un número entero de 1 hasta 11, preferiblemente 1-7;  
 En la fórmula (4) R<sub>7</sub> es H; R<sub>8</sub> se elige entre H, -SO<sub>3</sub>H y sales del mismo, -(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Cl, -CH<sub>2</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>ξ</sub>CH<sub>3</sub>Cl<sup>-</sup> o -CH<sub>2</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>σ</sub>CH<sub>3</sub>2Cl<sup>-</sup>; ξ y σ son respectivamente números enteros de 1 a 15, preferiblemente 1-11.

La unidad estructural B muy impedida estéricamente comprende una estructura G y una estructura de fórmula (4).

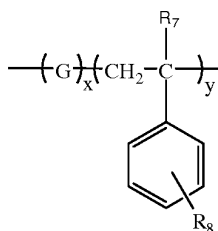
- 20 En otra forma de ejecución, la estructura hidrocarbonada cíclica constituida sobre la base de dos átomos de carbono adyacentes en la cadena principal se elige del grupo formado por:



- 25 El porcentaje molar de estructura G de la unidad estructural B muy impedida estéricamente respecto al total de unidades repetidas de la macromolécula anfifílica es preferiblemente del 0,02-2% molar, con mayor preferencia del 0,02-1,0% molar, sobre todo del 0,05-0,5% molar.

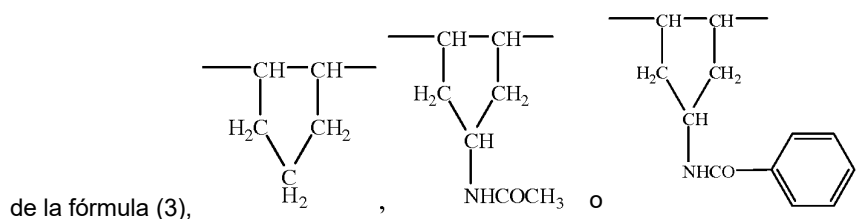
- 30 El porcentaje molar de estructura de fórmula (4) de la unidad estructural B muy impedida estéricamente respecto al total de unidades repetidas del polímero anfifílico es preferiblemente del 0,05-0,5% molar, con mayor preferencia del 0,1-2,5% molar, sobre todo del 0,15-0,75% molar.

En otra forma de ejecución la unidad estructural B muy impedida estéricamente es una agrupación de fórmula (7):



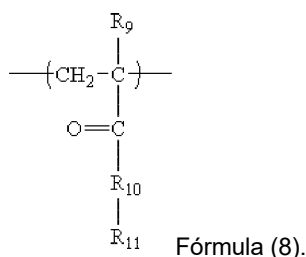
Fórmula (7).

- 35 En la fórmula (7) la definición de G es como la descrita arriba, preferiblemente la estructura:



las definiciones de R<sub>7</sub> y R<sub>8</sub> son iguales a las descritas en la fórmula (4); x e y representan los porcentajes molares de las estructuras respecto al total de unidades repetidas de la macromolécula anfífilica; y x es 0,02-2% molar, preferiblemente 0,02-1,0% molar, con mayor preferencia 0,05-0,5% molar; y es 0,05-0,5% molar, preferiblemente 0,1-2,5% molar y con mayor preferencia 0,15-0,75% molar.

La unidad estructural anfífilica C tiene una estructura de fórmula (8):



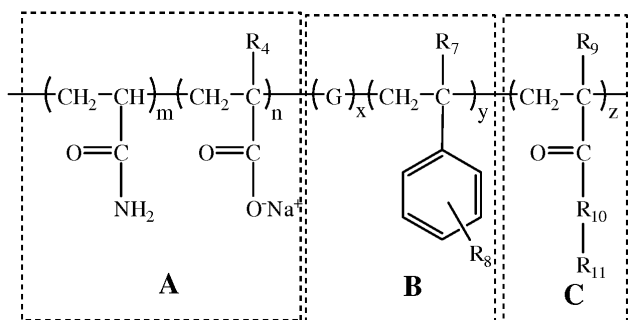
En la fórmula (8) R<sub>9</sub> es H o un grupo metilo; R<sub>10</sub> es -O- o -NH-; R<sub>11</sub> es un radical que contiene un hidrocarbilo de cadena recta, un hidrocarbilo ramificado, un grupo polioxietileno (PEO), un grupo polioxipropileno (PPO), un bloque de EO y PO, una sal de monoamonio cuaternario, una sal de amonio cuaternario múltiple o un ácido sulfónico y sales del mismo.

El porcentaje molar de la unidad estructural anfífilica C respecto al total de unidades repetidas de la macromolécula anfífilica es preferiblemente del 0,05-10% molar, con mayor preferencia del 0,1-5,0% molar, sobre todo del 0,2-1,7% molar.

En otra forma de ejecución las estructuras R<sub>10</sub> y R<sub>11</sub> se pueden seleccionar entre -O(CH<sub>2</sub>)<sub>g</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>h</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -NH(CH<sub>2</sub>)<sub>i</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>j</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -O(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>N<sup>+</sup>((CH<sub>2</sub>)<sub>r</sub>CH<sub>3</sub>)<sub>p</sub>X<sup>-</sup>, -O(CH<sub>2</sub>)<sub>q</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>α</sub>CH(SO<sub>3</sub>H)CH<sub>2</sub>(EO)<sub>β</sub>(PO)<sub>γ</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -NH(CH<sub>2</sub>)<sub>q</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>α</sub>CH(SO<sub>3</sub>H)CH<sub>2</sub>(EO)<sub>β</sub>(PO)<sub>γ</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -O(CH<sub>2</sub>)<sub>q</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>α</sub>CH(COOH)CH<sub>2</sub>(EO)<sub>β</sub>(PO)<sub>γ</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -NH(CH<sub>2</sub>)<sub>q</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>α</sub>CH(COOH)CH<sub>2</sub>(EO)<sub>β</sub>(PO)<sub>γ</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -O(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>SO<sub>3</sub><sup>-</sup>, -(OCH(CH<sub>2</sub>)N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>ε</sub>CH<sub>3</sub>Cl)<sub>η</sub>O(CH<sub>2</sub>)<sub>θ</sub>CH<sub>3</sub>, -(OCH(CH<sub>2</sub>)N<sup>+</sup>((CH<sub>2</sub>)<sub>λ</sub>CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Cl)<sub>τ</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>κ</sub>CH<sub>3</sub>, -OCH(CH<sub>2</sub>)N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>)<sub>2</sub>, -OCH(CH<sub>2</sub>)N<sup>+</sup>((CH<sub>2</sub>)<sub>s</sub>CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>X<sup>-</sup>)<sub>2</sub>;

donde g, i, k y q son respectivamente números enteros 1-6, preferiblemente 2-4; h y j son respectivamente números enteros 3-21, preferiblemente 3-17; p es un número entero 3-9, preferiblemente 3-5; α es un número entero 1-12, preferiblemente 8; β y γ son respectivamente números enteros 0-40, β es preferiblemente 0-25, γ es preferiblemente 0-15; δ es un número entero 0-21, preferiblemente 0-17; ε es un número entero 4-18, preferiblemente 4-12; ξ es un número entero 1-21, preferiblemente 1-15; η y τ son respectivamente números enteros 1-30, preferiblemente 1-20; θ y κ son respectivamente números enteros 3-21, preferiblemente 3-17; λ es un número entero 0-9, preferiblemente 0-5; r es un número entero 3-21, preferiblemente 3-17; s es un número entero 3-9, preferiblemente 3-5; y X<sup>-</sup> es Cl<sup>-</sup> o bien Br<sup>-</sup>.

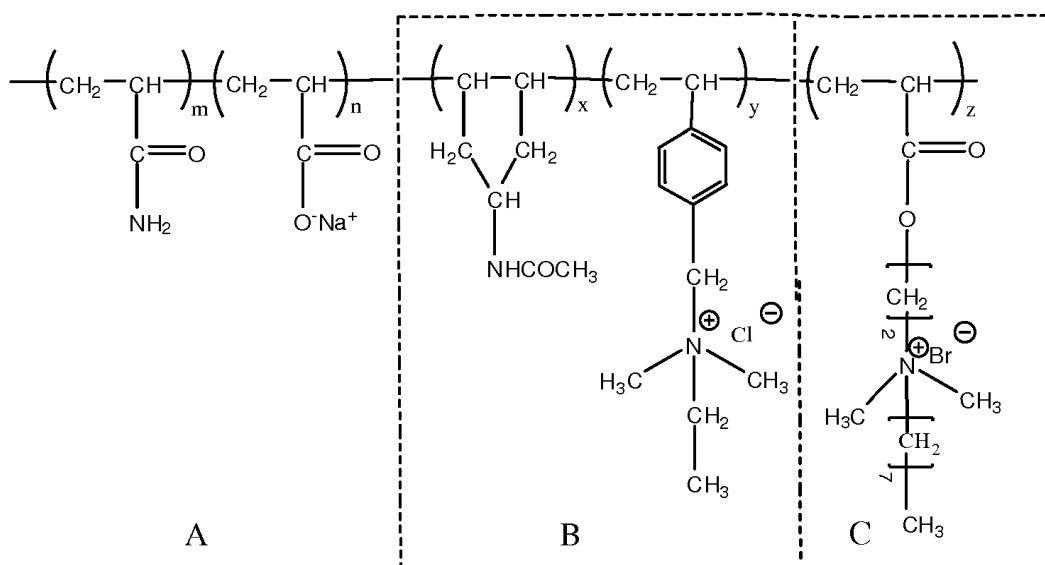
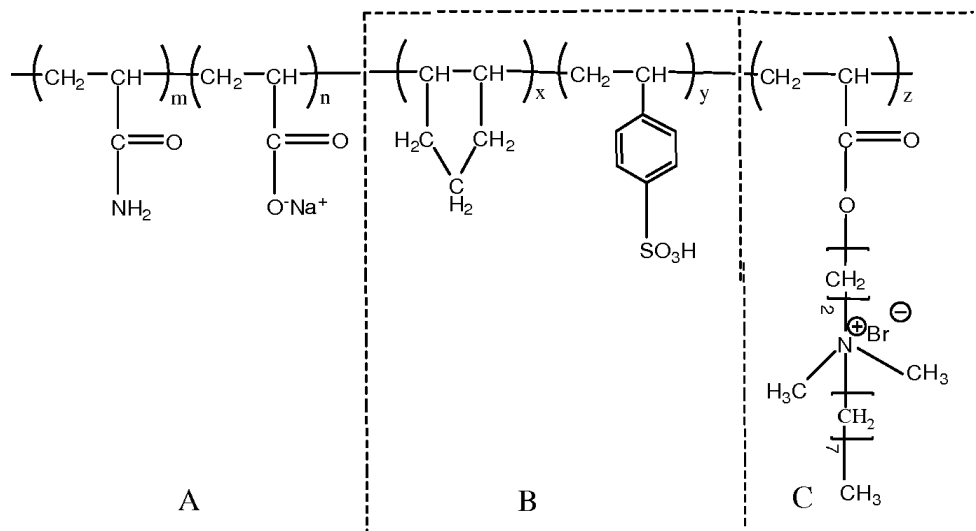
En otra forma de ejecución la macromolécula anfífilica tiene una estructura de fórmula (9):

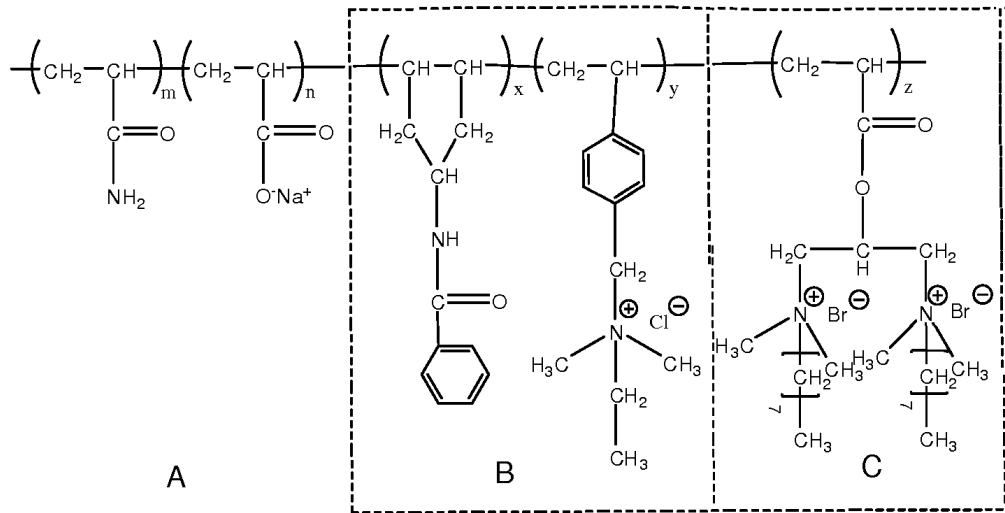


Fórmula (9)

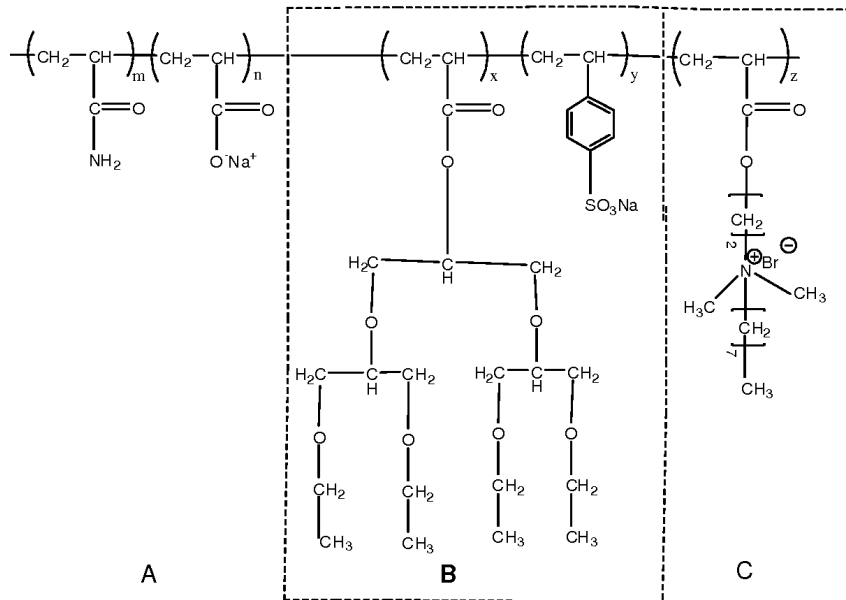
En la fórmula (9) las definiciones de  $R_4$ ,  $m$  y  $n$  son como las descritas en la fórmula (2); las definiciones de  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $G$ ,  $x$  e  $y$  son como las descritas en la fórmula (7); las definiciones de  $R_9$ ,  $R_{10}$  y  $R_{11}$  son como las descritas en la fórmula (8);  $z$  representa el porcentaje molar de esta unidad estructural respecto al total de unidades repetidas del polímero anfifílico, y  $z$  es 0,05-10% molar, preferiblemente 0,1-5,0% molar, con mayor preferencia 0,2-1,7% molar.

