

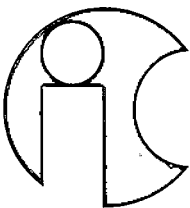
CM

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-039868- -00000-0000

Fecha: 2014-02-25 16:55:09
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION
Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 76 77



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL
División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TÍTULO _____
CONVERSION DE DIOXIDO DE CARBONO GASEOSO EN
SOLUCIONES ACUOSAS DE BICARBONATO ALCALINO
Y/O ALCALINOTERREO

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE _____
SILICA DE PANAMA S.A.

DOMICILIO _____
CARACAS, VENEZUELA

74. APODERADO _____
LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
C.C. 35.456.344 de Usaquén

22. BOGOTÁ, D.C., _____

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  No. 14-039868- -00000-0000 Fecha: 2014-02-25 16:55:09 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI Act. 411 PRESENTACION Folios: 76 <i>77</i>
---	---

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL -PCT

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☒ Capítulo I	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐ Capitulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)		
Solicitud Internacional No.		PCT/GB2012/051772	Fecha 2012/07/24
Publicación Internacional No.		WO 2013/014441 A1	Fecha 2013/01/31
3	TÍTULO DE LA INVENCIÓN		
CONVERSION DE DIOXIDO DE CARBONO GASEOSO EN SOLUCIONES ACUOSAS DE BICARBONATO ALCALINO Y/O ALCALINOTERREO			
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)		
C01D 007/000, C01F 011/018			
5	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
SILICA DE PANAMA S.A.			
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN		Centro Banaven (Cubo Negro) Torre A, Piso 2 Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanización Chuao, Caracas 1061 Venezuela.	No. TELÉFONO 3 47 36 11
CIUDAD		Caracas	CORREO ELECTRÓNICO clientes@cavelier.com
DEPARTAMENTO/ESTADO			NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN
PAÍS DE RESIDENCIA		Venezuela.	Venezuela.
7	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1. LUJANO		Juan	Venezolano
2. REVETE		Javier	Venezolano
3. VALENCIA		Norma	Venezolana
4. RIVAS		Louis	Venezolano
5. SOCORRO		Nelson	Venezolano
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:			
8	DATOS INVENTOR (ES)		
PAÍS RESIDENCIA	DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD	DIRECCIÓN
1. Venezuela		Caracas	Centro Banaven (Cubo Negro) Torre A, Piso 2 Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanización Chuao, Caracas 1061 Venezuela.
2. Venezuela		Caracas	Centro Banaven (Cubo Negro) Torre A, Piso 2 Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanización Chuao, Caracas 1061 Venezuela.
3. Venezuela		Caracas	Centro Banaven (Cubo Negro) Torre A, Piso 2 Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanización Chuao, Caracas 1061 Venezuela.
4. Venezuela		Caracas	Centro Banaven (Cubo Negro) Torre A, Piso 2 Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanización Chuao, Caracas 1061 Venezuela.
5. Venezuela		Caracas	Centro Banaven (Cubo Negro) Torre A, Piso 2 Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanización Chuao, Caracas 1061 Venezuela.

OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja a continuación.			
9	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO		
APELLIDOS De Páez		NOMBRES Luz Clemencia	IDENTIFICACIÓN C.C . 35.456.344 T.P . 23.555
DIRECCIÓN	Carrera 4ª No. 72-35		No. TELÉFONO 3 47 36 11
CIUDAD	BOGOTA		CORREO ELECTRÓNICO cavelier@cavelier.com
PAÍS	COLOMBIA		No. RADICACIÓN DE PROTOCOLO DE PODER GENERAL
10	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO		
(33) PAÍS DE ORIGEN U.S.A		CÓDIGO PAÍS US	(31) NÚMERO 13/136,153 (32) FECHA (AAAA/MM/DD) 2011/07/25
11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS		
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i>			
☐ SI ☐ NO			
Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.			
12	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES		
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i>			
☐ SI ☐ NO			
Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.			
13	REDUCCIÓN DE TASAS		
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i>			
☐ SI ☐ NO			
Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.			
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐			
Universidades públicas o privadas ☐			
Entidades sin ánimo de lucro ☐			
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos			
14	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☐ SI ☐ NO		
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.			
15	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	N° 14-0019336 N° 14-0020800	Fecha 2014/02/19 Fecha 2014/02/24
16	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL		
Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)			
Nombre del Firmante LUZ CLEMENCIA DE PAEZ		Firma <i>Luz Clemencia De Páez</i> <i>4P123555CSJ</i>	
C.C 35.456.344 de Usaquén		Tarjeta Profesional 23.555	

17	ANEXOS
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano 1. ☒ Descripción N° de folios: 47 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 20 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 11 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 7. ☒ Arte final 12 x 12. 8. ☐ Anexo formato digital. ☒ Forma PCT/IB/306. Notificación correspondiente a la inscripción del cambio de dirección del solicitante SILICA DE PANAMA S.A.	Documentación Jurídica 9. ☐ Poderes, si fuera el caso. 10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante. 11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso. 12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso. 13. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar 14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$515.000. 15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 17. ☒ Comprobante de pago por 10 reivindicaciones adicionales a 10 por \$310.000.

FIGURA CARACTERISTICA

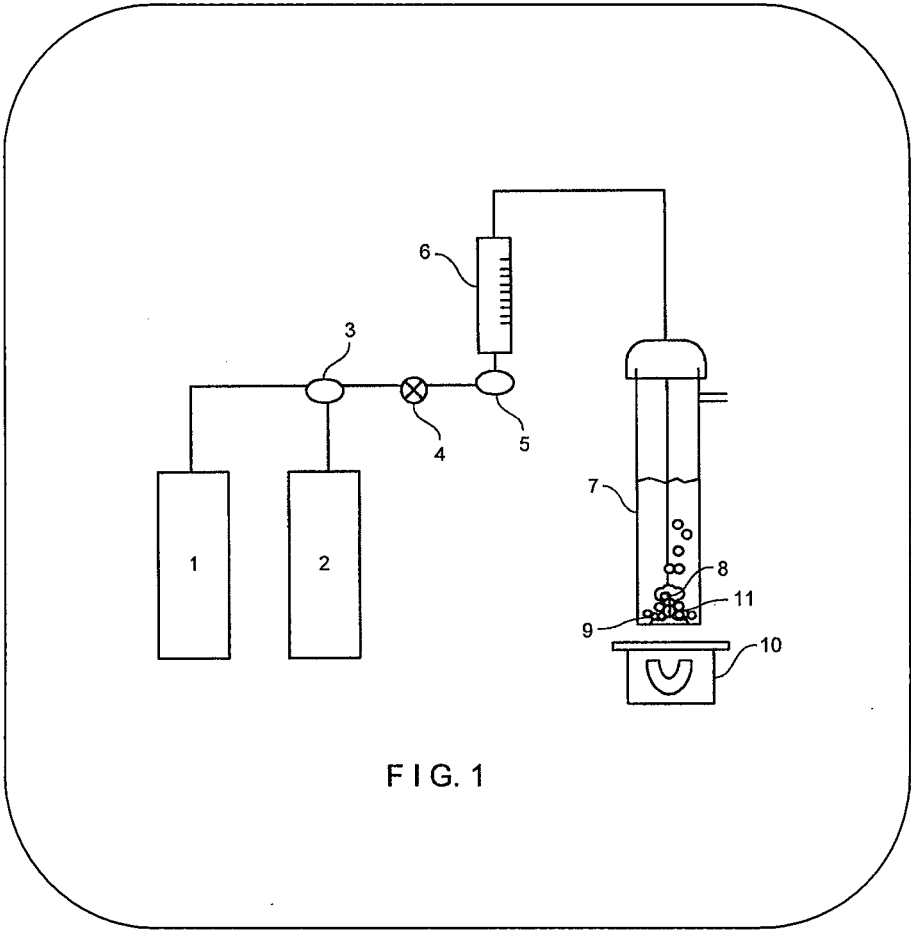


FIG. 1

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property
Organization
International Bureau

WIPO | PCT



(10) International Publication Number

WO 2013/014441 A1

- (51) International Patent Classification:
C01D 7/00 (2006.01) C01F 11/18 (2006.01)
- (21) International Application Number:
PCT/GB2012/051772
- (22) International Filing Date:
24 July 2012 (24.07.2012)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
13/136,153 25 July 2011 (25.07.2011) US
- (71) Applicant (for all designated States except MW, US):
SILICA DE PANAMA S.A. [PA/PA]; Calle Los Millionarios, Quinta Cochez, El Valle de Anton (PA).
- (71) Applicant (for MW only): BENSON, John [MW/GB]; 14 South Square, Gray's Inn, London London WC1R 5JJ (GB).
- (72) Inventors; and
- (75) Inventors/Applicants (for US only): LUJANO, Juan [VE/VE]; Centro Banaven (Cubo Negro), Torre A, piso 2, Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanizacion, Chuao, Caracas, 1061 (VE). REVETE, Javier [VE/VE]; Centro Banaven (Cubo Negro), Torre A, piso 2, Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanizacion, Chuao, Caracas, 1061 (VE).

- VALENCIA, Norma [VE/VE]; Centro Banaven (Cubo Negro) Torre A, piso 2, Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanizacion, Chuao, Caracas, 1061 (VE). RIVAS, Louis [VE/VE]; Centro Banaven (Cubo Negro) Torre A, piso 2, Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanizacion, Chuao, Caracas, 1061 (VE). SOCORRO, Nelson [VE/VE]; Centro Banaven (Cubo Negro) Torre A, piso 2, Ofic A-22 Avenida La Estancia, Urbanizacion, Chuao, Caracas, 1061 (VE).
- (74) Agent: BENSON, John; J A Kemp & Co, 14 South Square, Gray's Inn, London London WC1R 5JJ (GB).
- (81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

[Continued on next page]

(54) Title: CONVERSION OF GASEOUS CARBON DIOXIDE INTO AQUEOUS ALKALINE AND/OR ALKALINE EARTH BICARBONATE SOLUTIONS

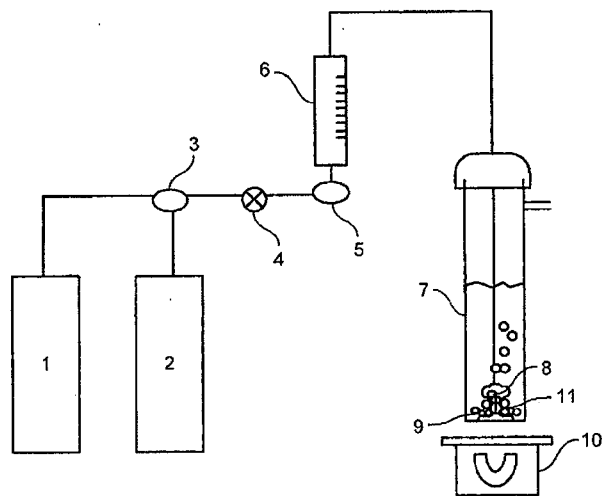


FIG. 1

(57) Abstract: A material with cationic exchanger properties is introduced into aqueous media, where the equilibriums of carbon dioxide dissolution take place. A cationic exchanger material $x/nMw E_x^-$ is used to capture hydronium cations (H_3O^+) according to: $x/nM^{+n} E_x^- (s) + x H_3O^+ (aq) = xH_3O^+ E_x^- (s) + x/nM^{+n} (aq)$ where "x" stands for molar amount of the anionic centers of charge of the cationic exchanger material E_x^- balanced by x/n molar amount of metal M, "n" stands for the metal valence, and M is selected from the group consisting of 1A and/or 2A of the periodic table of elements. This capture of the hydronium cations, H_3O^+ , shifts certain reaction equilibriums to the right, according to Le Chatelier's principle, producing more bicarbonate, HCO_3^- , and/or carbonate, CO_3^{2-} , than would otherwise be obtained.