5 La presente invención proporciona específicamente un compuesto de alto peso molecular que tiene una estructura según las fórmulas (I)-(X):

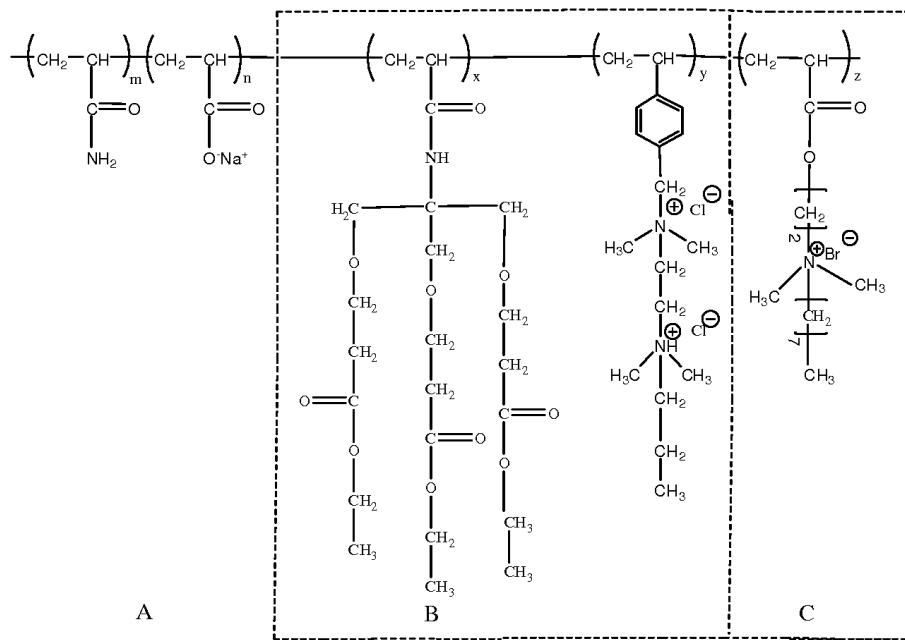




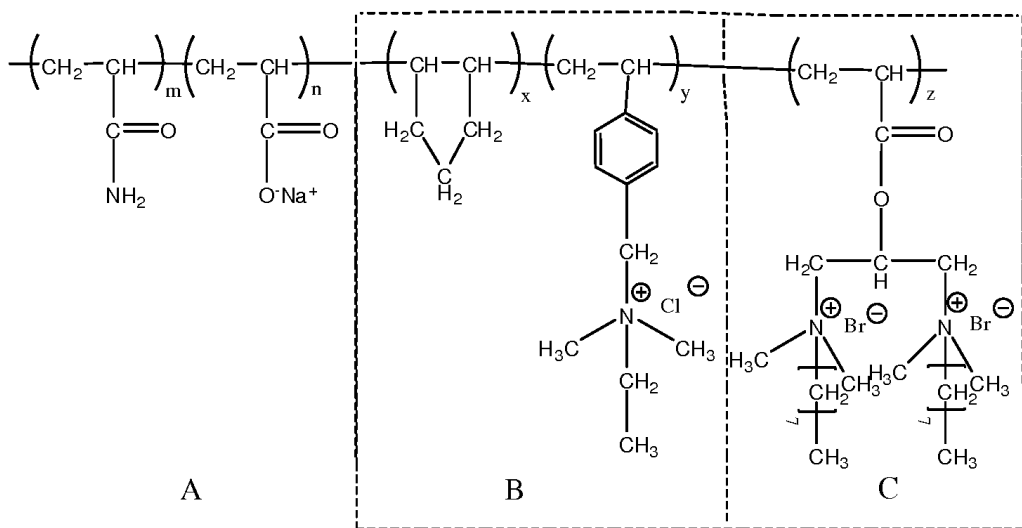
(III)



(IV)

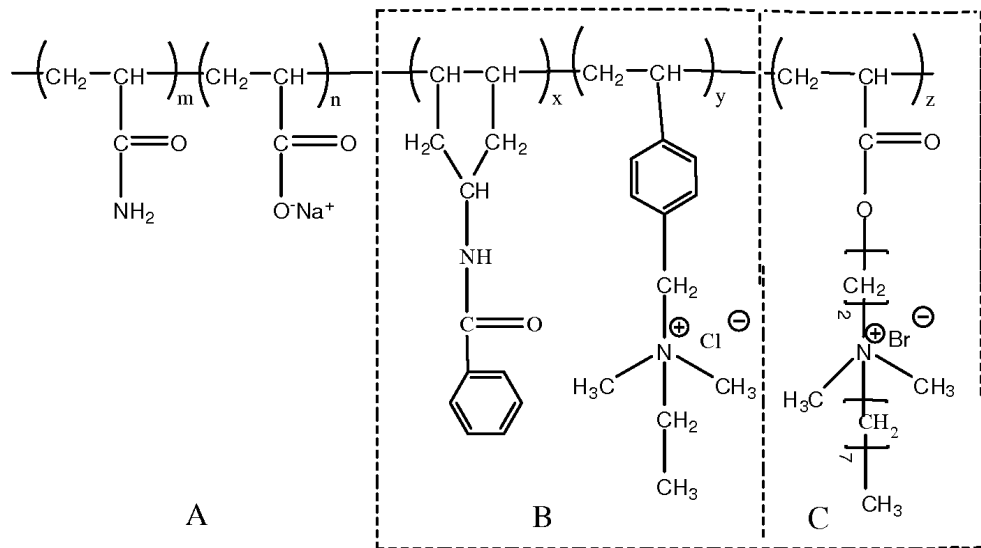


(V)

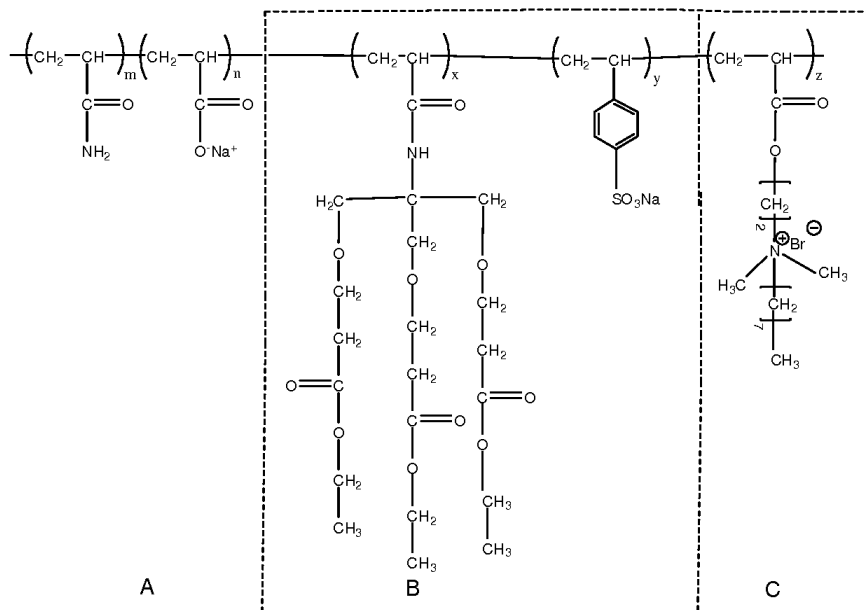


(VI)

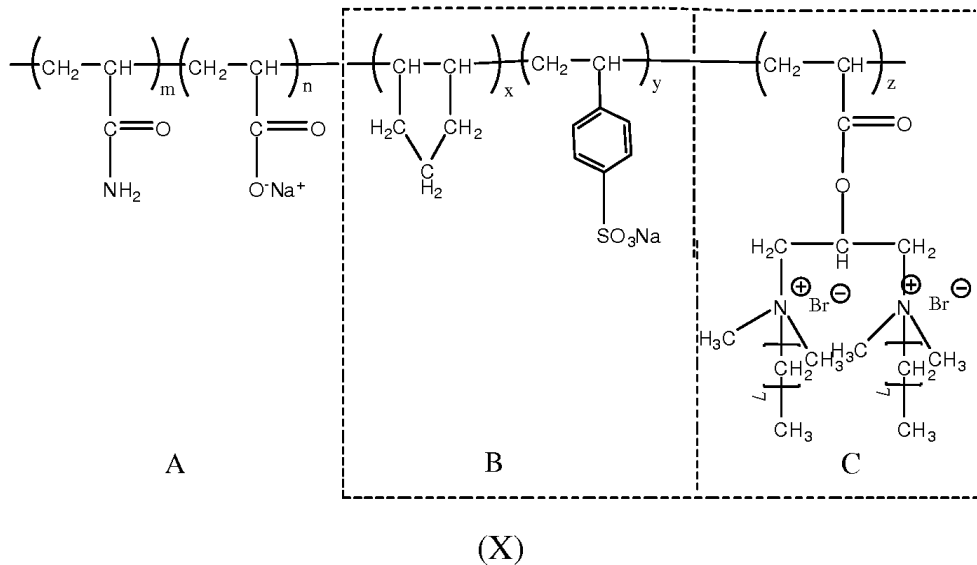
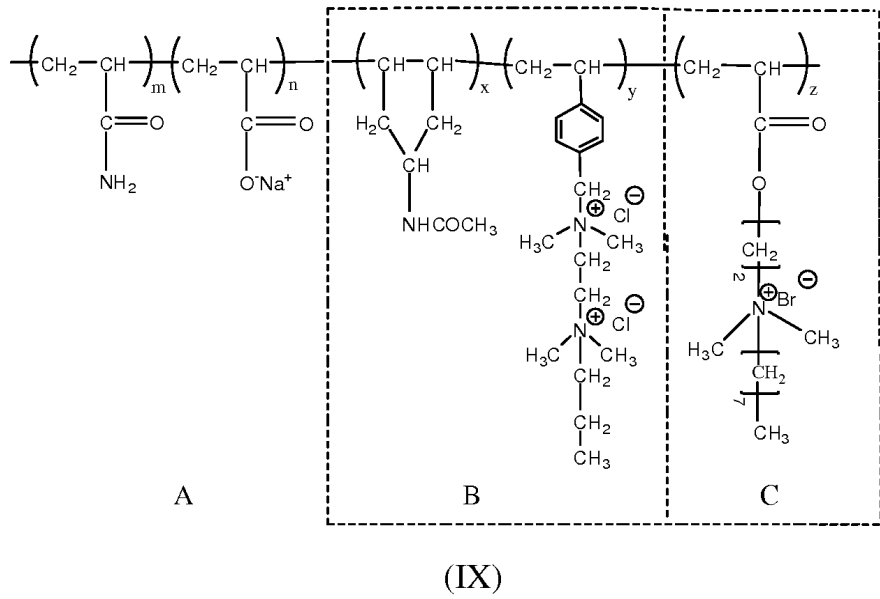




(VII)



(VIII)



- 5 El peso molecular de la macromolécula anfifílica descrita arriba está comprendido entre 1.000.000 y 20.000.000, preferiblemente entre 3.000.000 y 14.000.000.

El peso molecular  $M$  se determina del modo siguiente: primero se mide la viscosidad intrínseca  $[\eta]$  mediante el viscosímetro Ubbelohde, tal como se conoce del estado técnico, y luego el valor de la viscosidad intrínseca  $[\eta]$  se usa en la siguiente ecuación para obtener el peso molecular buscado:

$$M = 802 [\eta]^{1,25}$$

- 15 La macromolécula anfifílica conforme a la presente invención se puede preparar por métodos conocidos del estado técnico, por ejemplo polimerizando la unidad estructural reguladora del peso molecular, de la distribución del peso molecular y de las características de carga, la unidad estructural muy impedida estéricamente y la unidad estructural anfifílica en presencia de un iniciador. El proceso de polimerización puede ser de cualquiera de los tipos conocidos del estado técnico, como por ejemplo polimerización en suspensión, en emulsión, en solución, por precipitación, etc.
- 20 Un método típico de preparación es el siguiente: se dispersan o se disuelven todos los monómeros arriba citados en un sistema acuoso con agitación y se polimeriza la mezcla de monómeros bajo atmósfera de nitrógeno, con la ayuda de un iniciador, para formar la macromolécula anfifílica. Para preparar la macromolécula anfifílica de la presente invención se pueden usar todas las tecnologías relevantes existentes hasta la fecha.
- 25 Todos los monómeros necesarios para preparar la macromolécula anfifílica se encuentran en el comercio o se pueden preparar directamente basándose en tecnología del estado técnico anterior; en los ejemplos específicos se

describen detalladamente algunas síntesis de monómeros.

**Descripción de las figuras**

5 La figura 1 representa la relación entre la viscosidad y la concentración de las macromoléculas anfifílicas obtenidas según los ejemplos 1-5 de la presente invención en solución salina con un grado de mineralización de  $2 \times 10^4$  mg/l a una temperatura de 80°C.

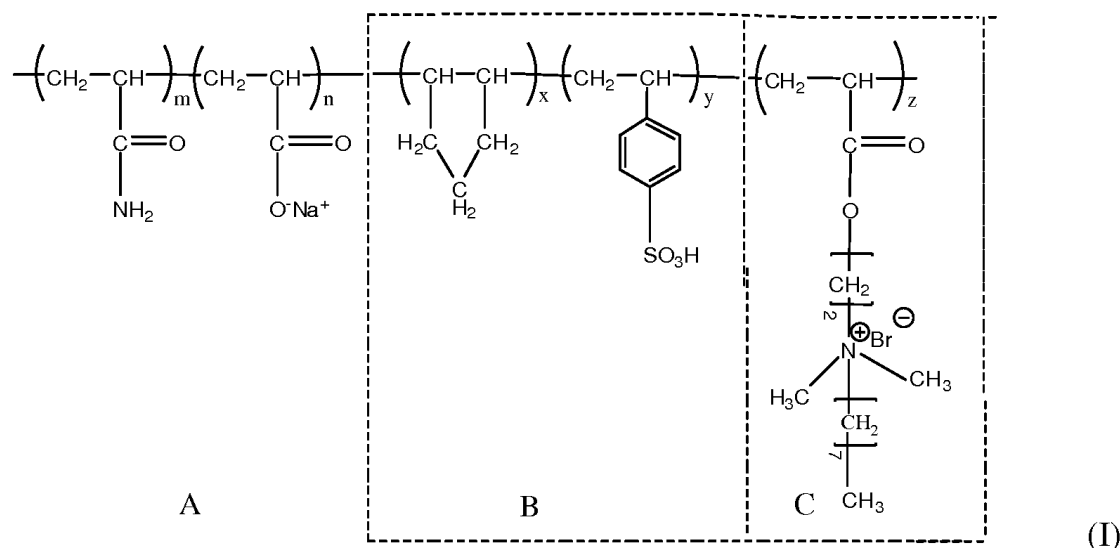
10 La figura 2 representa la relación entre la viscosidad y la temperatura de las macromoléculas anfifílicas obtenidas según los ejemplos 1-5 de la presente invención en solución salina con un grado de mineralización de  $3 \times 10^4$  mg/l a la concentración de 1750 mg/l.

**Descripción detallada de la presente invención**

15 A continuación la presente invención se ilustra en detalle combinando ejemplos específicos; no obstante la presente invención no está limitada a los ejemplos siguientes.

**Ejemplo 1**

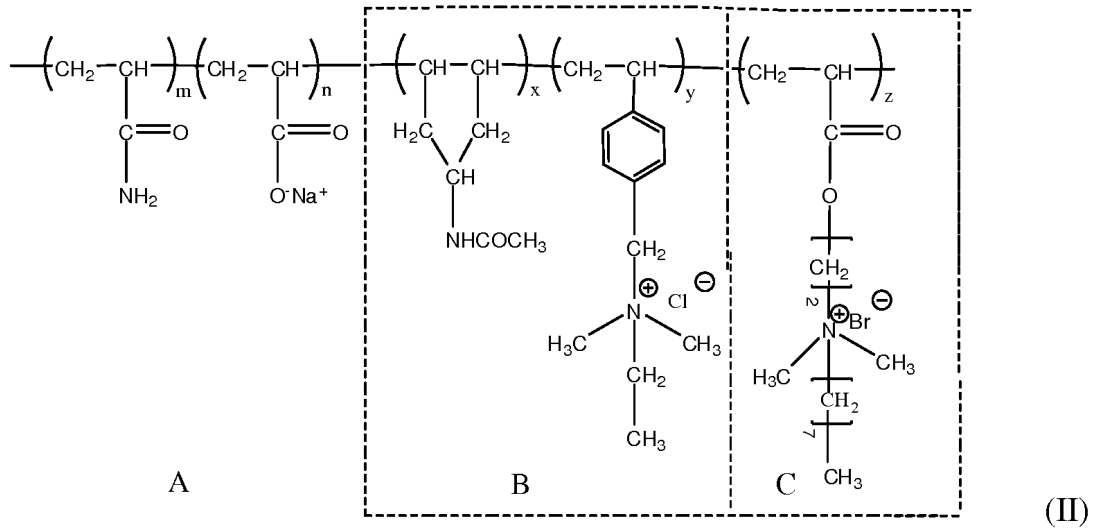
20 En este ejemplo se sintetiza la macromolécula anfifílica de la fórmula (I):



25 En este ejemplo la macromolécula anfifílica se sintetizó como sigue:  
 Primero se introdujo en un reactor el agua correspondiente a 3/4 del peso total del sistema de reacción, luego se cargaron en el reactor los diversos monómeros, correspondientes a 1/4 del peso total del sistema de reacción; siendo los porcentajes molares m, n, x, y, z de cada unidad repetitiva iguales al 78%, 20%, 0,25%, 0,5% y 1% sucesivamente. La mezcla se agitó hasta su completa disolución y luego se añadió un agente regulador del pH para ajustar la solución reactiva a un pH de 8 aproximadamente; después se introdujo gas nitrógeno durante 30 minutos para eliminar el oxígeno contenido en el reactor. Se agregó un iniciador al reactor bajo la protección del gas nitrógeno y se continuó pasando gas nitrógeno durante 10 minutos; luego se selló el reactor. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 22°C y tras 5 horas la conversión fue completa. Después de secar el producto resultante se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica fue de  $1360 \cdot 10^4$ .

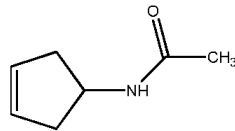
35 **Ejemplo 2**

En este ejemplo se sintetizó la macromolécula anfifílica de la fórmula (II):



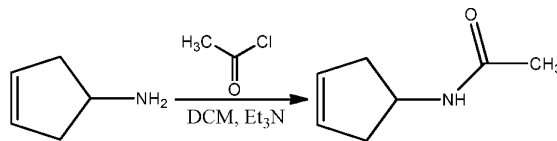
La ruta de síntesis del monómero

5



fue la siguiente:

10



En este ejemplo la macromolécula anfifílica se sintetizó como sigue:

15

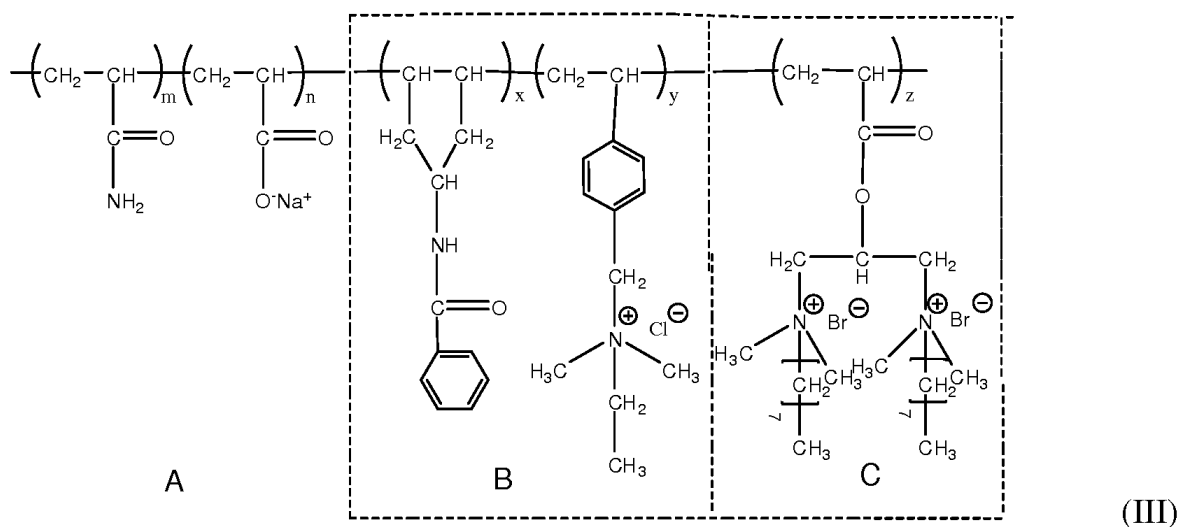
20

Primero se introdujo en un reactor el agua correspondiente a 3/4 del peso total del sistema de reacción, luego se cargaron en el reactor los diversos monómeros, correspondientes a 1/4 del peso total del sistema de reacción; siendo los porcentajes molares m, n, x, y, z de cada unidad repetitiva iguales al 73%, 25%, 0,15%, 0,15% y 1,7% sucesivamente. La mezcla se agitó hasta su completa disolución y luego se añadió un agente regulador del pH para ajustar la solución reactiva a un pH de 8 aproximadamente; después se introdujo gas nitrógeno durante 40 minutos para eliminar el oxígeno contenido en el reactor. Se agregó un iniciador al reactor bajo la protección del gas nitrógeno y se continuó pasando gas nitrógeno durante 10 minutos; luego se selló el reactor. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 25°C y tras 5 horas la conversión fue completa. Después de secar el producto resultante se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica fue de  $1010 \cdot 10^4$ .

### Ejemplo 3

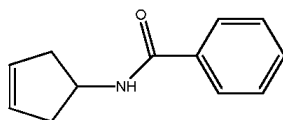
25

En este ejemplo se sintetizó la macromolécula anfifílica de la fórmula (III):



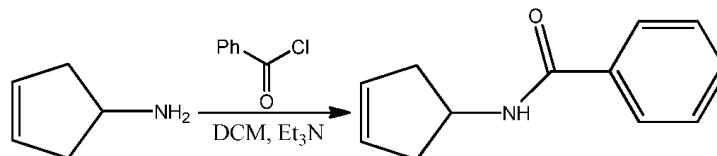
La ruta de síntesis del monómero

5



fue la siguiente:

10



En este ejemplo la macromolécula anfifílica se sintetizó como sigue:

15

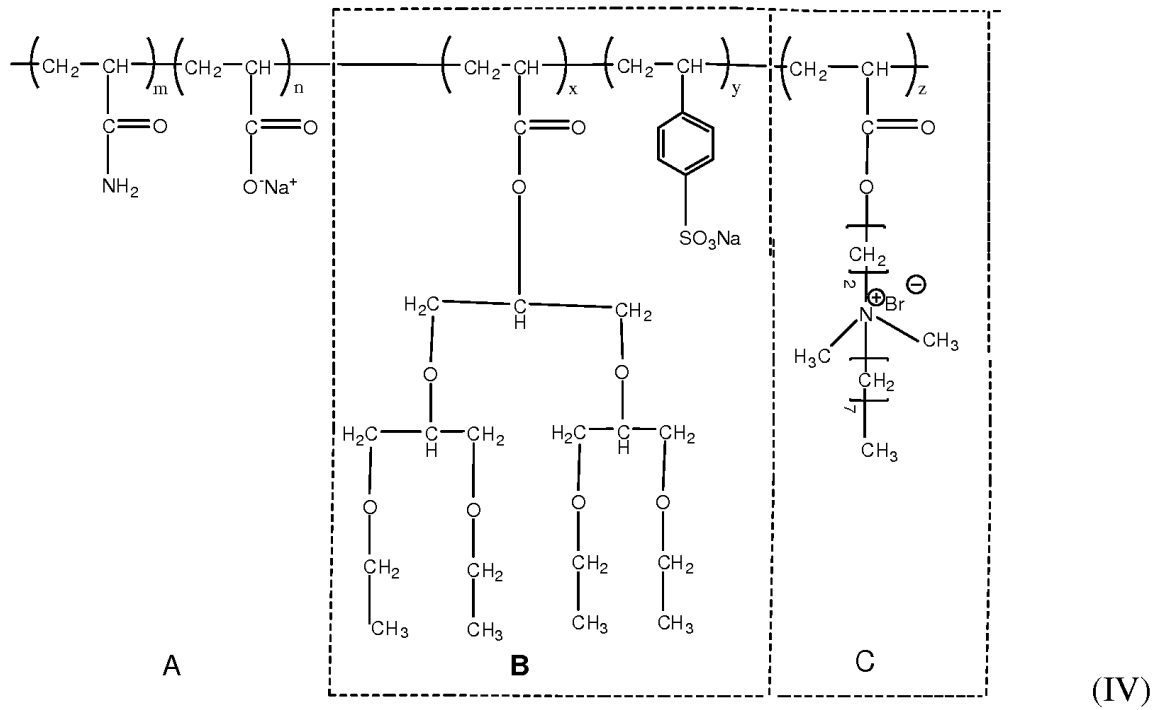
20

Primero se introdujo en un reactor el agua correspondiente a 3/4 del peso total del sistema de reacción, luego se cargaron en el reactor los diversos monómeros, correspondientes a 1/4 del peso total del sistema de reacción; siendo los porcentajes molares m, n, x, y, z de cada unidad repetitiva iguales al 75%, 24,5%, 0,15%, 0,15% y 0,2% sucesivamente. La mezcla se agitó hasta su completa disolución y luego se añadió un agente regulador del pH para ajustar la solución reactiva a un pH de 9 aproximadamente; después se introdujo gas nitrógeno durante 30 minutos para eliminar el oxígeno contenido en el reactor. Se agregó un iniciador al reactor bajo la protección del gas nitrógeno y se continuó pasando gas nitrógeno durante 10 minutos; luego se selló el reactor. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 25°C y tras 6 horas la conversión fue completa. Después de secar el producto resultante se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica fue de  $660 \cdot 10^4$ .