**CONVERSION DE DIOXIDO DE CARBONO GASEOSO EN SOLUCIONES
ACUOSAS DE BICARBONATO ALCALINO Y/O ALCALINOTERREO**

Campo de la Invencion

5 La presente invención se refiere a la conversión de
dióxido de carbono gaseoso en una solución acuosa de
soluciones de bicarbonato alcalino y/o alcalinotérreo útiles
para la producción de bicarbonatos alcalinos sólidos,
carbonatos alcalinos, y/o carbonatos alcalinotérreos. En una
10 modalidad preferida, la invención implica convertir una
corriente de alimentación de dióxido de carbono de
invernadero gaseoso en una solución de bicarbonato alcalino
y/o alcalinotérreo usando materiales intercambiadores
catiónicos inorgánicos regenerables sólidos, específicamente
15 ya sea silicoaluminatos cristalinos o amorfos.

Antecedentes de la Invencion

La mayoría de los bicarbonatos y carbonatos
alcalinos sólidos se obtienen de sus soluciones acuosas, por
cualquier proceso de evaporación o cristalización. Estos
20 bicarbonatos y carbonatos tienen numerosas aplicaciones en la
vida diaria. Para ser mencionado, dos de la mayoría usados
son carbonato de sodio y bicarbonato de sodio.

El bicarbonato de sodio (NaHCO_3) es uno de los
productos químicos más ampliamente usado en el mundo. Es
25 usado en la cocina como un agente de fermentación; en

REF.: 246297

medicina como un antiácido para tratar formas crónicas de acidosis metabólica y en resucitación cardiopulmonar; en defoliantes de piel, pastas dentales, agentes de limpieza, extinguidores de incendios químicos, y fungicidas; para el control biológico de aguas residuales; y como un agente de teñido en la industria textil.

Otro material álcali, sintéticamente derivado de soluciones acuosas de bicarbonato de sodio, es carbonato de sodio (Na_2CO_3) o ceniza de sosa, el cual es usado en grandes cantidades en la elaboración de vidrio, silicatos de sodio, jabones y detergentes, y para la desulfurización de gases de combustión, entre otras cosas. El carbonato de litio y carbonato de potasio son usados en celdas de combustible de carbonato fundido. Los carbonatos de metal alcalinotérreo son ampliamente usados en la síntesis de cerámicas, como soportes catalíticos para la preparación de nanotubos de carbono, en la industria del papel, y para limpieza de superficies sólidas por rociado en seco. Todos estos bicarbonatos alcalinos y carbonatos alcalinos o alcalinotérreos son preparados usando su solución acuosa como materia prima. En particular, todos estos químicos de bicarbonato de sodio y carbonato de sodio son preparados usando una solución acuosa de bicarbonato alcalino o alcalinotérreo como materia prima.

La principal fuente que se origina naturalmente de bicarbonato de sodio es nahcolita (NaHCO_3), pero ocurre frecuentemente en asociación con mineral trona - dihidrato de

hidrogendicarbonato trisódico o sesquicarbonato de sodio ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Una forma para obtener una solución de bicarbonato de sodio es a través de una carbonación de una disolución de mineral trona, después de varios procesos para
5 eliminar las impurezas presentes en el trona. Sin embargo, las reservas de alta calidad de bicarbonato de sodio son distribuidas desigualmente alrededor del mundo y son un recurso mineral que está siendo agotado en gran medida. Se encuentran principalmente en Utah, California, Colorado y
10 Wyoming, lo cual hace a este recurso difícil de obtener en muchos países desarrollados y en desarrollo. De manera similar, las soluciones de bicarbonato de potasio se obtienen por burbujeo de dióxido de carbono en una solución de carbonato de potasio, como se describe en Ullmann's
15 Encyclopedia of Industrial chemistry, Vol A5, fifth edition. Wolfgang Gerhartz (ex Ed), pp 173-174. New York, 1986.

Una solución de bicarbonato de sodio se puede obtener a través del proceso Solvay usando dióxido de carbono. También llamado el proceso amoníaco-sosa, este es un
20 proceso principal convencional para producir una solución sintética de bicarbonato de sodio, la cual es la fuente para elaborar carbonato de sodio refinado, Na_2CO_3 (ceniza de sosa), bicarbonato de sodio refinado, NaHCO_3 , y ocasionalmente sesquicarbonato de sodio refinado, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. En el
25 proceso Solvay, el dióxido de carbono (CO_2) es disuelto en

agua que contiene amoníaco (NH_3) y cloruro de sodio (NaCl) para precipitar bicarbonato de sodio (NaHCO_3), el cual es entonces separado por filtración.

Convencionalmente, esto se lleva a cabo en dos etapas principales: El gas amoníaco es primero introducido en salmuera de cloruro de sodio, y solamente después, en otro aparato, se introduce gas de dióxido de carbono para hacer una solución saturada de bicarbonato de sodio, a partir de la cual precipita el bicarbonato. Aunque de las reacciones químicas involucradas pueden parecer simples, son complejas en realidad. Se desprende calor considerable durante la amoniación de la salmuera, y se requiere enfriamiento intenso para el grado necesario de saturación de amoníaco. La carbonación de salmuera amoniacal es también acompañada por el desprendimiento de calor considerable, de manera que el aparato debe ser enfriado con el fin de mejorar el rendimiento, y el enfriamiento debe ser controlado para formar cristales buenos. De este modo, el proceso es complejo e intensivo en el uso de energía

Debido al amoníaco, la solución obtenida de bicarbonato de sodio es contaminada con compuestos de amonio tales como carbonato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$), bicarbonato de amonio (NH_4HCO_3) y carbamato de amonio ($\text{NH}_4\text{COONH}_2$). La mayoría de estas impurezas terminan en el bicarbonato de sodio sólido final y proporcionan no apto para muchos usos, y son

requeridas etapas de refinación adicionales para ajustar la pureza, con respecto a la pureza del cloruro de sodio y dióxido de carbono usado.

Sin embargo, el proceso Solvay no es ecológicamente amistoso; el manejo y desecho seguro de corrientes residuales que contienen cloruro es uno de sus principales problemas. Y su costo es tan alto que muchas personas en economías desarrolladas no pueden proporcionar bicarbonato de sodio producido por este proceso.

En el ciclo natural del carbono, el agua de lluvia que cae, con su alta área de superficie, recoge el dióxido de carbono conforme desciende a través de la atmósfera. Cuando el agua de lluvia caída se mueve hacia abajo a través de la capa superior del suelo, puede adquirir cantidades adicionales de dióxido de carbono producido por la descomposición biológica de la materia orgánica. Todo el dióxido de carbono disuelto en agua produce un ácido carbónico débil, el cual puede reaccionar con depósitos de carbonato de calcio para producir bicarbonato de calcio, el cual es más soluble en agua que el carbonato de calcio. Este mecanismo incrementa el contenido de calcio en aguas subterráneas. Lo mismo se puede decir para depósitos de carbonato de magnesio, los cuales son también solubles en agua.

Este proceso natural establece el contenido típico de bicarbonato en los ríos dentro del intervalo de 30 mg/L

hasta 400 mg/L (Water Quality and Its Control, James C. Lamb
Mi. Chap 7, pp 131-135, John Wiley & Sons Inc. 1985). Para la
eliminación de bicarbonatos de calcio y magnesio para
ablandar el agua, una práctica antigua emplea materiales con
5 propiedades de intercambio catiónico. Tales materiales son en
general llamados "zeolitas", los cuales en su viejo lenguaje
de campo se refieren a una serie de materiales con diferentes
composiciones y estructuras, que incluyen arcilla
bentonítica, minerales sintéticos de tipo gel, lignita,
10 carbón bituminoso, asfaltos, y resinas sintéticas ("The
Chemical Process Industries" R. Norm Shrive, Chap. 4, pp 47-
50, 2° Ed. McGraw-Hill Book Company. 1956). La siguiente
reacción representa el uso de zeolita para ablandar agua que
contiene bicarbonato de calcio:



Una reacción similar puede ser escrita para otros
bicarbonatos encontrados en agua, tales como aquellos de
magnesio, calcio, etc.

Sin embargo, un proceso de conformidad con la
20 reacción anterior no es eficiente para producir grandes
cantidades de bicarbonato de sodio de aguas de ríos.
Considerando las bajas concentraciones de bicarbonato
mencionado anteriormente, podría requerir una cantidad basta
de tiempo para obtener una solución con una concentración
25 apreciable de bicarbonato de sodio. El bicarbonato de sodio

podría sin embargo ser altamente contaminado con bicarbonatos de otros cationes, tales como magnesio. También, debe tenerse en cuenta que es al menos un procedimiento de dos etapas, donde la primera etapa se lleva a cabo por dióxido de carbono
5 -natural capturado por la lluvia- y el segundo es un intercambio hecho por el hombre usando una zeolita de sodio.

En la Patente Estadounidense No. 2,392,575 fechada en 1946, Tiger et. al., describe una conversión matemática de dos etapas de sal común a bicarbonato de sodio (NaHCO_3) a
10 través de la reacción pura:



Esta reacción se realiza usando un hidrógeno insoluble "zeolita carbonácea" (lignita de sulfato tratada con ácido o carbón bituminoso) despojado de cationes
15 metálicos. Primero, una solución de cloruro de sodio se pasa a través de un lecho de tal zeolita carbonácea de hidrógeno. Un exceso de cloruro de sodio y ácido clorhídrico se produce, dejando una zeolita carbonácea de sodio. Segundo, el sodio es puesto en contacto con una solución presurizada de ácido
20 carbónico obtenido como un producto de combustión. La zeolita carbonácea de hidrógeno es regenerada, y se produce una solución diluta de bicarbonato de sodio.