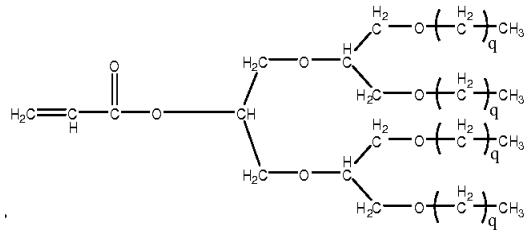
#### Ejemplo 4

25

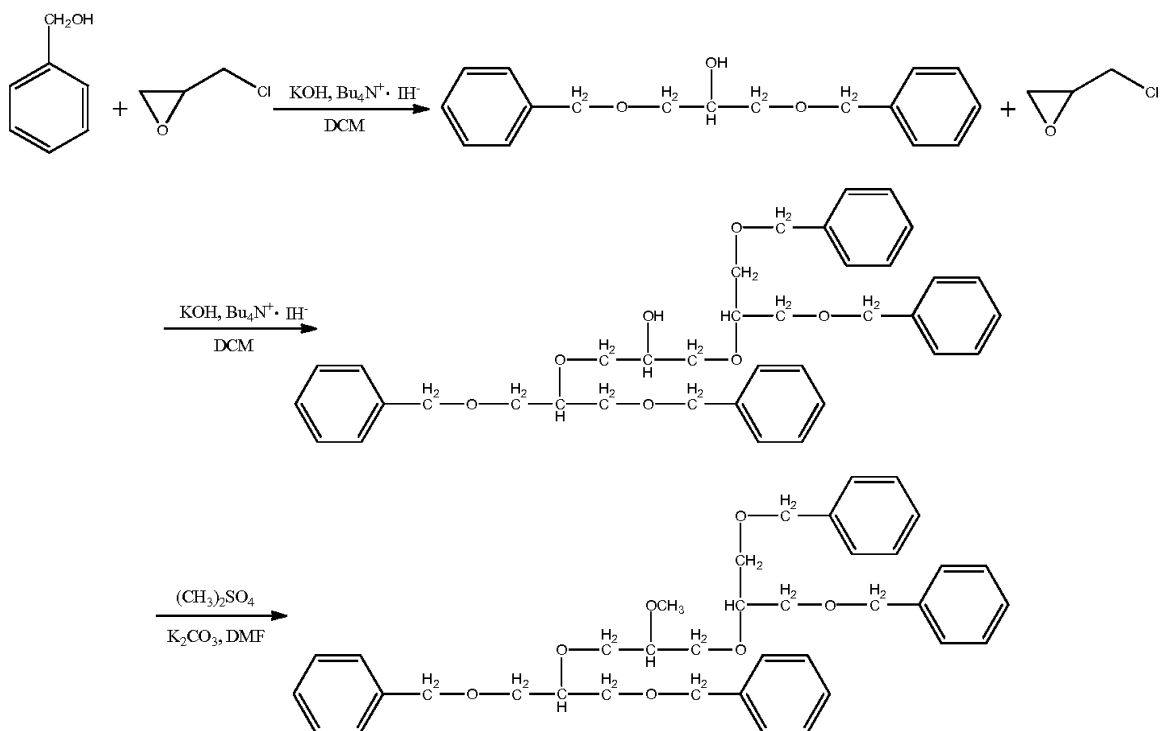
En este ejemplo se sintetizó la macromolécula anfifílica de la fórmula (IV):

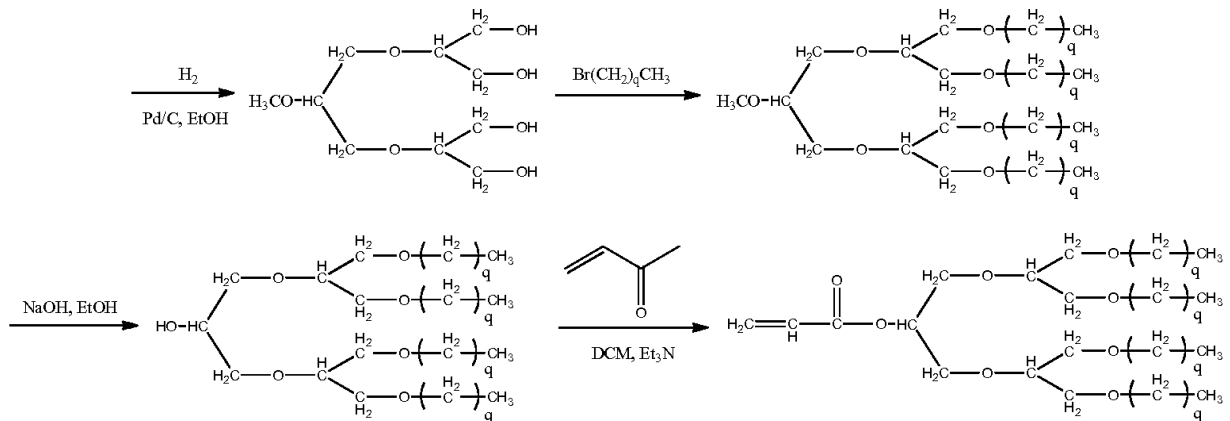


La ruta de síntesis del monómero



fue la siguiente:





5

En este ejemplo la macromolécula anfifílica se sintetizó como sigue:

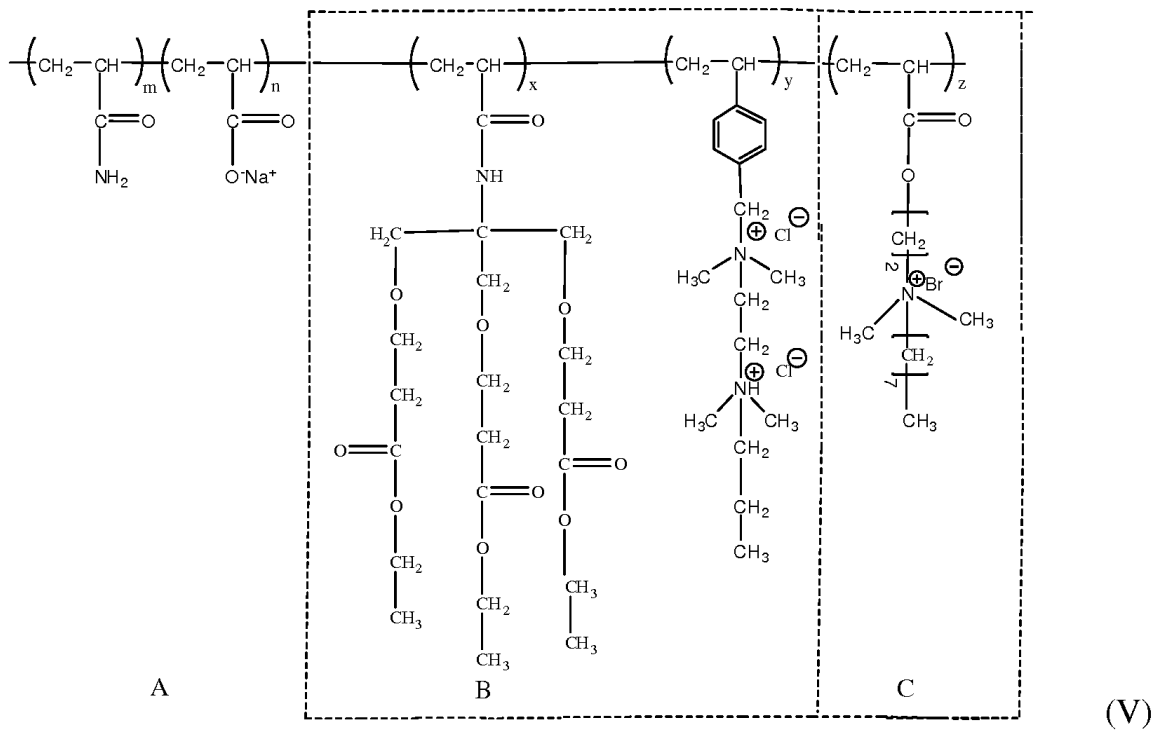
Primero se introdujo en un reactor el agua correspondiente a 3/4 del peso total del sistema de reacción, luego se cargaron en el reactor los diversos monómeros, correspondientes a 1/4 del peso total del sistema de reacción; siendo los porcentajes molares m, n, x, y, z de cada unidad repetitiva iguales al 75%, 23%, 0,05%, 0,5% y 1,45% sucesivamente. La mezcla se agitó hasta su completa disolución y luego se añadió un agente regulador del pH para ajustar la solución reactiva a un pH de 9 aproximadamente; después se introdujo gas nitrógeno durante 30 minutos para eliminar el oxígeno contenido en el reactor. Se agregó un iniciador al reactor bajo la protección del gas nitrógeno y se continuó pasando gas nitrógeno durante 10 minutos; luego se selló el reactor. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 25°C y tras 6 horas la conversión fue completa. Después de secar el producto resultante se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica fue de  $370 \cdot 10^4$ .

10

15

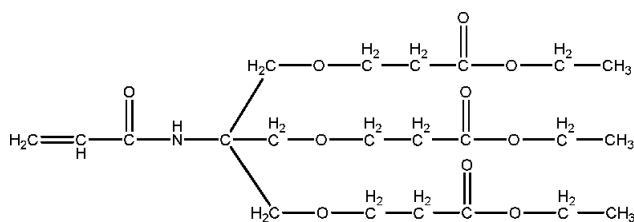
**Ejemplo 5**

20 En este ejemplo se sintetizó la macromolécula anfifílica de la fórmula (V):

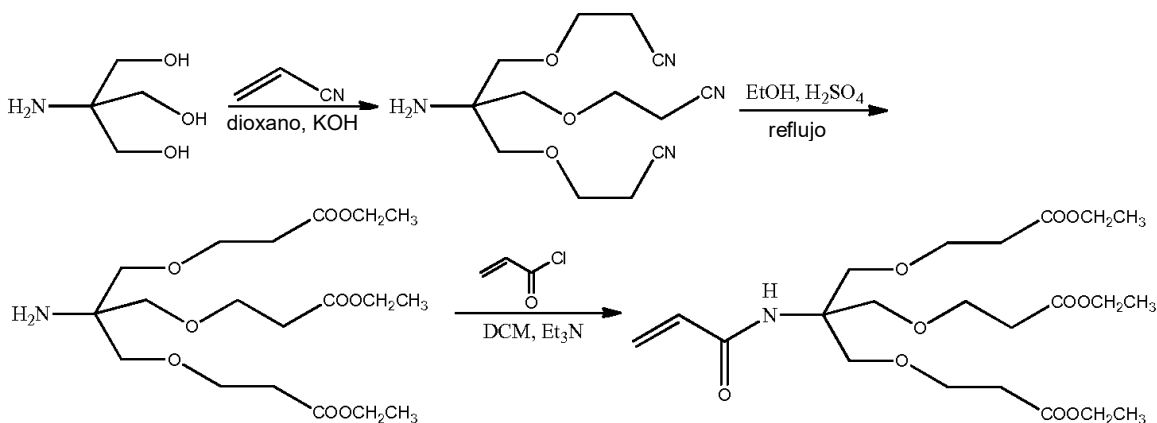


La ruta de síntesis del monómero

25



fue la siguiente:



5

En este ejemplo la macromolécula anfifílica se sintetizó como sigue:

Primero se introdujo en un reactor el agua correspondiente a 3/4 del peso total del sistema de reacción, luego se cargaron en el reactor los diversos monómeros, correspondientes a 1/4 del peso total del sistema de reacción; siendo los porcentajes molares m, n, x, y, z de cada unidad repetitiva iguales al 78%, 21%, 0,1%, 0,1% y 0,8% sucesivamente. La mezcla se agitó hasta su completa disolución y luego se añadió un agente regulador del pH para ajustar la solución reactiva a un pH de 8 aproximadamente; después se introdujo gas nitrógeno durante 30 minutos para eliminar el oxígeno contenido en el reactor. Se agregó un iniciador al reactor bajo la protección del gas nitrógeno y se continuó pasando gas nitrógeno durante 10 minutos; luego se selló el reactor. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 25°C y tras 6 horas la conversión fue completa. Después de secar el producto resultante se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica fue de  $450 \cdot 10^4$ .

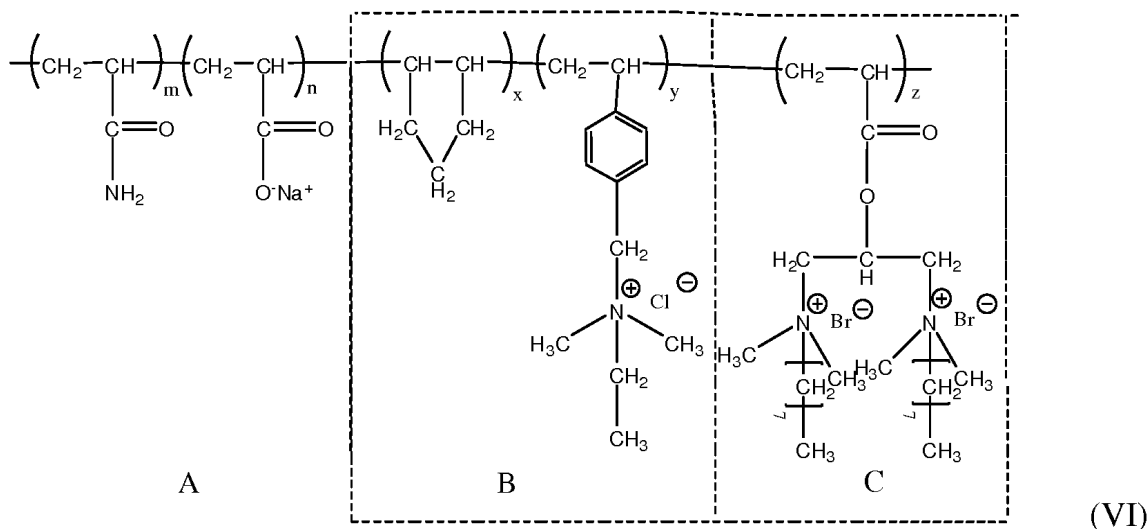
10

15

### Ejemplo 6

20

En este ejemplo se sintetizó la macromolécula anfifílica de la fórmula (VI):



(VI)

25 En este ejemplo la macromolécula anfifílica se sintetizó como sigue:

Primero se introdujo en un reactor el agua correspondiente a 3/4 del peso total del sistema de reacción, luego se cargaron en el reactor los diversos monómeros, correspondientes a 1/4 del peso total del sistema de reacción;

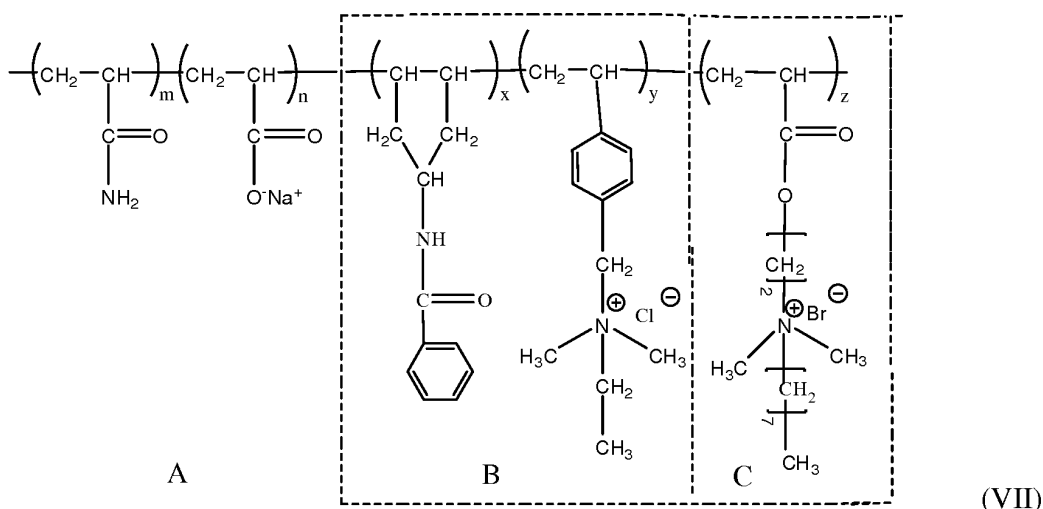


siendo los porcentajes molares m, n, x, y, z de cada unidad repetitiva iguales al 73%, 25%, 0,5%, 0,5% y 1% sucesivamente. La mezcla se agitó hasta su completa disolución y luego se añadió un agente regulador del pH para ajustar la solución reactiva a un pH de 8 aproximadamente; después se introdujo gas nitrógeno durante 30 minutos para eliminar el oxígeno contenido en el reactor. Se agregó un iniciador al reactor bajo la protección del gas nitrógeno y se continuó pasando gas nitrógeno durante 10 minutos; luego se selló el reactor. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 45°C y tras 3 horas la conversión fue completa. Después de secar el producto resultante se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica fue de  $640 \cdot 10^4$ .

5

10 **Ejemplo 7**

En este ejemplo se sintetizó la macromolécula anfifílica de la fórmula (VII):



15

En este ejemplo la macromolécula anfifílica se sintetizó como sigue:

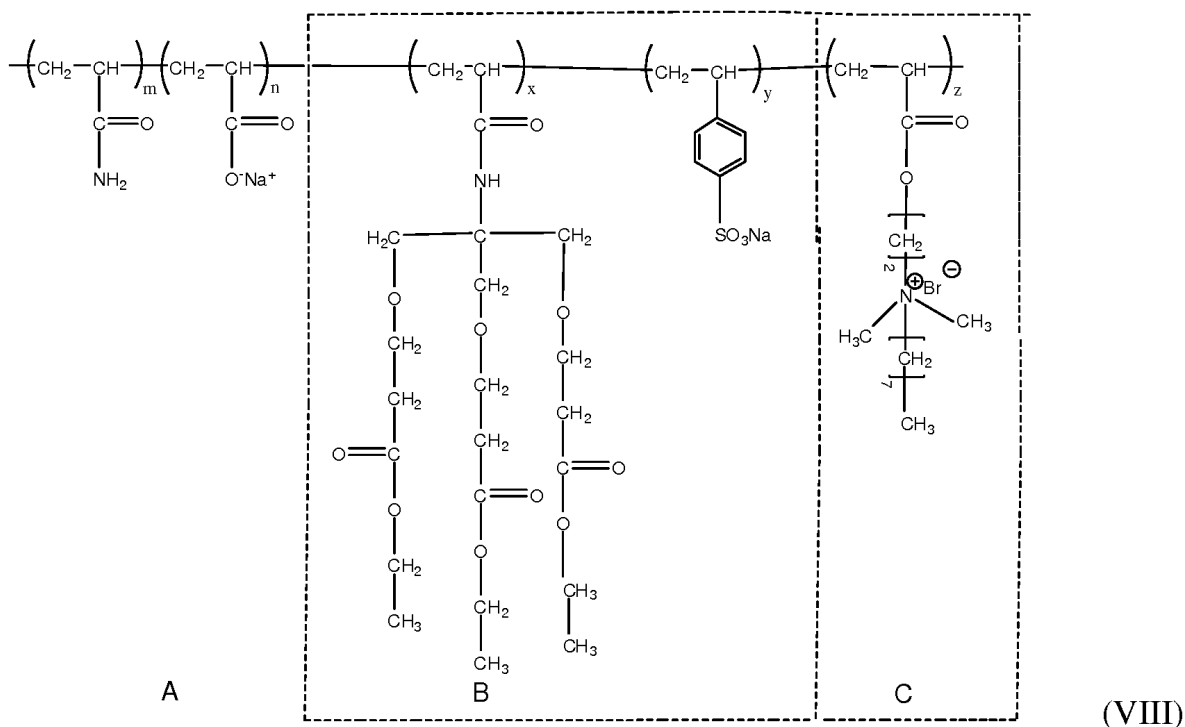
Primero se introdujo en un reactor el agua correspondiente a 3/4 del peso total del sistema de reacción, luego se cargaron en el reactor los diversos monómeros, correspondientes a 1/4 del peso total del sistema de reacción; siendo los porcentajes molares m, n, x, y, z de cada unidad repetitiva iguales al 75%, 23%, 0,25%, 0,5% y 1,25% sucesivamente. La mezcla se agitó hasta su completa disolución y luego se añadió un agente regulador del pH para ajustar la solución reactiva a un pH de 9 aproximadamente; después se introdujo gas nitrógeno durante 30 minutos para eliminar el oxígeno contenido en el reactor. Se agregó un iniciador al reactor bajo la protección del gas nitrógeno y se continuó pasando gas nitrógeno durante 10 minutos; luego se selló el reactor. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 55°C y tras 3 horas la conversión fue completa. Después de secar el producto resultante se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica fue de  $107 \cdot 10^4$ .

20

25

**Ejemplo 8**

30 En este ejemplo se sintetizó la macromolécula anfifílica de la fórmula (VIII):

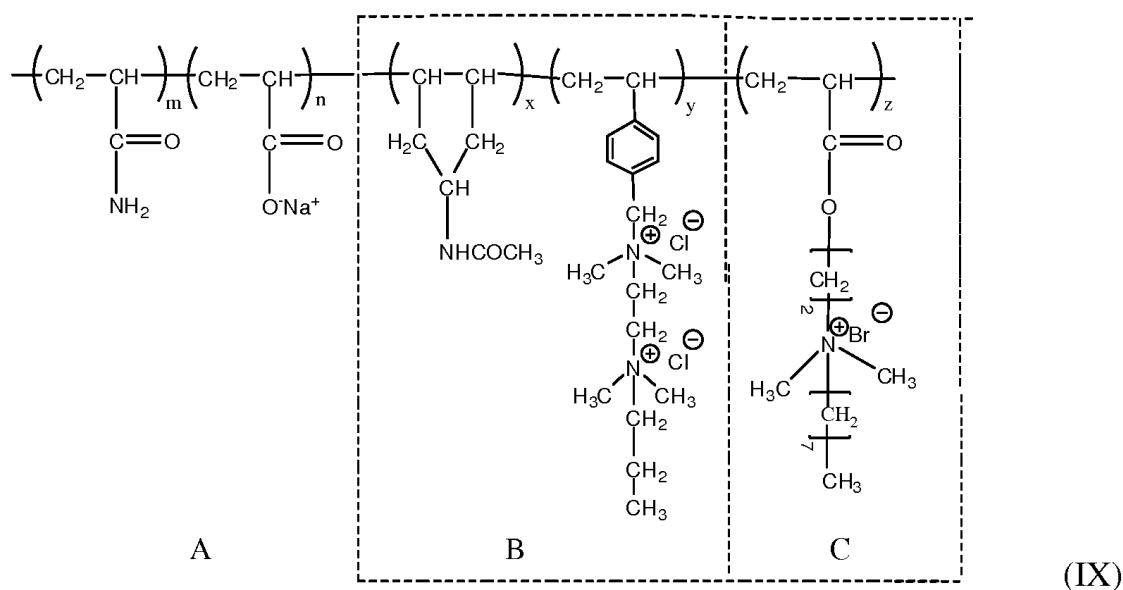


En este ejemplo la macromolécula anfifílica se sintetizó como sigue:

- 5 Primero se introdujo en un reactor el agua correspondiente a 3/4 del peso total del sistema de reacción, luego se cargaron en el reactor los diversos monómeros, correspondientes a 1/4 del peso total del sistema de reacción; siendo los porcentajes molares m, n, x, y, z de cada unidad repetitiva iguales al 70%, 28%, 0,15%, 0,75% y 1,1% sucesivamente. La mezcla se agitó hasta su completa disolución y luego se añadió un agente regulador del pH para ajustar la solución reactiva a un pH de 8 aproximadamente; después se introdujo gas nitrógeno durante 30 minutos para eliminar el oxígeno contenido en el reactor.
- 10 Se agregó un iniciador al reactor bajo la protección del gas nitrógeno y se continuó pasando gas nitrógeno durante 10 minutos; luego se selló el reactor. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 55°C y tras 3 horas la conversión fue completa. Después de secar el producto resultante se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica fue de  $310 \cdot 10^4$ .

15 **Ejemplo 9**

En este ejemplo se sintetizó la macromolécula anfifílica de la fórmula (IX):

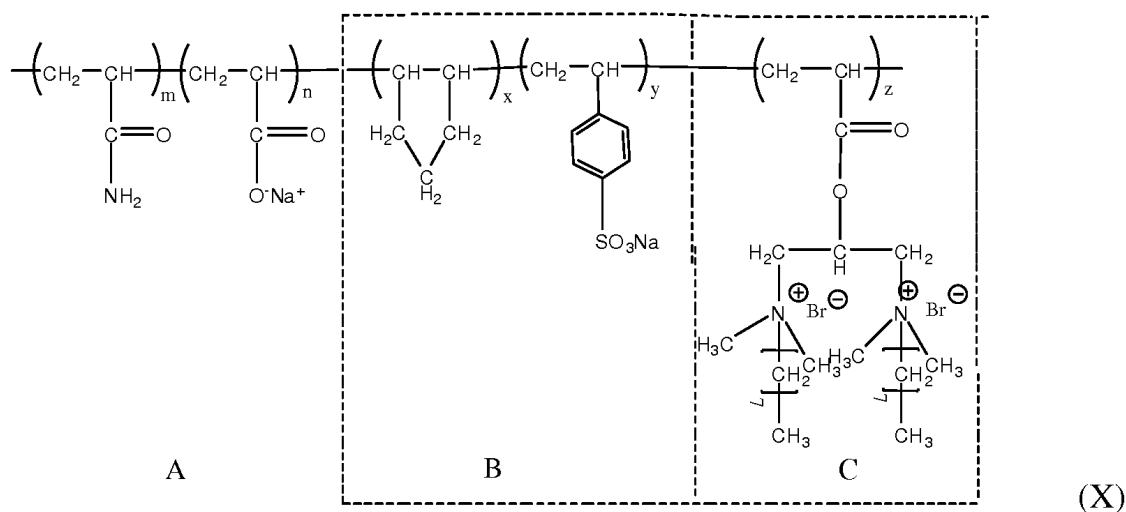


En este ejemplo la macromolécula anfifílica se sintetizó como sigue:

Primero se introdujo en un reactor el agua correspondiente a 3/4 del peso total del sistema de reacción, luego se cargaron en el reactor los diversos monómeros, correspondientes a 1/4 del peso total del sistema de reacción; siendo los porcentajes molares m, n, x, y, z de cada unidad repetitiva iguales al 75%, 23,5%, 0,5%, 0,2% y 0,8% sucesivamente. La mezcla se agitó hasta su completa disolución y luego se añadió un agente regulador del pH para ajustar la solución reactiva a un pH de 8 aproximadamente; después se introdujo gas nitrógeno durante 30 minutos para eliminar el oxígeno contenido en el reactor. Se agregó un iniciador al reactor bajo la protección del gas nitrógeno y se continuó pasando gas nitrógeno durante 10 minutos; luego se selló el reactor. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 50°C y tras 2,5 horas la conversión fue completa. Después de secar el producto resultante se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica fue de  $720 \cdot 10^4$ .