La zeolita carbonácea de hidrógeno, la solución de cloruro de sodio, y la solución de ácido carbónico no pueden
25 ser puestas en conjunto en una etapa simple, debido a que el

intercambio de cloruro de sodio produce ácido clorhídrico (HCl), el cual, junto con la zeolita carbonácea de hidrógeno, la cual es también ácida, podría rápidamente descomponer el carbonato de sodio de la solución de ácido carbónico presurizado en gas de dióxido de carbono (Chemical Characteristics and Structure of Cracking Catalysts, A.G. Oblad, T.H. Milliken, Jr., and G.A. Mills in Advances in Catalysis vol. 3, p 204, Academic Press, 1965). El alto nivel de acidez (un pH de menos de 4) obstaculiza la formación de bicarbonato con respecto a la longitud de tiempo del contacto con la solución presurizada de ácido carbónico.

Existen varias desventajas con estas zeolitas carbonáceas de hidrógeno relativamente baratas: baja capacidad de intercambio catiónico (menos de 1 meq/g), pobre resistencia mecánica (no adecuada para presurización, burbujeo, o un lecho fluidizado), y pobre estabilidad química para álcalis (soluciones de bicarbonato de sodio o carbonato de sodio), de manera que las partículas de carbono entran en la solución de bicarbonato o carbonato y después se peptizan (F. Helfferich. ion Exchange. Chap 2, pp 17-18. Dover Publications Inc. 1995; M Kodama, N. Shimisu, et al. Carbon 28 (1): 199-205 (1990)). Otros tipos de materiales carbonáceos, que incluyen resinas de intercambio catiónico, tienen mejores propiedades, pero su costo inicial, (en dólares) de actualmente alrededor de \$10,000/m³, y costos de regeneración ambos afectan adversamente la economía.

Las alúminas de sílice amorfa y zeolitas cristalinas se vuelven disponibles alrededor de la mitad del siglo veinte. Sus formas de sodio son baratas, tienen alta capacidad de intercambio catiónico, y pueden ser usadas para
5 realizar el procedimiento descrito en la Patente Estadounidense No. 2,392,575. Para obtener la forma de hidrógeno de tales aluminosilicatos, primero la forma de sodio debe ser convertida en la forma amoniaca a través del intercambio iónico con una solución de sal de amonio y se
10 seca. Después, una etapa de calcinación a una temperatura dentro del intervalo de 400°C a 500°C produce la forma de hidrógeno del aluminosilicato, muy a menudo con severa pérdida de capacidad de intercambio catiónico. Solamente después de realizar estas etapas preparatorias puede ser
15 realizado el procedimiento de la Patente Estadounidense No. 2,392,575.

En este procedimiento, una solución de cloruro de sodio se pasa a través de un lecho permeable de la forma de hidrógeno de estos aluminosilicatos. Esto produce ácido
20 clorhídrico, el cual causa un ataque ácido destructivo en los aluminosilicatos y una descomposición del bicarbonato de sodio como se mencionó anteriormente. Así en este procedimiento, la forma de hidrógeno de estos aluminosilicatos no mejora la producción de una solución de
25 bicarbonato de sodio.

Los procesos de la técnica anterior para obtener soluciones de bicarbonato de sodio claramente dejan mucho más que desear.

Breve Descripción de la Invención

5 Un objetivo de la invención es obtener soluciones de bicarbonatos alcalinos y/o alcalinotérreos que están libres de impurezas, a partir de los cuales se pueden obtener químicos de alta calidad, incluyendo cualquiera de los siguientes:

- 10 • cristales de bicarbonato de sodio
- otros bicarbonatos alcalinos
- carbonato de sodio
- otros carbonatos alcalinos
- carbonatos alcalinotérreos

15 Otros objetivos de la invención incluyen la provisión de un procedimiento simple, económico y seguro para:

- capturar altos niveles de dióxido de carbono de invernadero de la atmósfera en cualquier lugar en la tierra y convertirlo en soluciones de bicarbonatos, de este modo
- 20 aliviando el efecto de actividad humana en climas globales;

- proporcionar una nueva fuente de químicos para remediación de arrecifes de coral, reducción de la acidez del agua, y tratamiento de materiales peligrosos;

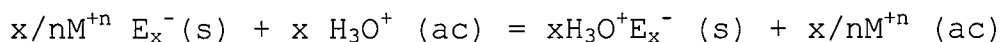
- separar dióxido de carbono de una mezcla de
- 25 gases; y

• producir bicarbonato solido alcalino, carbonato alcalino, y/o carbonatos alcalinotérreos para el mercado industrial.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un proceso para lograr los objetivos anteriores que toman
5 ventaja del costo relativamente bajo de cloruro de sodio y el excedente mundial de dióxido de carbono gaseoso.

Además, un objetivo de la invención es proporcionar un aparato para llevar a cabo el proceso de la invención.

Lo anterior y otros objetos se logran en una
10 modalidad preferida de la invención por un proceso que comprende introducir un material $(x/nM^{+n} E_x^-)$ con propiedades de intercambio catiónico en medio acuoso, donde el equilibrio de la disolución de dióxido de carbono toma lugar y se producen cationes de hidronio. El material de intercambio catiónico $(x/nM^{+n} E_x^-)$ captura
15 cationes de hidronio (H_3O^+) de conformidad con:



donde "x" significa la cantidad molar de los centros aniónicos de carga del material intercambiador catiónico E_x^- equilibrado por la cantidad molar x/n de metal
20 M, "n" significa la valencia del metal, y "M" se selecciona a partir del grupo que consiste de los elementos en 1A y/o 2A de la tabla periódica de los elementos.

Como se explica abajo, esto incrementa el rendimiento de los químicos deseados de conformidad con el
25 principio de Le Chatlier.

Breve Descripción de las Figuras

Un mejor entendimiento de los objetos, características y ventajas de la invención se puede ganar a partir de una consideración de la siguiente descripción
5 detallada de sus modalidades preferidas, en conjunto con las figuras adjuntas, en donde:

La Figura 1 es una vista esquemática de un aparato para llevar a cabo un proceso de conformidad con la invención;

10 La Figura 2 es un patrón de difracción de rayos-X de un material de intercambio catiónico de zeolita de tipo faujasita;

La Figura 3 es una imagen producida por un microscopio de barrido del electrón de microesferas del material de intercambio catiónico XC, que varía en tamaño
15 entre aproximadamente 5 pm y 100 pm;

La Figura 4 es una imagen de microscopio de barrido del electrón similar a la imagen en la Figura 3, pero a una escala más pequeña;

20 La Figura 5 muestra el patrón de difracción de rayos-X de una material de intercambio catiónico AC;

La Figura 6 muestra el patrón de difracción de rayos-X de un material de intercambio catiónico AX;

La Figura 7 muestra el patrón de difracción de rayos-X de un material de intercambio catiónico LTA;
25

La Figura 8 muestra el espectro infrarrojo-FT de materiales de intercambio catiónico AA y AX;

La Figura 9 muestra los rendimientos de bicarbonato de sodio para materiales de intercambio catiónico AA, AX, AX
5 y XC como una función de tiempo;

La Figura 10 muestra los rendimientos de bicarbonato de sodio para materiales AA y AC como una función del número de ciclos de intercambio catiónico; y

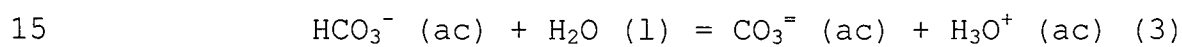
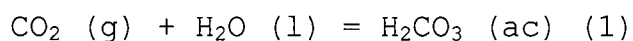
La Figura 11 muestra el patrón de difracción de
10 rayos-X de una mezcla de termonatrita ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) y carbonato de sodio (Na_2CO_3)

Descripción Detallada de la Invención

La presente invención hace uso de la química de carbonato que ocurre cuando el dióxido de carbono (CO_2) se
15 disuelve en agua a través de una serie de reacciones que proporcionan cationes de hidronio (H_3O^+) y aniones de bicarbonato (HCO_3^-) en medio acuoso. Si los cationes de hidronio (H_3O^+) son reemplazados por cationes alcalinos o cationes alcalinotérreos, se forma un bicarbonato alcalino o
20 alcalinotérreo. Esta invención toma ventaja de la propiedad de algunos materiales para intercambiar sus cationes alcalinos sin estructura por cationes de hidronio (H_3O^+) en medio acuoso, por lo tanto haciendo posible el reemplazo mencionado anteriormente. Estos bicarbonatos alcalinos y/o
25 alcalinotérreos, por ejemplo bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en

solución acuosa pueden ser recuperados del medio acuoso a través de evaporación, cristalización, separación de sólido-líquido y secado con el fin de obtener bicarbonato sólido alcalino o bicarbonato alcalinotérreo o mezclas de carbonatos y bicarbonatos adecuados para ser transformados en el carbonato de alta densidad de volumen más valioso.

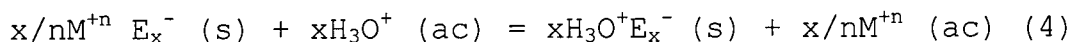
En medio acuoso (ac), existe un cambio de los equilibrios entre dióxido de carbono (CO_2), ácido carbónico (H_2CO_3), bicarbonato (HCO_3^-) y carbonato ($\text{CO}_3^{=}$), lo cual toma lugar cuando el dióxido de carbono gaseoso (g) se disuelve en agua líquida (l) de conformidad con las siguientes reacciones:



Se observa que la disociación de ácido carbónico (H_2CO_3) en la reacción (2) y disociación de anión de bicarbonato (HCO_3^-) en la reacción (3) ambos proporcionan el catión hidronio (H_3O^+), el cual puede ser intercambiado en el medio acuoso.

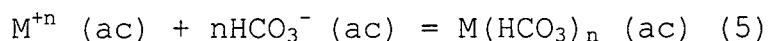
La invención involucra introducir un material $\text{x/nM}^{+n} \text{E}_\text{x}^-$ con propiedades de intercambio catiónico en el medio acuoso, donde el equilibrio de la disolución de dióxido de carbono toma lugar, y los cationes de hidronio (H_3O^+) son capturados por el material sólido (s) de intercambio

catiónico E_x^- descrito en la presente, de conformidad con:



donde "x" significa la cantidad molar de los centros aniónicos de carga del intercambio catiónico E_x^- equilibrado por la cantidad molar x/n del metal M, "n" significa la valencia del metal, y "M" se selecciona a partir de los elementos en el grupo 1A y/o 2A de la tabla periódica de los elementos.