### Ejemplo 10

En este ejemplo se sintetizó la macromolécula anfifílica de la fórmula (IX):



En este ejemplo la macromolécula anfifílica se sintetizó como sigue:

Primero se introdujo en un reactor el agua correspondiente a 3/4 del peso total del sistema de reacción, luego se cargaron en el reactor los diversos monómeros, correspondientes a 1/4 del peso total del sistema de reacción; siendo los porcentajes molares m, n, x, y, z de cada unidad repetitiva iguales al 75%, 23%, 0,5%, 0,5% y 1% sucesivamente. La mezcla se agitó hasta su completa disolución y luego se añadió un agente regulador del pH para ajustar la solución reactiva a un pH de 8 aproximadamente; después se introdujo gas nitrógeno durante 30 minutos para eliminar el oxígeno contenido en el reactor. Se agregó un iniciador al reactor bajo la protección del gas nitrógeno y se continuó pasando gas nitrógeno durante 10 minutos; luego se selló el reactor. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 50°C y tras 2 horas la conversión fue completa. Después de secar el producto resultante se obtuvo la macromolécula anfifílica en polvo. El peso molecular de la macromolécula anfifílica fue de  $520 \cdot 10^4$ .

### Ejemplos de medición

#### Ejemplo de medición 1

Para preparar soluciones de macromolécula anfifílica a diferentes concentraciones se utilizó una solución salina con un grado de mineralización de  $2 \times 10^4$  mg/l y se determinó la relación entre la concentración, la temperatura y la viscosidad de la solución. Los resultados se muestran en la figura 1 y en la figura 2.

Las figuras demuestran que las soluciones de macromolécula anfifílica de los ejemplos 1-5 todavía tienen una buena capacidad de aumento de la viscosidad a temperatura elevada y con un alto grado de mineralización. La unidad muy impedida estéricamente de la macromolécula anfifílica redujo la libertad de giro en la cadena principal e incrementó la rigidez de la cadena macromolecular, dificultando su torsión y favoreciendo su alargamiento y por consiguiente ampliando el radio hidrodinámico de la macromolécula; mientras que las unidades estructurales anfifílicas unidas entre sí formaron un microdominio por interacción intramolecular o intermolecular, aumentando notablemente la capacidad de la solución para incrementar la viscosidad en las condiciones de elevada temperatura y salinidad.

#### Ejemplo de medición 2

Método de ensayo: a una temperatura de 25°C se introdujeron en un tubo de ensayo provisto de tapón 25 ml de muestra de aceites crudos deshidratados eléctricamente, procedentes de tres tipos de campos petrolíferos; luego se añadieron 25 ml de soluciones acuosas de macromolécula anfifílica de distintas concentraciones formuladas con agua destilada. El tapón del tubo de ensayo se apretó al agitar el tubo manualmente o usando una caja oscilante, 80-100 veces en dirección horizontal con una amplitud de vaivén superior a 20 cm. El tapón del tubo de ensayo se aflojó después de mezclar suficientemente. La tasa de reducción de la viscosidad del aceite crudo se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Tasa de reducción de viscosidad (\%)} = \frac{\text{viscosidad muestra de aceite crudo} - \text{viscosidad después de mezclar}}{\text{viscosidad muestra de aceite crudo}} \times 100$$

Tabla 1: resultados experimentales de la reducción de viscosidad de los aceites pesados mediante la macromolécula anfifílica obtenida en los ejemplos 6 hasta 10 (relación aceite-agua 1:1, 25°C)

relación volumétrica aceite-agua 1:1	muestra de aceite 1	tasa de reducción de viscosidad (%)	muestra de aceite 2	tasa de reducción de viscosidad (%)	muestra de aceite 3	tasa de reducción de viscosidad (%)	
temp. de ensayo (25°C)							
viscosidad inicial (mPa·s)	900	--	7400	--	12000	--	
Ejemplo 6	400 mg/l	405	55,00	1900	74,32	3300	72,50
	600 mg/l	320	64,44	1350	81,76	2450	79,58
	800 mg/l	275	69,44	1040	85,95	1250	89,58
	1000 mg/l	245	72,78	740	90,00	850	92,92
	1200 mg/l	220	75,56	670	90,95	725	93,96
Ejemplo 7	400 mg/l	475	47,22	2100	71,62	3500	70,83
	600 mg/l	375	58,33	1750	76,35	2600	78,33
	800 mg/l	290	67,78	1475	80,07	1350	88,75
	1000 mg/l	230	74,44	1050	85,81	900	92,50
Ejemplo 8	1200 mg/l	230	74,44	805	89,12	775	93,54
	400 mg/l	535	40,56	1690	77,16	3150	73,75
	600 mg/l	460	48,89	1100	85,14	1900	84,17
	800 mg/l	390	56,67	780	89,46	1125	90,63
	1000 mg/l	350	61,11	690	90,68	850	92,92
Ejemplo 9	1200 mg/l	330	63,33	630	91,49	710	94,08
	400 mg/l	470	47,78	1800	75,68	3600	70,00
	600 mg/l	390	56,67	1480	80,00	2400	80,00
	800 mg/l	310	65,56	975	86,82	1370	88,58
	1000 mg/l	260	71,11	675	90,88	1025	91,46
Ejemplo 10	1200 mg/l	230	74,44	580	92,16	840	93,00
	400 mg/l	505	43,89	1600	78,38	3800	68,33
	600 mg/l	425	52,78	1150	84,46	2350	80,42
	800 mg/l	350	61,11	825	88,85	1275	89,38
	1000 mg/l	315	65,00	695	90,61	1000	91,67
	1200 mg/l	280	68,89	625	91,55	825	93,13

La tabla 1 indica que las macromoléculas anfifílicas de los ejemplos 6-10 tuvieron buenos efectos para la reducción de la viscosidad de las tres muestras de aceite. La tasa de reducción de viscosidad aumentó con el incremento de la concentración de la solución de macromolécula anfifílica. Y, a igual concentración de la solución de macromolécula anfifílica, la tasa de reducción de viscosidad aumentó con el incremento de viscosidad de la muestra de aceite. Se cree que la macromolécula anfifílica pudo reducir notablemente la viscosidad del aceite crudo mediante un efecto sinérgico entre la unidad estructural muy impedida estéricamente y la unidad estructural anfifílica que emulsionaría y dispersaría eficazmente el aceite crudo.

### Aplicación industrial

La macromolécula anfifílica de la presente invención se puede emplear en la perforación de pozos de petróleo, cementación de pozos, fracturación hidráulica, captación y transporte de petróleo crudo, tratamiento de aguas residuales, tratamiento de lodos y fabricación de papel, y puede usarse como agente para intensificar la producción de petróleo y desplazarlo, para disminuir la viscosidad del petróleo pesado, como fluido de fracturación hidráulica, estabilizador de arcillas, agente de tratamiento de aguas residuales, aditivo de retención y coadyuvante de drenaje y agente reforzante para la fabricación de papel.

La macromolécula anfifílica de la presente invención es especialmente adecuada para la explotación del petróleo crudo; se puede usar, por ejemplo, como agente intensificador del desplazamiento del petróleo y como reductor de

la viscosidad del aceite pesado. Cuando se utiliza como agente de desplazamiento del petróleo tiene un notable efecto de aumento de la viscosidad, incluso en condiciones de elevada temperatura y salinidad, y por tanto puede incrementar la extracción de petróleo crudo. Cuando se usa como reductor de la viscosidad del aceite pesado puede disminuir notablemente la viscosidad del aceite pesado y su resistencia al flujo en la formación y perforación de los pozos, emulsionando y dispersando eficazmente el aceite pesado.

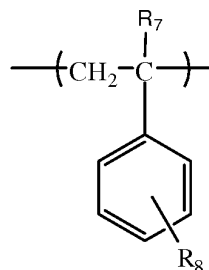
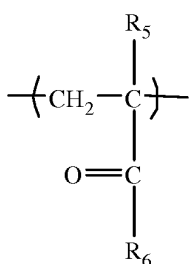
5

## REIVINDICACIONES

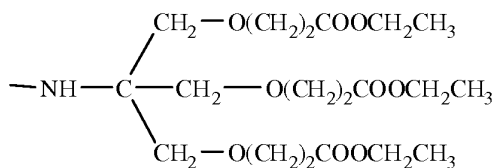
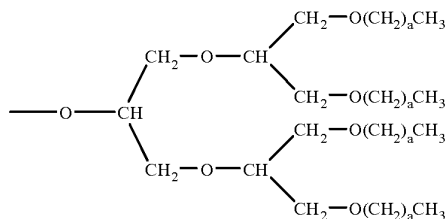
1. Macromolécula anfífilica que tiene como unidades repetidas una unidad estructural A para ajustar el peso molecular, la distribución del peso molecular y las características de carga, una unidad estructural B muy impedida estéricamente y una unidad estructural C anfífilica,

**caracterizada porque**

la unidad estructural B muy impedida estéricamente comprende una estructura G y una estructura de fórmula (4), donde la estructura G es la de un hidrocarburo cíclico formado sobre la base de dos átomos de carbono adyacentes en la cadena principal o se elige como una estructura de fórmula (3):

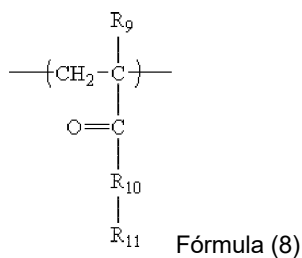


de modo que en la fórmula (3)  $R_5$  es H o un grupo metilo, preferiblemente H;  $R_6$  es un radical elegido del grupo formado por las estructuras de las fórmulas (5) y (6):



en la fórmula (5) a es un número entero de 1 hasta 11, y en la fórmula (4)  $R_7$  es H;  $R_8$  se selecciona del grupo constituido por H,  $-\text{SO}_3\text{H}$  y sales del mismo,  $-(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ,  $-\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_\xi\text{CH}_2\text{Cl}$  o  $-\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_\sigma\text{CH}_2\text{Cl}$ ;  $\xi$  y  $\sigma$  son respectivamente números enteros de 1 a 15, y

la unidad estructural anfífilica C tiene una estructura de fórmula (8):



en la fórmula (8)  $R_9$  es H o un grupo metilo;  $R_{10}$  es  $-\text{O}-$  o  $-\text{NH}-$ ;  $R_{11}$  es un radical que contiene un hidrocarbilo de cadena recta, un hidrocarbilo ramificado, un grupo polioxietileno (PEO), un grupo polioxipropileno (PPO), un bloque EO-PO, una sal de monoamonio cuaternario, una sal de amonio cuaternario múltiple o un ácido sulfónico y sales del mismo.

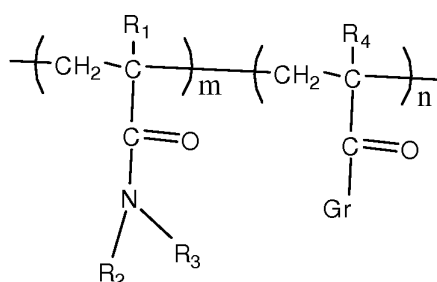
2. La macromolécula anfífilica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la unidad estructural A para ajustar el peso molecular, la distribución del peso molecular y las características de carga comprende una unidad monomérica de (met)acrilamida  $A_1$  y/o una unidad monomérica (met)acrílica  $A_2$ .

3. La macromolécula anfífilica según la reivindicación 2, **caracterizada porque** el porcentaje molar de la unidad monomérica de (met)acrilamida  $A_1$  es del 70-99% molar y el porcentaje molar de la unidad monomérica (met)acrílica  $A_2$  es del 1-30% molar respecto al total de unidades repetidas de la macromolécula anfífilica tomado como 100%.

4. La macromolécula anfifílica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el porcentaje molar de la estructura G respecto al total de unidades repetidas de la macromolécula anfifílica es del 0,02-2% molar y el porcentaje molar de la estructura de la fórmula (4) respecto al total de unidades repetidas de la macromolécula anfifílica es del 0,05-5% molar.

5. La macromolécula anfifílica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el porcentaje molar de la estructura de la fórmula (8) es del 0,05-10% molar respecto al total de unidades repetidas de la macromolécula anfifílica tomado como 100%.

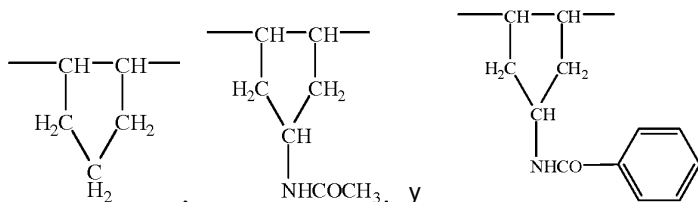
10. 6. La macromolécula anfifílica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la unidad estructural A para ajustar el peso molecular, la distribución del peso molecular y las características de carga tiene una estructura de fórmula (2):



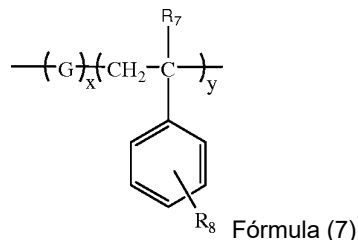
Fórmula (2)

donde R<sub>1</sub> es H o un grupo metilo; R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> se eligen independientemente del grupo formado por H y un grupo alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>; R<sub>4</sub> se elige del grupo formado por H o un grupo metilo; Gr es -OH o -O-Na<sup>+</sup>; m y n representan el porcentaje molar de las unidades estructurales respecto a toda la macromolécula anfifílica, y m es 70-99% molar y n 1-30% molar.