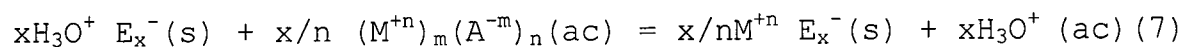
Esta captura de los cationes de hidronio, H_3O^+ , cambia los equilibrios expuestos en las reacciones (2) y (3) a la derecha, de conformidad con el principio de Le Chatelier, produciendo más bicarbonato, HCO_3^- , y/o carbonato, $CO_3^{=}$, ambos de los cuales pueden ser combinados con especies acuosas de metal, M^{+n} , con el fin de producir bicarbonatos útiles de conformidad con:



Posteriormente, una solución acuosa de bicarbonato metálico se separa del material de intercambio catiónico por cualquiera de los métodos de separación de líquido/sólido de la técnica. Esta solución acuosa puede sufrir cualquier proceso de cristalización conocido o por ser descubierto en la técnica para producir un precipitado de bicarbonato y/o carbonato, el cual es entonces lavado y secado.

El material intercambiador catiónico puede ser regenerado por intercambio iónico con una solución insaturada

de sal iónica de metal M^{+n} , reemplazando los cationes de hidronio, H_3O^+ , en el material intercambiador catiónico usado, $xH_3O^+ E_x^-$, por cationes M^{+n} nuevos, haciendo el material intercambiador catiónico usado, $xH_3O^+ E_x^-$, adecuado para
 5 reciclaje, de conformidad con:



donde A^{-m} significa el anión de la valencia "m" seleccionado a partir del grupo que consiste de cloruros, sulfatos, nitratos, α -hidroxicarboxilatos, o-
 10 hidroxibenzoatos, carboxilatos, inhibidores de la corrosión de tipo amina, polifosfatos, y hexametafosfatos.

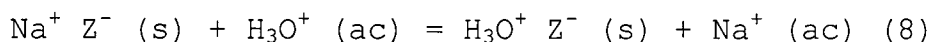
También es deseable en esta invención proporcionar, además del material de intercambio catiónico, x/nM^{+n} , otros tipos de materiales sólidos que pueden mejorar la
 15 transferencia de dióxido de carbono a partir de la fase gaseosa a la fase acuosa. Los materiales sólidos pueden ser sílices, alúminas, titanias, circonias, óxidos de hierro, oxo-hidróxidos de los mismos, carbonos y catalizadores biológicos como anhidrasa carbónica así como también sus
 20 mezclas, sean cristalinas y/o amorfas, siempre que estos sólidos tengan un área de superficie específica de al menos $0.1 \text{ m}^2/\text{g}$.

Más particularmente, esta invención está relacionada con el uso de materiales de aluminosilicato
 25 alcalinos y/o alcalinotérreos con propiedades de intercambio

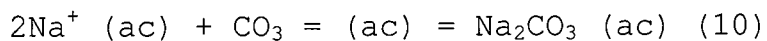
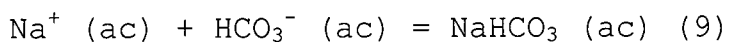
catiónico tales como zeolitas cristalinas y alúminas de sílice amorfas. Los aluminosilicatos cristalinos preferidos son zeolitas de relación molar de silicio-a-aluminio inferior de 100 como un material de intercambio catiónico, especialmente con sodio LTA (Linde Tipo A) zeolita y zeolitas de sodio del grupo de faujasitas (zeolitas X y Y), zeolita P, clinoptilolitas, mordenitas, ZSM-5, mutinaita y mezclas de las mismas.

Por ejemplo, esta invención está relacionada con el uso de formas alcalinas de materiales de aluminosilicato cristalino y/o amorfo en los cuales los átomos distintos de aluminio y silicio son sustituidos por algunos átomos de aluminio (por ejemplo, fierro) y silicio (por ejemplo, germanio) en la coordinación tetrahédrica.

Si el trabajo se hace con un material de zeolita de sodio ($\text{Na}^+ \text{Z}^-$), los cationes de hidronio, H_3O^+ , viene de las disociaciones de ácido carbónico y bicarbonato, ya que en las reacciones (2) y (3), son tomados por la zeolita de sodio, y el catión de estructura adicional de sodio de la zeolita es reemplazado por el catión de hidronio, cambiando el equilibrio como sigue:



Los cationes de sodio ahora en el medio acuoso pueden combinarse con los bicarbonatos, HCO_3^- , y carbonatos, CO_3^{2-} , también presentes en este medio acuoso, de conformidad con:



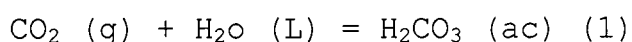
El bicarbonato de sodio, NaHCO_3 , y/o carbonato de sodio, Na_2CO_3 , son entonces precipitados usando cualquier
5 proceso conocido o por ser descubierto en la técnica.

La presente invención de este modo proporciona un método para producir soluciones acuosas de bicarbonato de sodio que pueden ser procesadas para proporcionar bicarbonato de sodio sólido, carbonatos de sodio y sus mezclas. Esto se
10 realiza poniendo en contacto una suspensión acuosa de un material de intercambio catiónico con una corriente de dióxido de carbono en una cantidad y por un tiempo suficiente para provocar que el dióxido de carbono se disuelva en la suspensión acuosa para producir cationes de hidronio (H_3O^+) y
15 aniones de bicarbonato (HCO_3^-). El material intercambiador catiónico toma los cationes de hidronio (H_3O^+) del medio acuoso y libera los cationes de sodio a la suspensión acuosa. Entonces el líquido puede ser separado del material intercambiador sólido y transportado a un evaporador o
20 cristalizador o cualquier otro dispositivo donde el bicarbonato de sodio sólido (NaHCO_3), o carbonato de sodio o sus mezclas se obtienen.

El material intercambiador catiónico usado es regenerado poniendo en contacto este material con una
25 solución de cloruro de sodio por un tiempo adecuado, a

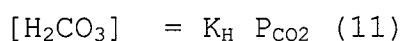
temperatura por debajo de 100 °C, para provocar el reemplazo de sodio en el material intercambiador catiónico. Finalmente, el material intercambiador catiónico es lavado y reutilizado.

La importancia de la presión de dióxido de carbono a la concentración de bicarbonato en la fase líquida se reconoce. La disolución del dióxido de carbono (CO₂) es de transferencia de masa limitada, y por lo tanto la reacción (1) parece lenta.



La mayoría del CO₂ existe en solución como CO₂ disuelto y no como H₂CO₃ como se muestra en la reacción (1), pero esto no afecta la química, y la reacción (1) es conceptualmente simple.

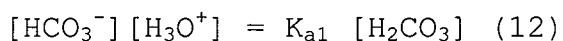
La concentración de H₂CO₃ en solución está relacionada con la presión parcial de CO₂ arriba de la solución (P_{CO2}) por la reacción (11) donde K_H es la constante de la Ley de Henry



El ácido carbónico se ioniza en agua vía la reacción (2). Esta reacción es esencialmente instantánea.



Las concentraciones de las varias especies están relacionadas por la reacción (12). K_{a1} es la primera constante de acidez de ácido carbónico.



La expresión para $[H_2CO_3]$ encontrada en la reacción (12) puede ser sustituida en la reacción (1), y el resultado reacomodado para proporcionar la reacción (13). La reacción (13) demuestra que la concentración de bicarbonato depende del pH y presión parcial de CO_2

$$[HCO_3^-] = \frac{K_{a1}K_H P_{CO_2}}{[H_3O^+]} \quad (13)$$

Existen muchas composiciones de materia con propiedades de intercambio catiónico, por ejemplo, formas amorfas y cristalinas de sales de ácido de metal tetravalente, en general llamadas sales únicas, con la fórmula general: $M(IV)(HXO_4)_2 \cdot n H_2O$, donde M representa Zr(IV), Ti(IV), Sn(IV), etc; y X representa P, W, Si, Mo, Se, As, etc. Todavía otros materiales de silicoaluminato naturales pueden ser usados, tales como: geles de sílice catiónicos; feldespatos; arcillas del grupo de caolinita, haloisitas, esmectitas (bentonitas, montmorillonitas), ilitas, vermiculitas, cloritas, sepiolitas, atapulgitas, paligorskitas y sus mezclas. Preferiblemente, sin embargo, la invención se lleva a cabo con composiciones sintéticas de silicoaluminato alcalino o alcalinotérreo con alta capacidad de intercambio catiónico debido a que son fácilmente y económicamente disponibles en el mercado actual, y los procesos a escala son bien conocidos.

La invención puede llevarse a cabo con intercambiadores cuyos cationes intercambiables son elementos del grupo 2A de la tabla periódica. Sin embargo, el intercambio de cationes univalentes en solución, tales como [H₃O⁺], con cationes polivalentes, como en el caso de cualquiera de los elementos en el grupo 2A de la tabla periódica, requiere una concentración alta inicial de cationes de [H₃O⁺] en la fase acuosa y toma un tiempo relativamente largo, debido a la afinidad del material intercambiador catiónico para cationes polivalentes.

Otro problema es que los bicarbonatos alcalinotérreos pueden producir cationes prácticamente insolubles y precipitar sobre el material intercambiador de catión durante el proceso de la conversión de dióxido de carbono, llevando a problemas de ensuciamiento. Otros tipos de cationes intercambiables son aquellos de la primera serie de metales de transición, cuyos bicarbonatos, por ejemplo, bicarbonato de níquel, se pueden obtener usando esta invención. Sin embargo, la mayoría de estos cationes posee problemas de disposición.

Algunas de las muchas ventajas de la invención se describen abajo.

El exceso de dióxido de carbono en la atmósfera es un problema que la presente invención puede atender. El

consenso entre los científicos atmosféricos es que las actividades de los humanos están afectando el clima del planeta, principalmente por la producción de gases de invernadero. Mientras algunos argumentan que la Tierra está
5 siendo vencida por una nueva Edad de Hielo, se reconoce en general que, aún si esto es así en una escala de tiempo geológico, la amenaza inmediata, digamos para el resto del siglo 21 o aún durante varios siglos, no es enfriando, sino el calentamiento global, aumento de los niveles del mar, y
10 cambio de los patrones climáticos resultantes. El calentamiento global provoca que las especies de flora y fauna que se han adaptado durante largos periodos a un nicho ecológico particular se retiren a elevaciones y altitudes superiores. Pero no existe retiro arriba de las cimas de las
15 cordilleras o más allá de los polos de la Tierra. El calentamiento global por sí mismo, sin considerar efectos secundarios tales como aumento de los niveles del mar y cambio de los patrones del clima, probablemente provocará la extinción de muchas especies.

20 El principal gas de invernadero en términos de efecto en el clima es el dióxido de carbono; el vapor de agua es el segundo más importante. El aumento de las temperaturas globales debido al exceso de dióxido de carbono atmosférico incrementa el vapor de agua en la atmósfera, provocando un
25 bucle de retroalimentación positivo.

El dióxido de carbono es producido por la quema de combustibles fósiles y otros materiales combustibles y por la descomposición de carbonatos en las industrias del cemento, vidrio, sílice y silicato. Los sensores de la cima Mauna Loa en Hawaii revelan, como se reportó por el New York Times el 22 de diciembre de 2010, que no solamente el nivel de dióxido de carbono está aumentando inexorablemente, sino también el ritmo de tal aumento se está acelerando. Por finales del siglo, los niveles de dióxido de carbono atmosférico pueden ser el doble de aquellos antes de la Revolución Industrial.

Los gases de invernadero, que incluye particularmente dióxido de carbono, poseen una amenaza que debe ser atendida. Las etapas que se están tomando se están quedando cortas de lo que se necesita. Varias medidas, que incluyen límites máximos y comercio, estándares de CAFE más estrictos, tratados internacionales y la conservación voluntaria, han cubierto grados variantes de aceptación y resistencia por los gobiernos y ciudadanos privados.

Estas consideraciones demuestran la necesidad de un procedimiento de bajo costo que puede ser acoplado con industrias que emiten dióxido de carbono para capturar dióxido de carbono y convertirlo en compuestos que poseen poco o ningún peligro al ambiente. De conformidad con la presente invención, es posible tomar emisiones de dióxido de carbono, para fijar el dióxido de carbono usando una solución

acuosa de bicarbonato, y suministrar esta solución a un arrecife de coral, donde puede ser fijada como carbonato en un esqueleto calcáreo. Existe evidencia de que las soluciones de bicarbonato de sodio son útiles para promover el crecimiento del coral (por ejemplo, Francesca Marubini and Brenda Thake, *Limnology and Oceanography*, vol. 44, No 3. Parte 1, pp 716-720, Mayo 1999), lo cual también debe ser útil para la remediación de acidez del agua de los arrecifes de coral.

10 Para disminuir las emisiones de dióxido de carbono a partir de la quema de combustibles fósiles, otra posibilidad es enviar soluciones de bicarbonato a un biorreactor como un nutriente para algas u hongos haciendo biocombustibles o biogas libre de azufre o nitrógeno. Todavía
15 otra posibilidad es la conversión de esta solución de bicarbonato en algún otro compuesto químico. En este contexto, existe una búsqueda incipiente acerca de la conversión catalítica de bicarbonato de sodio en ácido fórmico (Bing Wu et al. *Catalysis Today*. 148: 405-410
20 (2009)), el cual es un químico básico importante para desinfectantes biodegradables, donde se busca el impacto ambiental más bajo y no se permiten residuos. También se usa como un preservativo y agente antibacteriano, en la manufacturación de caucho natural, como un bloque de
25 acumulación de químico en las industrias química y

farmacéutica, y como un solvente no inflamable para el almacenamiento de hidrógeno. También, la solución de bicarbonato de sodio es una materia prima para otros productos químicos importantes que incluyen
5 etilclorocarbonato, dietilcarbonato, y urea.

En la regeneración del intercambiador catiónico, el anión de la sal regenerante termina como un ácido. Si la sal es cloruro de sodio o sulfato de sodio (Na_2SO_4), el ácido es ácido clorhídrico o ácido sulfúrico, respectivamente. Si la
10 sal común (NaCl) y agua de buena calidad son usados en la regeneración del material intercambiador catiónico, y siempre que este NaCl sea separado de la solución de ácido si es el caso, se puede obtener un ácido clorhídrico de buena calidad, valioso. Este ácido es un químico importante en numerosas
15 aplicaciones, por ejemplo produciendo pozos de petróleo de acidificación y cloruros. El ácido clorhídrico puede ser capturado por arcillas ricas en fierro para producir químicos para tratamiento de aguas tales como cloruro de fierro (III) y cloruro de polialuminio. El anterior es usado en la
20 industria de la electrónica, en la reducción de minas y refinación para la producción de estaño y tántalo, como un agente de decapado y de limpieza de metal, para ajuste de pH, y en general para limpieza. También se usa para galvanoplastia, remoción de incrustaciones de calderas,
25 neutralización de sistemas básicos, agua desionizada para las

industrias de alimentos y farmacéuticas, haciendo más espacio en reservorios de aceite y gas agotados, para secuestro de dióxido de carbono, manufacturación de fertilizantes y tintes, e hidrolización del almidón y proteínas en la
5 preparación de varios productos alimenticios; como un reactivo de laboratorio, catalizador y solvente en varias síntesis orgánicas; y en las industrias fotográficas y textiles.

De conformidad con la invención, un procedimiento
10 simple para secuestrar dióxido de carbono en solución de bicarbonato puede ser acoplado con una instalación que emite dióxido de carbono para mitigar la emisión de dióxido de carbono en la atmósfera y reciclar las materias primas usadas. Un ejemplo es la precipitación de sílice a partir de
15 silicato de sodio, en este proceso, se usa carbonato de sodio (Ca_2CO_3), y se generan cantidades significantes de dióxido de carbono. De conformidad con la invención, este dióxido de carbono puede ser fijado como una solución de bicarbonato y después transformado en carbonato de sodio sólido. El sulfato
20 de sodio o cloruro de sodio presente en el filtrado líquido debido a la precipitación de sílice entra en contacto con la forma de hidrógeno usada del material intercambiador catiónico y de este modo regenera el material intercambiador catiónico y restaura ya sea el ácido clorhídrico o ácido
25 sulfúrico al proceso. En esta forma, una disminución en las

emisiones de dióxido de carbono se puede lograr a través del reciclaje de los ácidos y el carbonato de sodio.

De conformidad con la invención, la solución de ácido que viene de la etapa de regeneración del material
5 intercambiador de catión usado puede ponerse en contacto con una solución básica cuyo material pertenece al grupo 1A o 2A de la tabla periódica y es preferiblemente el mismo metal como el metal de intercambio del material intercambiador catiónico. Esta reacción de neutralización produce la sal
10 usada como regenerante más agua, la cual puede ser recuperada de manera separada por cualquier método conocido de separación física. Tal solución básica se puede obtener disolviendo en agua un hidróxido de metal sólido de los grupos mencionados anteriormente, hasta un pH conveniente
15 entre 7.5 y 12. Sin embargo, se sabe que ciertos aluminosilicatos alcalinos (zeolitas ricas en aluminio, feldespatos) o suspensiones tratadas hidrotérmicamente de gel de sílice alcalino tienen la propiedad de hidrolizar el agua, produciendo en consecuencia una solución básica alcalina que
20 tiene un pH entre 8 y 11. Esta solución básica puede ser separada de los materiales de aluminosilicato o gel de sílice alcalino y puesta en contacto con la solución ácida que viene de la etapa de regeneración del material intercambiador catiónico usado. La solución básica entonces neutralizará la
25 solución ácida y proporcionará una solución de la sal

regenerante que puede ser sometida a ciclos con el ajuste apropiado de la concentración. Como se puede ver, una materia prima para esta invención puede ser algo tan abundante en la naturaleza como el dióxido de carbono en la atmósfera y tan barata como la sal común.

Los siguientes ejemplos transmitirán además un entendimiento de la invención.

Los procedimientos analíticos usados en todos los ejemplos son como sigue:

10 La Capacidad de Intercambio Catiónico (CEC, por sus siglas en inglés), expresada como la relación de miliequivalentes de hidrógeno (meq) a la masa de base seca (g) de la muestra de materiales sintetizados así como también materiales comerciales, se evaluó por titrimetría. Un tamaño
15 de muestra de 0.5 g de base seca se usó en todas las determinaciones. En un matraz cónico de 250 mL se colocó una cantidad de la muestra junto con una barra magnética. Después se agregaron 50 mL de ácido clorhídrico 0.1N. El sistema se agitó a temperatura ambiente por al menos una hora. Después
20 de esto, la agitación se detuvo, y la sedimentación se continuó hasta que se obtuvo una solución transparente. Una alícuota de 25 mL de la solución del sobrenadante se tomó a otro matraz cónico de 250 mL, y se agregaron 25 mL de agua desmineralizada. Esta solución se tituló con una solución de
25 0.1 N de hidróxido de sodio, usando un indicador mezclado de

azul de metileno - rojo neutral que proporciona un cambio de color fuerte del azul-violeta a verde a pH 7. Finalmente, los miliequivalentes de ácido consumidos son calculados como la diferencia entre los miliequivalentes de ácido inicial y final. La CEC es la relación de esta diferencia a la masa de base seca.

Para la determinación del bicarbonato alcalino o el bicarbonato alcalinotérreo en el filtrado, el método usado es aquel descrito en Hamilton, L. F. et al. (Calculations of Analytical Chemistry, pp 190 - 195. McGraw-Hill Book Company, Seventh Edition, 1969). Previamente, la presencia de carbonato en la solución es probada con una prueba de fenolftaleína. Es positiva para carbonato si es uno rosa y negativa si es incolora. La solución de bicarbonato alcalino o bicarbonato alcalinotérreo es titulada con una solución 0.1 N de ácido clorhídrico usando un indicador mezclado de anaranjado de metilo - carmín índigo, el cual cambia de verde a magenta con un color gris neutral a un pH de aproximadamente 4. Debido a la hidrólisis, la suspensión de material intercambiador de catión inicial es básica, y se toma una pequeña cantidad de dióxido de carbono atmosférico. Por lo tanto, los resultados reportados en los ejemplos son el rendimiento neto de bicarbonato.

En todos los ejemplos, considerando la CEC (meq/g), la basa de base seca en gramos (Mzd) del material

intercambiador catiónico probado es tal que la masa del bicarbonato alcalino o bicarbonato alcalinotérreo producido en la solución es 2.5 g. Es decir, este valor representa 100% del rendimiento si todos los equivalentes del material intercambiador catiónico son intercambiados, de acuerdo con:

$$Mzd (g) = 1/CEC * 1000 * 2.5 * 1/84.01 \quad (14)$$

La masa de base húmeda del material intercambiador catiónico en gramos (Mzw) es de conformidad con la siguiente reacción

$$Mzw (g) = Mzd/1 - (LOl/100) \quad (15)$$

donde LOl es el porcentaje de pérdida de masa del material de intercambio catiónico tomada a una temperatura arbitraria de 700°C.

La Figura 1 muestra el aparato adecuado para llevar a cabo el proceso de la invención. En un matraz lavado de gas de pared limpia 7, se cargó una cantidad de material intercambiador catiónico 11. En el matraz 7 se agregó agua desmineralizada previamente ebullicida y templada a temperatura ambiente, para dar una suspensión agitada usando una placa agitadora magnética 10 y una barra magnética 9. La relación de volumen de agua-al-material intercambiador catiónico es 0.5 a 10, y se llenan de 50% a 80% del volumen total del matraz 7. La válvula de encendido/apagado 4 se abre, una corriente de gas de nitrógeno de una fuente 2 se deja fluir a una velocidad de 50 ml/min a 500 ml/min, como se mide por el

rotámetro 6, y un difusor de gas 8 se introduce en el matraz 7. El tiempo de flujo del nitrógeno es desde 5 minutos hasta 60 minutos. Después un cambio en la válvula de tres vías 3 permite un flujo de gas de dióxido de carbono de la fuente 1 a una velocidad de 100 ml/min hasta 1 L/min; el tiempo de flujo de gas de dióxido de carbono es de 5 minutos hasta 1 hora.