7. La macromolécula anfifílica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la estructura hidrocarbonada cíclica constituida sobre la base de dos átomos de carbono adyacentes en la cadena principal se elige del grupo formado por:



8. La macromolécula anfifílica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la unidad estructural B muy impedida estéricamente tiene una estructura de fórmula (7):

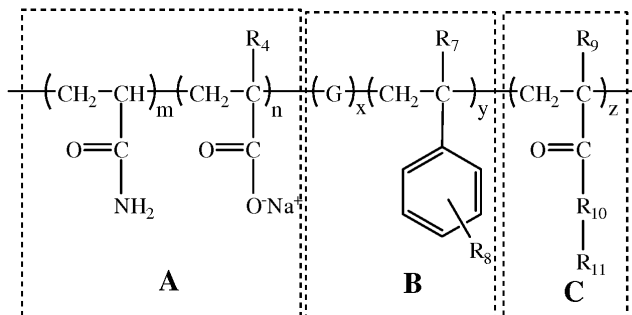


en la fórmula (7) la definición de G es la descrita en la reivindicación 1, las definiciones de R<sub>7</sub> y R<sub>8</sub> son como las descritas en la fórmula (4); x e y representan respectivamente los porcentajes molares de las unidades estructurales respecto a toda la macromolécula anfifílica; y x es 0,02 hasta 2% molar y y es 0,05 hasta 0,5% molar.

9. La macromolécula anfifílica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la estructura formada por R<sub>10</sub> y R<sub>11</sub> se puede elegir entre -O(CH<sub>2</sub>)<sub>g</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>h</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -NH(CH<sub>2</sub>)<sub>i</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>j</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -O(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>N<sup>+</sup>((CH<sub>2</sub>)<sub>r</sub>CH<sub>3</sub>)<sub>p</sub>X<sup>-</sup>, -O(CH<sub>2</sub>)<sub>q</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>a</sub>CH(SO<sub>3</sub>H)CH<sub>2</sub>(EO)<sub>β</sub>(PO)<sub>γ</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -NH(CH<sub>2</sub>)<sub>q</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>a</sub>CH(SO<sub>3</sub>H)CH<sub>2</sub>(EO)<sub>β</sub>(PO)<sub>γ</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -O(CH<sub>2</sub>)<sub>q</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>a</sub>CH(COOH)CH<sub>2</sub>(EO)<sub>β</sub>(PO)<sub>γ</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -NH(CH<sub>2</sub>)<sub>q</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>a</sub>CH(COOH)CH<sub>2</sub>(EO)<sub>β</sub>(PO)<sub>γ</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>, -O(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>δ</sub>-SO<sub>3</sub><sup>-</sup>, -(OCH(CH<sub>2</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>ε</sub>CH<sub>3</sub>Cl<sup>-</sup>)(CH<sub>2</sub>)<sub>η</sub>O(CH<sub>2</sub>)<sub>θ</sub>CH<sub>3</sub>, -(OCH(CH<sub>2</sub>N<sup>+</sup>((CH<sub>2</sub>)<sub>λ</sub>CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Cl<sup>-</sup>)(CH<sub>2</sub>)<sub>τ</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>κ</sub>CH<sub>3</sub>, -OCH(CH<sub>2</sub>N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>r</sub>CH<sub>3</sub>X<sup>-</sup>)<sub>2</sub>, -OCH(CH<sub>2</sub>N<sup>+</sup>((CH<sub>2</sub>)<sub>s</sub>CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>X<sup>-</sup>)<sub>2</sub>;

donde g, i, k y q son respectivamente números enteros del 1 al 6; h y j son respectivamente números enteros del 3 al 21; p es un número entero del 3 al 9; α es un número entero del 1 al 12; β y γ son respectivamente números enteros del 0 al 40; δ es un número entero del 0 al 21; ε es un número entero del 4 al 18; ξ es un número entero del 1 al 21; η y τ son respectivamente números enteros del 1 al 30; θ y κ son respectivamente números enteros del 3 al 21; λ es un número entero del 0 al 9; r es un número entero del 3 al 21; s es un número entero del 3 al 9; y X<sup>-</sup> es Cl<sup>-</sup> o Br<sup>-</sup>.

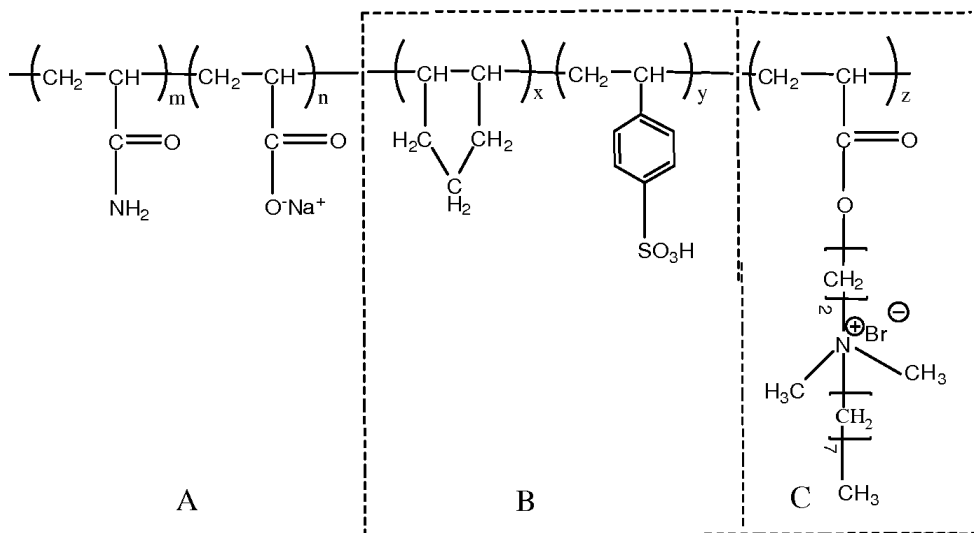
- 5 **10.** La macromolécula anfifílica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** tiene una estructura de fórmula (9):



Fórmula (9)

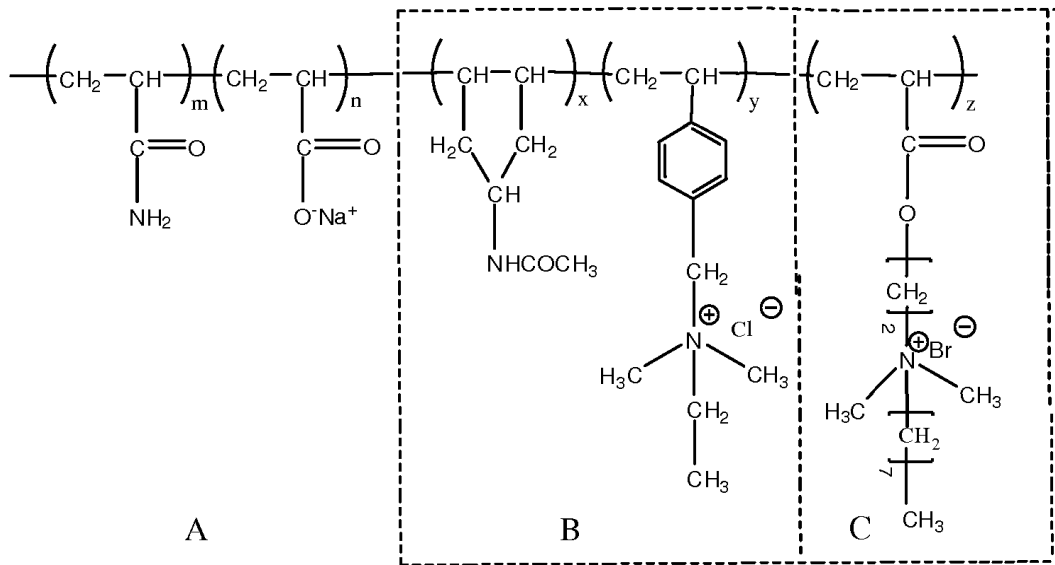
de modo que en la fórmula (9) R<sub>4</sub> se elige del grupo formado por H y un grupo metilo; m y n representan los porcentajes molares de las unidades estructurales en toda la molécula anfifílica, y m es del 70 al 99% molar; n es del 1 al 30% molar; las definiciones de G, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, x e y son como las descritas en la fórmula (7); R<sub>9</sub> es H o un grupo metilo; R<sub>10</sub> es -O- o -NH-; R<sub>11</sub> es un radical que contiene un hidrocarbilo de cadena recta, un hidrocarbilo ramificado, un polioxietileno (PEO), un polioxipropileno (PPO), un bloque EO-PO, una sal de monoamonio cuaternario, una sal de amonio cuaternario múltiple o un ácido sulfónico y sales del mismo; z representa el porcentaje molar de la unidad estructural en toda la molécula anfifílica, y z es del 0,05 hasta el 10% molar.

- 20 **11.** La macromolécula anfifílica según la reivindicación 1, que es un compuesto de las fórmulas (I)-(X):

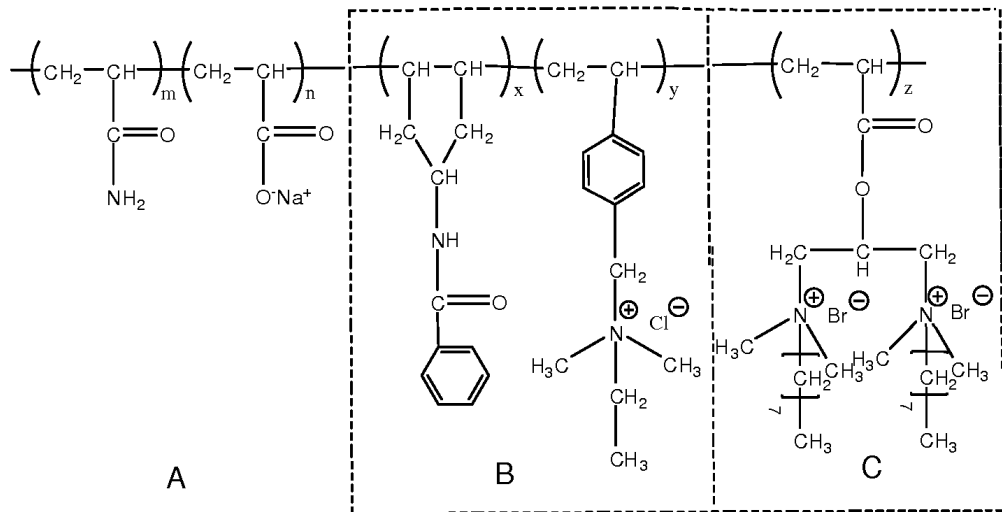


(I)

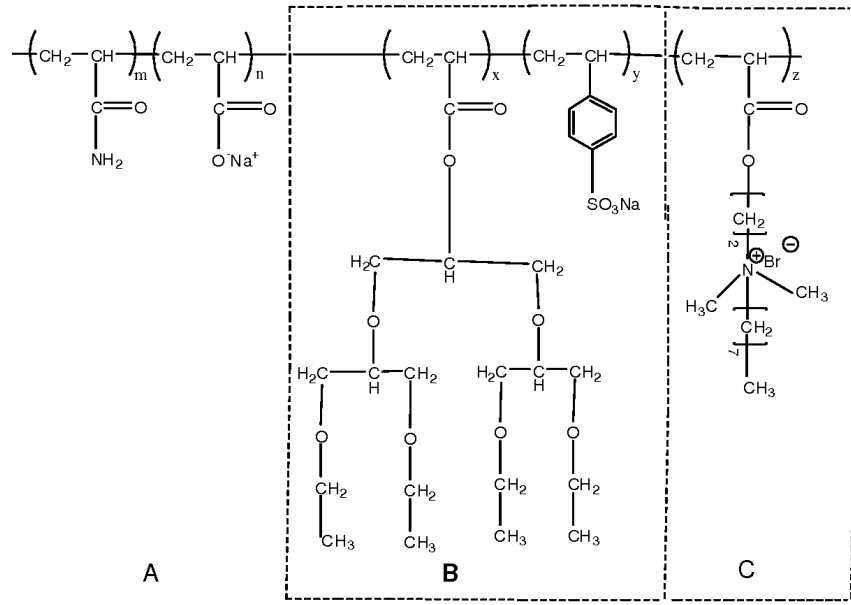




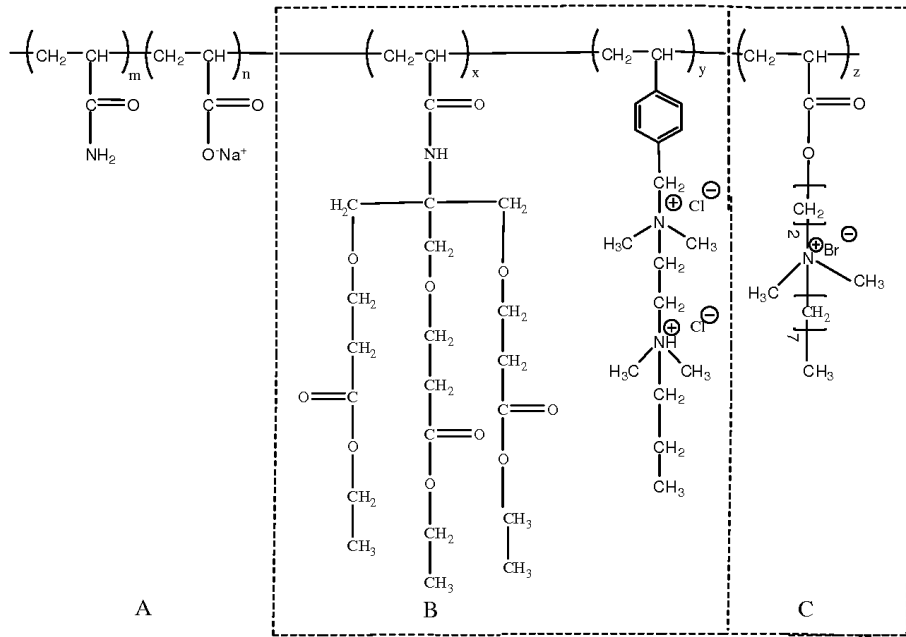
(II)