Después de este tiempo del intercambiador catiónico, el flujo de gas del dióxido de carbono se reduce por medio de válvula de control de flujo 5, y el difusor de gas 8 se remueve del matraz 7. La suspensión del material intercambiador catiónico se descarga en un dispositivo de filtración Büchner, donde se obtiene un filtrado de solución líquida de bicarbonato de sodio. El material intercambiador catiónico se lava al menos una vez con agua desmineralizada caliente a una temperatura entre 30° C y 50° C, de manera que la relación de volumen del agua-a-material intercambiador catiónico es entre 1 y 20. El filtrado completo es transportado a un dispositivo de evaporación, donde finalmente un bicarbonato sólido alcalino, carbonato alcalino, y/o carbonato alcalinotérreo y sus mezclas se obtienen.

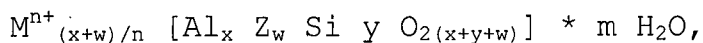
El material intercambiador catiónico usado es regenerado por contacto con una solución de sal soluble alcalina y/o alcalinotérrea, de manera que la solución tiene

una a diez veces los miliequivalentes de intercambio de la masa del material intercambiador catiónico usado, a temperatura desde 30° C hasta 100° C por al menos 5 minutos, y una relación de líquido a sólido entre 0.5 y 10.

5 Inmediatamente después que el material intercambiador catiónico se separa de la solución regenerante, el sólido es lavado al menos una vez con agua desmineralizada caliente a una temperatura entre 30° C y 100° C. La relación de volumen de agua-a-material intercambiador catiónico es entre 1 y 20.

10 Opcionalmente, el sólido se seca por al menos 1 hora (1 h) a una temperatura de al menos 80° C. Este material intercambiador catiónico seco y regenerado se usa nuevamente para un nuevo intercambiador catiónico con ácido carbónico.

De conformidad con la invención se puede emplear, como material intercambiador catiónico, $x/nM^{n+} E_x^-$, donde su composición de materia es un silicoaluminato o silicoaluminato sustituido representado por la fórmula empírica general



20 donde: "M" significa un metal intercambiable sin estructura del grupo 1A y/o 2A, "n" significa la valencia del metal, "x" significa la relación molar de los centros aniónicos del aluminio tetrahédrico, "w" significa la relación molar de los centros aniónicos del tetrahédrico "Z",

25 "Z" significa todos los elementos de la primera serie de

metales de transición, Zr, Nb, y elementos de los grupos 5A y 3A de la tabla periódica, "y" significa la relación molar de los centros no aniónicos de sílice tetrahédrico, $(x + w)/n$ es el número de cationes intercambiables de valencia n, y "m" significa el número de moléculas de agua adsorbidas en las superficies externas e internas del material intercambiador catiónico sólido, de manera que: $x + w \neq 0$; $x + w \leq y$ e $y/(x+w) < 100$.

También está dentro del alcance de la invención detectar un patrón de difracción de rayos-X de la composición de materia.

Los siguientes ejemplos experimentales demuestran el proceso más específicamente y soportan las reivindicaciones de la presente invención. Los experimentos son citados solamente como ejemplos y no por medio de limitación, y el campo de la invención no está en ninguna forma restringido o limitado por estos ejemplos.

Ejemplo 1

Un blanco o corrida de control se hizo sin algún material intercambiador catiónico. En un matraz lavado de gas de 250 mL de pared limpia 7, se agregaron 150 mL de agua desmineralizada previamente ebullicida y templada a temperatura ambiente. La válvula de encendido/apagado 4 se abrió, una corriente de gas de nitrógeno que viene de la fuente 2 a una presión de 0.98 kg/cm² (14 psig) se dejó fluir a una

velocidad de al menos 250 mL/min, y un difusor de gas (8) se introdujo en el matraz 7. El tiempo de flujo de nitrógeno fue al menos 5 minutos. Entonces un cambio en la válvula de tres vías 3 permitiendo un flujo de gas de dióxido de carbono de 0.07 kg/cm² (1 psig) de la fuente 1 a una velocidad de al menos 250 mL/min. El tiempo del flujo del gas de dióxido de carbono fue 30 minutos a temperatura ambiente.

La cantidad de bicarbonato (como anión) formada fue 238 mg/L usando el procedimiento analítico previamente mencionado.

10

Ejemplo 2

En este ejemplo se examinó un material intercambiador catiónico en forma de sodio XC. Esta es una microesfera comercial de zeolita X tipo faujasita, cuyo patrón de difracción de rayos X se muestra en la Figura 2. La relación de silicio-a-aluminio (mol/mol) dada por análisis químico y área de superficie BET específica (S) se muestra en la tabla 1 del ejemplo 3. La Figura 3 representa una fotografía del microscopio de barrido del electrón que presenta una vista general de las microesferas del material XC, que varía en tamaño entre aproximadamente 5µm y 100 µm. La Figura 4 muestra una fotografía del microscopio de barrido del electrón de las microesferas de este material intercambiador catiónico XC.

20

En un matraz lavado de gas de pared limpia 7, se cargó una masa de material intercambiador catiónico XC, y se

25

llevó a cabo el procedimiento descrito en el ejemplo 1. El tiempo de flujo del gas de dióxido de carbono fue también 30 minutos.

Usando el procedimiento analítico previamente mencionado, la cantidad del bicarbonato (como anión) formada fue 427 mg/L, y la prueba de fenolftaleína para carbonato fue negativa.

Este material intercambiador catiónico usado de conformidad con la invención es uno con el rendimiento más bajo de bicarbonato de sodio de todos los materiales intercambiadores catiónicos probados; sin embargo, el rendimiento es casi dos veces aquel del blanco o corrida de control, indicando que el equilibrio hacia la formación de bicarbonato se cambia por la introducción de un material intercambiador catiónico en el medio acuoso, donde simultáneamente la disolución del dióxido de carbono está tomando lugar.

Ejemplo 3

Este ejemplo examina varios materiales intercambiadores catiónicos en forma de sodio del tipo aluminosilicato. Además del intercambio catiónico descrito en el ejemplo 2, las características de otros se muestran en la Tabla 1 abajo. La Figura 5 muestra un patrón de difracción de rayos-X del material AC, el cual representa una zeolita A típica. El material AC comprende una serie de microesferas

con una distribución de tamaño similar a aquella mostrada en la Figura 3. Los materiales AA y AX son ambos materiales amorfos de rayos-X cuyos patrones se muestran en las Figuras 6 y 7 respectivamente. Estos materiales se obtienen a partir de geles típicos para la síntesis de zeolitas A y X respectivamente, pero sus síntesis son apagadas antes de las etapas de crecimiento de cristal para obtener núcleos pequeños y así una mayor superficie externa. La Figura 8 muestra el espectro infrarrojo de materiales AA y AX en el intervalo de estructura de zeolita de 380 cm^{-1} hasta 1300 cm^{-1} . Presentan algunas bandas de un patrón IR típico para zeolitas, mostrando que existe un pequeño ordenamiento de intervalo en ambos materiales. Su patrón de absorción es caracterizado por los siguientes intervalos de frecuencia en cm^{-1} : $1300\text{ cm}^{-1} - 900\text{ cm}^{-1}$ muy fuerte; $900\text{ cm}^{-1} - 800\text{ cm}^{-1}$ medio; $750\text{ cm}^{-1} - 650\text{ cm}^{-1}$ medio; $650\text{ cm}^{-1} - 520\text{ cm}^{-1}$ débil; $500\text{ cm}^{-1} - 420\text{ cm}^{-1}$ medio.

Cada uno de estos materiales es examinado siguiendo el procedimiento usado en el ejemplo 2. La masa del material de intercambio catiónico usada para los intervalos de evaluación entre 6 g y 9 g, y se determinó como se describe anteriormente, de acuerdo con los parámetros CEC y LOI. Para cada material, los tiempos de corrida son 5, 15 y 30 minutos. En todos los casos examinados, la prueba de fenolftaleína para carbonato fue negativa, lo cual indica que estos

materiales son selectivos para producir bicarbonato de sodio. El bicarbonato de sodio proporcionado en cada caso se muestra en la Fig. 9. Se nota que el equilibrio hacia la formación de bicarbonato es desplazado por la introducción de un material de intercambio catiónico en el medio acuoso, en donde toma lugar la disolución simultáneamente de dióxido de carbono. El material AA produce los mejores resultados. Sorprendentemente, los materiales amorfos AC y AX producen un mejor rendimiento de bicarbonato de sodio que el bienestar del material cristalizado y mucho más que el solo burbujeo de dióxido de carbono en agua mostrado en el ejemplo 1.

Esto no pretende dar una explicación definitiva, pero es posible que los problemas de difusión de gas de dióxido de carbono en las superficies internas de los nanoporos de estos materiales cristalinos o en sitios de intercambio incrustados en la masa de los materiales amorfos prevengan el logro de la conversión total esperada del CEC de cada material. El rendimiento de bicarbonato de sodio parece estar relacionado a la abundancia de aluminio en el área superficie externa de estos materiales intercambiadores catiónicos es real, pero la disponibilidad de sitios de intercambio también es importante.

Tabla 1

Material	Si/Al (mol/mol)	CEC (meq/g)	Cristalinidad	S BET (m2/g)	S externo (m2/g)
AC	1.3	6.2	Tipo zeolita A	8	4
XC	1.7	4.5	Tipo zeolita X	770	11
AA	1.4	5.6	Amorfo	55	32
XA	1.8	5.7	Amorfo	38	21

Ejemplo 4

En este ejemplo, materiales intercambiadores catiónicos seleccionados del ejemplo 3 se usan en ciclos sucesivos de intercambio catiónico con ácido carbónico seguido por la regeneración del intermediario con una solución de cloruro de sodio. La idea es determinar el enriquecimiento de bicarbonato de sodio para cada ciclo, manteniendo en cada ciclo la misma cantidad original de licor madre usado al inicio. Los materiales seleccionados son AC y AA. Las características de estos materiales se describen en el ejemplo 3. El procedimiento para intercambio de ácido carbónico es el mismo como en el ejemplo 1. El tiempo de corrida de intercambio de ácido carbónico es de 30 min para cada ciclo. El procedimiento para la etapa de regeneración se describe anteriormente. La regeneración se llevó a cabo usando una solución de cloruro de sodio con 2 veces de miliequivalentes de la masa del material intercambiador catiónico usado, una proporción líquido a sólido de 2, una

temperatura de 40°C y 30 minutos de tiempo de regeneración. Después de esto, el material se secó a 100°C por 2 horas. Para mantener la misma masa de material intercambiador catiónico, se hace una pequeña compensación (alrededor de 100 mg) antes de iniciar un nuevo ciclo de intercambio de ácido carbónico. En cada ciclo, se remueve una alícuota de 20 ml del licor madre para análisis de bicarbonato de sodio. Esta alícuota se reemplaza agregando el mismo volumen de una solución de bicarbonato de sodio. El volumen de reemplazo tiene la misma masa del bicarbonato de sodio como la alícuota removida. El enriquecimiento de bicarbonato de sodio para cada ciclo se muestra en la Fig. 10.

En el caso de ambos materiales intercambiadores catiónicos, existe un incremento de la cantidad de bicarbonato de sodio después de cada ciclo, lo cual muestra que una regeneración de los sitios de intercambio usados toma lugar en el caso de cada material. La eficiencia relativa de producción de bicarbonato de sodio fue la misma como la observada en la Fig. 9 y ejemplo 3, en donde el rendimiento del material AA es mayor que el de AC a 30 min del intercambiador catiónico con ácido carbónico. Los traslapes de las gráficas mostradas en la Fig. 10 representa el porcentaje incrementado en rendimiento de bicarbonato de sodio por ciclo, lo cual para materiales AA y AC son aproximadamente 9.15 y 3.87, respectivamente. Quizá la

condición de equilibrio entre dióxido de carbono con una solución de bicarbonato de sodio limita el rendimiento, pero aún se observó el equilibrio de dióxido de carbono a bicarbonato desplazado por los materiales intercambiadores catiónicos. Esto indica que es posible que el 100% de rendimiento pueda ser alcanzado usando ciclos sucesivos con ciclos de regeneración entre sí.

Ejemplo 5

Este ejemplo utiliza el procedimiento del ejemplo 2, excepto que, en lugar de usar agua desmineralizada fresca, se preparó una solución de 2.5 g de bicarbonato de sodio grado analítico en 150 ml de agua desmineralizada, y una masa de material AC regenerado se introduce después del 7 ciclo. Esto se hace para estimular el número de ciclos necesarios para lograr el 100% de rendimiento de bicarbonato de sodio. Se obtiene un incremento de 3.79% sobre la cantidad de bicarbonato de sodio en solución, en buen acuerdo con lo que se espera del traslape de la línea AC en la Fig. 9 y ejemplo 4. Se muestra que el material intercambiador catiónico regenerado puede ser usado nuevamente después de varios ciclos.

Ejemplo 6

Se evaluó una masa de material AA regenerado después del 3er ciclo del ejemplo 4 (Fig. 9) con 150 ml de agua desmineralizada fresca siguiendo el procedimiento del

ejemplo 2. Se obtuvo un rendimiento de 27%, el cual es muy cercano al resultado obtenido en el primer ciclo, indicando que la regenerabilidad también se logra en materiales intercambiadores catiónicos amorfos.

5

Ejemplo 7

En este ejemplo, el licor de bicarbonato de sodio obtenido en el ejemplo 4 para el material AA, después de su separación del licor, se evaporó a sequedad a 90°C. Se realizó un análisis de difracción de rayos X en polvo usando K-Alfa1[Å] 1,54060 de radiación Cu. El patrón de difracción obtenido se presenta en la Fig. 11. La solución de cloruro de sodio (NaCl) se introduce para corrección instrumental en la posición de picos. El resto de los picos son identificados como una mezcla de carbonato de sodio (termonatrilo, Na₂CO₃.H₂O y carbonato de sodio Na₂CO₃) de acuerdo con la base de datos de la JCPDS (Join Comittee of Powder Diffraction Standards) 8-448 para termonatrilo y 37-451 para carbonato de sodio. Esto muestra que los carbonatos sólidos pueden ser obtenidos de una solución de bicarbonato de sodio usando materiales intercambiadores catiónicos desplazando el equilibrio de disolución de gas de dióxido de carbono a bicarbonato.

10

15

20

Ejemplo 8

Se evaluó una masa de material AA regenerado con 150 ml de agua desmineralizada fresca. A una ubicación de 1,700 metros sobre el nivel del mar, con una presión absoluta

25

de 0.83 atm a 27°C, una corriente de aire ambiental a 0.47 L/min se pasó del matraz de lavado de gas de la Fig. 1. El procedimiento del ejemplo 2 se siguió, con un tiempo de corrida continuo de 24 horas. Se obtuvo un rendimiento de 7% de bicarbonato de sodio. Considerando el comportamiento de gas ideal del dióxido de carbono, si está presente una captura de 30% del dióxido de carbono total introducido para el tiempo de corrida examinado. Este ejemplo muestra que el dióxido de carbono se puede remover de una mezcla de gases y que por esta invención se puede fijar el dióxido de carbono atmosférico en productos químicos valiosos incluyendo carbonatos, bicarbonatos y ácidos de alta calidad. También, esta invención puede ser usada como un método de separación y además aún como método analítico para cuantificar el dióxido de carbono siempre que los miliequivalentes del intercambiador catiónico no sean agotados y el flujo de gas recibido sea convenientemente ajustado. Este resultado indica que ampliando este procedimiento sea posible simultáneamente capturar y convertir a grandes niveles el dióxido de carbono atmosférico en una simple, económica y segura forma en cualquier ubicación en el planeta.

Ejemplo 9

Este ejemplo examina un material intercambiador catiónico en forma de sodio, el cual es una zeolita tipo X cuyo entramado es parcialmente isomorfamente sustituida con

hierro, esto es, los átomos de hierro así como átomos de aluminio son sitios de intercambio.

Este material se evaluó siguiendo el procedimiento del ejemplo 2, y se obtuvo un rendimiento del 3%. Esto mostró que
5 los otros tipos de átomos pueden ser incluidos en la composición de los materiales de aluminosilicato, siempre que estos átomos tengan una coordinación química tetrahédrica adecuada para elaborar intercambios, es decir una estructura tetrahédrica.

Ejemplo 10

10 En este ejemplo una sal de aluminio, tricloruro de aluminio (AlCl_3) fue homogéneamente depositado en una superficie de microesferas de gel de sílice cuyo tamaño varía de 0.8 mm - 1.2 mm. Este soporte de gel de sílice tiene 300 m^2/g , un volumen de poro de 1.2 cc/g y un diámetro de poro
15 promedio de 13 nm. Después de la calcinación, el material se pone en contacto con una solución de cloruro de sodio de forma que los equivalentes de sodio son 1.5 veces los del aluminio. El CEC de los materiales fue de 3.9 meq/g. Se evaluó una masa de 7.6 g de este materia, de base seca para
20 conversión de dióxido de carbono a bicarbonato de sodio usando el mismo procedimiento del ejemplo 2, el flujo de dióxido de carbono fue 250 ml/min. El rendimiento de bicarbonato de sodio a 30 min, fue 57%. En comparación con los resultados de los materiales cristalinos del ejemplo 2,
25 existe un mejoramiento en el rendimiento del bicarbonato, lo

cual apunta a una mejor exposición del sitio de intercambio al ácido carbónico en este material intercambiador catiónico.

Ejemplo 11

En este ejemplo, un material intercambiador catiónico con las mismas características del ejemplo 8 se evalúa para conversión de dióxido de carbono a bicarbonato de sodio usando el mismo procedimiento del ejemplo 10. Este tiempo suspende el material en 150 ml de agua de manantial con la siguiente composición: Calcio = 96 mg/L; Sodio = 10.60 mg/L; Magnesio = 6.1 mg/L; Potasio = 3.7 mg/L; Bicarbonato = 297 mg/L; Cloro = 22.6 mg/L; Sulfato = 9.3 mg/L; pH = 7.2.

El rendimiento neto de bicarbonato de sodio fue 30%. Esto indica que además agua desmineralizada, al menos algo de agua de manantial mineral se puede usar en esta invención.

Ejemplo 12

En este ejemplo, una cantidad de material XC, cuyas propiedades son las de la tabla 1, es intercambio iónico con una solución de cloruro de potasio 1,5 veces los miliequivalentes del sodio en la masa del material XC. El intercambio iónico se llevó a cabo con una proporción líquido a sólido de 2, una temperatura de 40°C y 30 minutos de tiempo de intercambio. Después que, el material se secó a 100°C por 2 horas. En esta forma se obtiene un material XC de potasio. Este material se examinó para conversión de dióxido de carbono de acuerdo con los procedimientos dichos en el

ejemplo 2. Se obtuvo un rendimiento de 4% de bicarbonato de sodio. Esto muestra que los otros metales alcalinos de sodio en el material intercambiador catiónico pueden terminar como un bicarbonato en solución.

5 **Ejemplo 13**

En este ejemplo, una cantidad de material AC, cuyas propiedades son indicadas en la tabla 1, es iónicamente intercambiado con una solución de cloruro de calcio una vez los miliequivalentes del sodio en la masa del material AC. El
10 intercambio iónico se llevó a cabo con una proporción líquido a sólido de 2, una temperatura de 40°C y 30 minutos de tiempo de intercambio. Después que, el material se secó a 100°C por 2 horas. En esta forma se obtiene un material AC de calcio. Este material se examinó para conversión de dióxido de
15 carbono de acuerdo con los procedimientos establecidos en el ejemplo 2. Se obtuvo un rendimiento de 10% de bicarbonato de calcio. Esto muestra que un metal alcalino térreo en el material intercambiador catiónico pueden terminar como un bicarbonato en solución. Sin embargo, se reconoce que el
20 bicarbonato de calcio existe solamente en solución acuosa y no se conoce como una fase sólida.

Conclusión

El proceso amoníaco-sosa ha sido bien establecido desde finales del siglo diecinueve para producir masivamente
25 bicarbonato de sodio sintético. Para nuestro conocimiento no

existe proceso conocido que toma ventajas del mecanismo de intercambio catiónico más rápido y simple para producir, en una etapa única, cantidades significantes de una solución de bicarbonato alcalino sintético y/o bicarbonato alcalino térreo con una concentración adecuada y pureza para bicarbonatos alcalinos cristalizados o cualquier otro de los carbonatos alcalino y pureza para cristalizar bicarbonatos alcalinos o cualquier otro de los carbonatos alcalinos y sus mezclas, o carbonato alcalino térreo. Quizá la baja solubilidad del dióxido de carbono en agua pura (0.034 mol/L) a 25°C y 1 atm, la muy baja proporción de reacción de hidratación de dióxido de carbono, contra la alta proporción de deshidratación del ácido carbónico (H_2CO_3) (de acuerdo a la ecuación 1), todo lo cual significa que en una solución de dióxido de carbono en agua, solamente aproximadamente 0.1% existe en la forma de ácido carbónico, y el valor relativamente pequeño de la primera constante de acidez ($pK_1 = 3.4$) ha desalentado a la industria bicarbonato-carbonato de buscar en otras posibilidades en base a intercambio catiónico. En cualquier caso, a pesar de estos aparentes impedimentos físico-químico, esta invención demuestra que poner en contacto un metal álcali insoluble o forma alcalina térrea de un material intercambiador catiónico inorgánico dentro de un medio acuoso en donde el gas de dióxido de carbono se introduce o genera desplazamiento del equilibrio

de disolución de dióxido de carbono hacia la producción de bicarbonato.