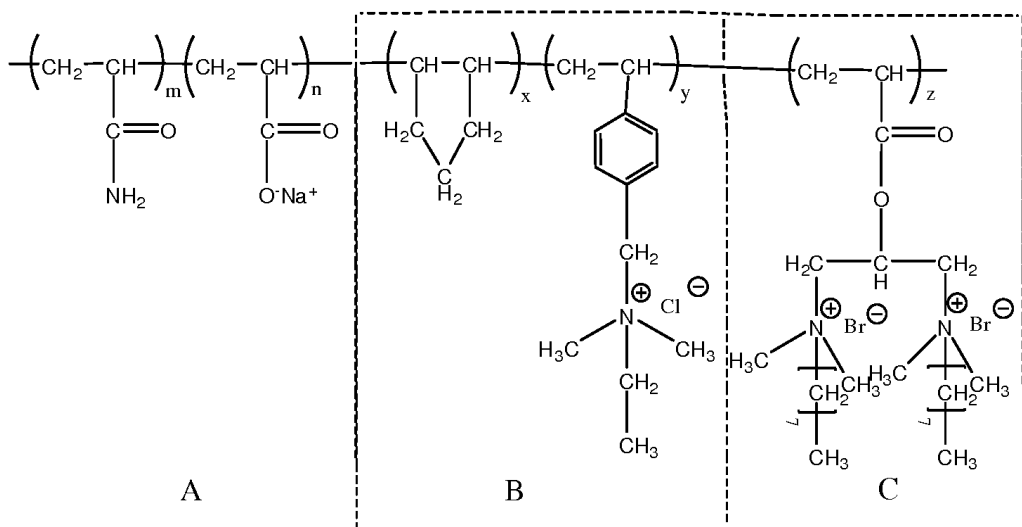
(III)



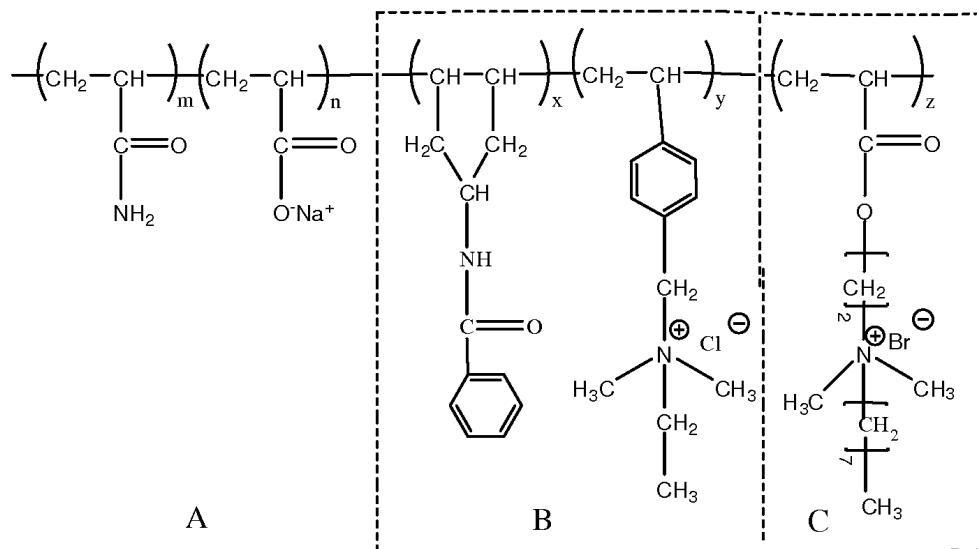
(IV)



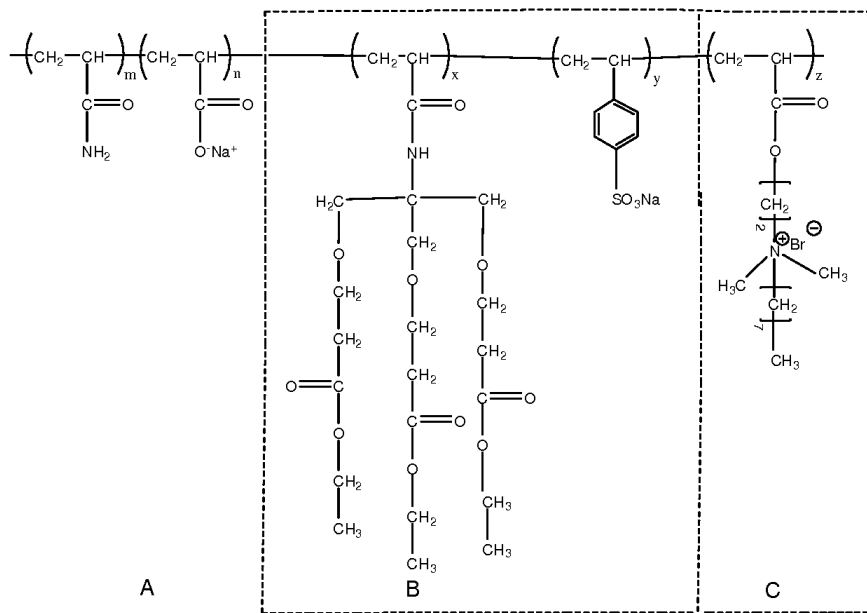
(V)



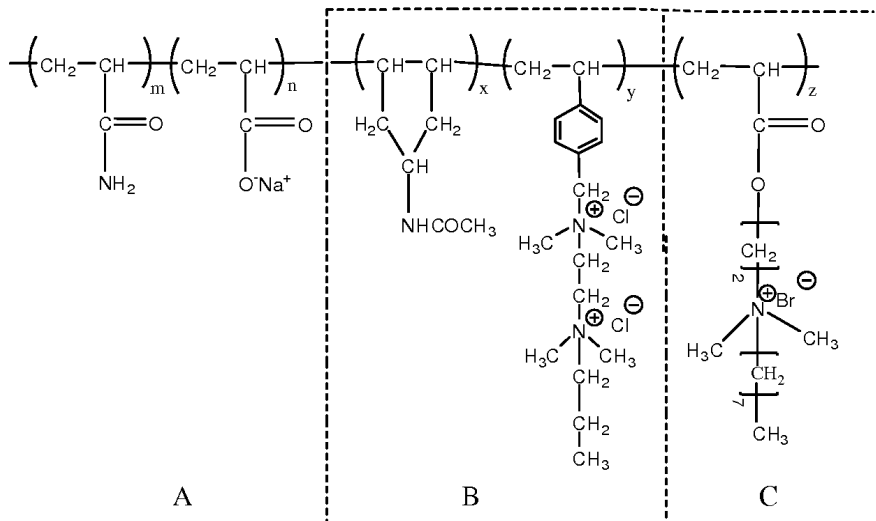
(VI)



(VII)

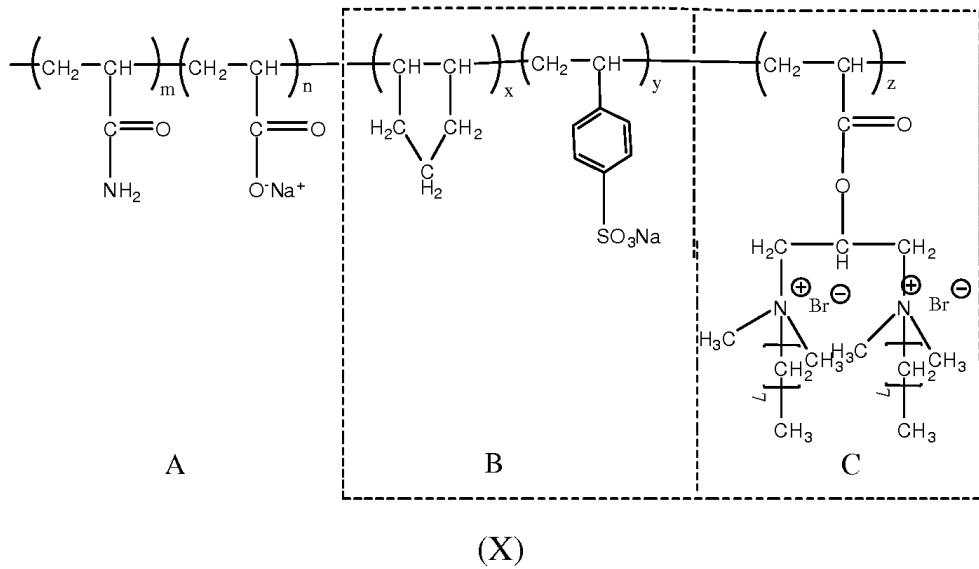


(VIII)



(IX)

o



12. La macromolécula anfifílica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada porque** tiene un peso molecular comprendido entre 1000000 y 20000000.

5

13. Uso de la macromolécula anfifílica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 en la perforación de pozos de petróleo, cementación de pozos, fracturación hidráulica, captación y transporte de petróleo crudo, tratamiento de aguas residuales, tratamiento de lodos y fabricación de papel, como agente para intensificar la producción de petróleo y desplazarlo, para disminuir la viscosidad del petróleo pesado, como fluido de fracturación hidráulica, estabilizador de arcillas, agente de tratamiento de aguas residuales, aditivo de retención y coadyuvante de drenaje y agente reforzante para la fabricación de papel.

10

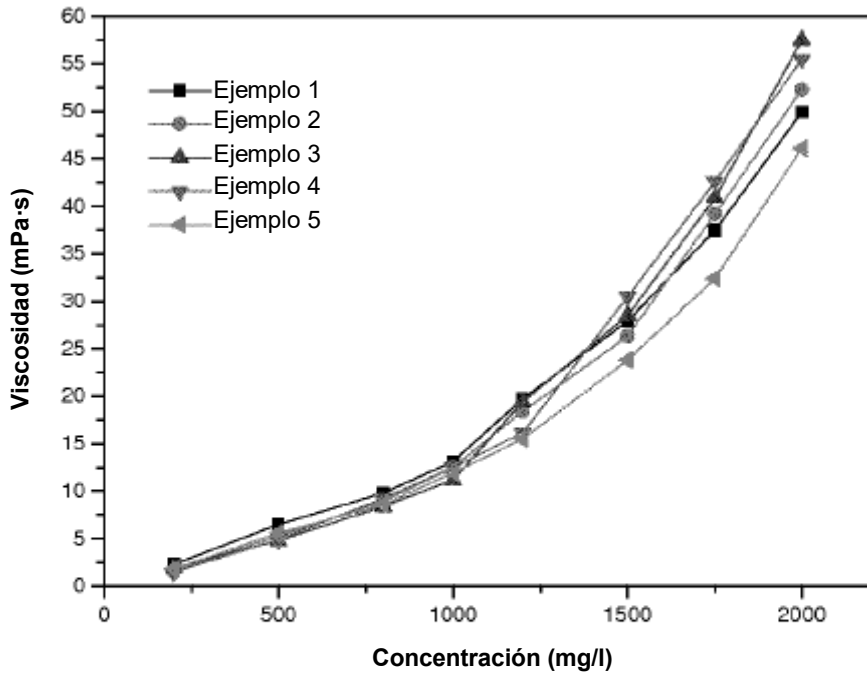


Figura 1: relación entre la viscosidad y la concentración

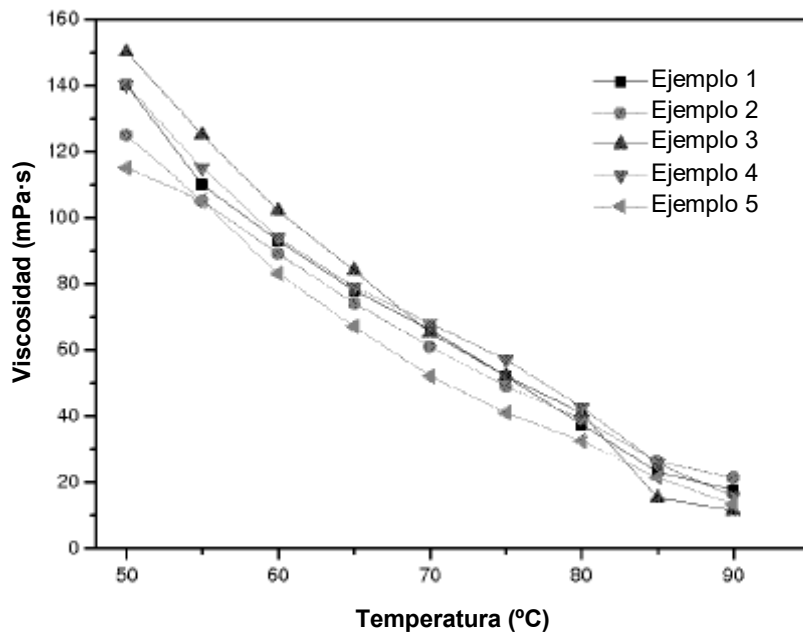


Figura 2: relación entre la viscosidad y la temperatura