5 No es obvio que ambos de los problemas indicados anteriormente del exceso de dióxido de carbono siendo liberado en la atmósfera y la carencia de un proceso económicamente amistoso y económico para la manufactura de bicarbonatos alcalinos o bicarbonatos alcalinotérreos pueden ser atendidos por un proceso de manufacturación único; sin embargo eso es exactamente lo que la presente invención
10 realiza.

Los procesos descritos en la presente son modalidades diferentes de la invención. Muchas modificaciones de estos procesos ocurrirán para aquellos expertos en la técnica después de la consideración de esta descripción. La
15 invención no está limitada a los procesos descritos pero incluye todas las modificaciones de la misma conforme caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Se hace constar que con relación a esta fecha, el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la
20 práctica la citada invención, es el que resulta claro de la presente descripción de la invención.

REIVINDICACIONES

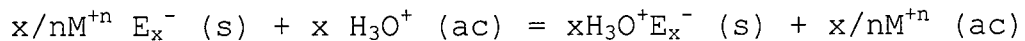
Habiéndose descrito la invención como antecede, se reclama como propiedad lo contenido en las siguientes reivindicaciones:

5

1. Un proceso para hacer soluciones acuosas de bicarbonatos alcalinos y/o bicarbonatos alcalinotérreos caracterizado porque comprende las etapas de:

10 disolver dióxido de carbono gaseoso de cualquier fuente en agua para producir una solución acuosa (ac) que contiene bicarbonatos, HCO_3^- ; y además que contiene cationes de hidronio, H_3O^+ , e

introducir un material intercambiador catiónico sólido (s) $x/n\text{M}^{+n} \text{E}_x^-$ para capturar los cationes de hidronio, H_3O^+ , de conformidad con:

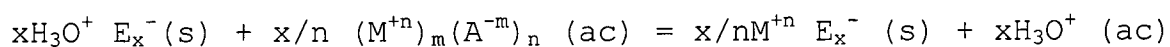


20 donde "x" significa una cantidad molar de centros aniónicos de carga del material intercambiador catiónico E_x^- equilibrado por una cantidad molar x/n de un metal sin estructura M, "n" significa la valencia del metal, y "M" se selecciona a partir del grupo que consiste de 1A y 2A de la tabla periódica de los elementos; de este modo la captura de los cationes de hidronio, H_3O^+ , incrementa el rendimiento de los bicarbonatos de conformidad con el principio de Le

25 Chatelier.

2. Un proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la etapa de regenerar el material intercambiador catiónico usado, $\text{H}_3\text{O}^+\text{E}_x^-$, por intercambio iónico con una solución insaturada de sal iónica de metal M^{+n} de manera que los equivalentes del metal M^{+n} son al menos 0.5 veces los equivalentes de E_x^- .

3. Un proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la etapa de regenerar el material intercambiador catiónico, $\text{H}_3\text{O}^+\text{E}_x^-$ por intercambio iónico con una solución insaturada de sal iónica de metal M^{+n} , reemplazando cationes de hidronio, H_3O^+ , en el material intercambiador catiónico usado $\text{H}_3\text{O}^+\text{E}_x^-$ por cationes nuevos M^{+n} , haciendo al material intercambiador usado $\text{H}_3\text{O}^+\text{E}_x^-$ adecuado para reciclaje de conformidad con:



donde A^{-m} significa el anión de valencia "m" seleccionado a partir del grupo que consiste de cloruros, sulfatos, nitratos, orgánicos de la clase de α -hidroxicarboxilatos, o-hidroxibenzoatos, inhibidores de la corrosión de tipo amina, polifosfatos y hexametafosfatos.

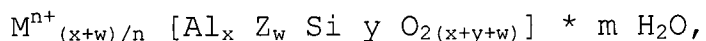
4. Un proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la etapa de pasar la solución acuosa de bicarbonatos a través de un proceso de

cristalización para producir un precipitado de bicarbonatos alcalinos y/o carbonatos alcalinos.

5 5. Un proceso de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque comprende lavar y secar el precipitado.

10 6. Un proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende emplear, como material intercambiador catiónico, una composición de materia que tiene una capacidad de intercambio catiónico mayor de 0.001 miliequivalentes por gramo en base seca, y/o con una superficie específica de al menos 0.1 m²/g.

15 7. Un proceso de conformidad con la reivindicación 6, caracterizado porque comprende emplear, como material de intercambio catiónico, $x/nM^{n+} E_x^-$, donde su composición de materia es un silicoaluminato o silicoaluminato sustituido representado por la fórmula general empírica



20 donde: "M" significa un metal intercambiable sin estructura del grupo 1A y/o 2A, "n" significa la valencia del metal, "x" significa la relación molar de los centros aniónicos del aluminio tetrahédrico, "w" significa la relación molar de los centros aniónicos del tetrahédrico "Z", "Z" significa todos los elementos de la primera serie de metales de transición, Zr, Nb, y elementos de los grupos 5A y 3A de la tabla periódica, "y" significa la relación molar de

25

los centros no aniónicos de sílice tetrahédrico, $(x + w)/n$ es el número de cationes intercambiables de valencia n , y "m" significa el número de moléculas de agua adsorbidas en las superficies externas e internas del material intercambiador catiónico sólido, de manera que: $x + w \neq 0$; $x + w \leq y$ e $y/(x+w) < 100$.

8. Un proceso de conformidad con la reivindicación 7, caracterizado porque comprende detectar un patrón de difracción de rayos-X de la composición de materia.

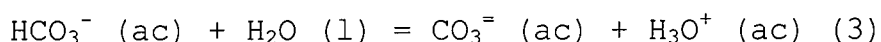
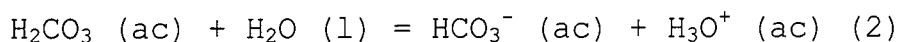
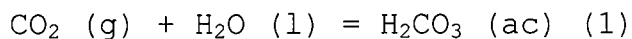
10 9. Un proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende emplear, como material intercambiador catiónico $x/nM^{+n} Ex^{-}$, zeolita LTA sintética o natural alcalina y/o alcalinotérrea y zeolitas de sodio seleccionadas a partir del grupo que consiste de faujasitas, 15 un material del grupo de zeolitas X e Y, zeolita P, clinoptilolitas, mordenitas, ZSM-5, mutinaita, feldespatos, arcillas expansibles como bentonitas, montmorillonitas y sus mezclas.

20 10. Un proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque además comprende aumentar la actividad del material de intercambio catiónico $x/nM^{+n} Ex^{-}$ introduciendo en la solución acuosa material sólido seleccionado a partir del grupo que consiste de sílices, alúminas, titanias, circonias, óxidos de fierro, sus oxo- 25 hidróxidos, catalizadores carbónicos y biológicos y sus

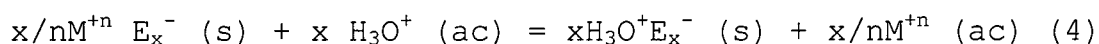
mezclas que tienen un área de superficie específica de al menos $0.1 \text{ m}^2/\text{g}$.

11. Un proceso caracterizado porque comprende las etapas de:

5 disolver dióxido de carbono gaseoso en agua de conformidad con las siguientes reacciones:



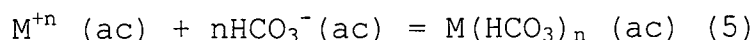
10 De este modo las reacciones (2) y (3) ambas proporcionan medios acuosos que contienen cationes de hidronio, H_3O^+ , los cuales pueden ser intercambiados en el medio acuoso, e introducir un material intercambiador catiónico $x/n\text{M}^{+n} \text{E}_x^-$ en el medio acuoso, donde los equilibrios
15 de la disolución de dióxido de carbono toman lugar y los cationes de hidronio, H_3O^+ , son capturados por el material intercambiador catiónico $x/n\text{M}^{+n} \text{E}_x^-$ de conformidad con:



20 donde "x" significa una cantidad molar de centros aniónicos de carga del material intercambiador catiónico E_x^- equilibrado por la cantidad molar x/n del metal M, "n" significa la valencia del metal, y "M" se selecciona a partir del grupo 1A y/o 2A de la tabla periódica de los elementos, de este modo la captura de los cationes de hidronio, H_3O^+ ,
25 cambia los equilibrios expuestos en las reacciones (2) y (3)

a la derecha, de conformidad con el principio de Le Chatelier, incrementando el rendimiento del bicarbonato, HCO_3^- .

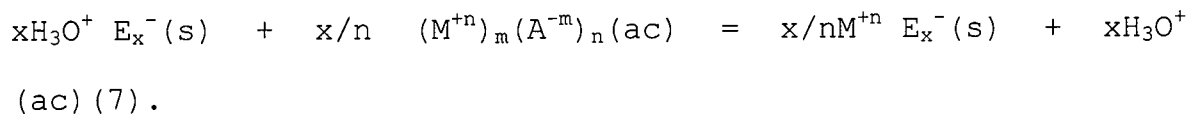
12. Un proceso de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque comprende la etapa de combinar el bicarbonato con especies acuosas de metal alcalino, M^{+n} , para producir una solución acuosa de bicarbonatos alcalinos de conformidad con:



13. Un proceso de conformidad con la reivindicación 12, caracterizado porque comprende la etapa de separar la solución acuosa de bicarbonato de metal alcalino y/o bicarbonato alcalinotérreo del material intercambiador catiónico.

14. Un proceso de conformidad con la reivindicación 12, caracterizado porque el material intercambiador catiónico es retirado al menos una vez con una corriente de agua a una temperatura entre 10°C y 90°C .

15. Un proceso de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque comprende la etapa de regenerar el material intercambiador catiónico $x\text{H}_3\text{O}^+\text{Ex}^-$ por intercambio iónico con una solución no saturada de sal iónica de metal M^{+n} , reemplazando cationes de hidronio, H_3O^+ , en el material intercambiador catiónico usado $x\text{H}_3\text{O}^+\text{Ex}^-$ por cationes M^{+n} nuevos, de conformidad con



16. Un proceso de conformidad con la reivindicación 15, caracterizado porque el material intercambiador catiónico es retirado al menos una vez con una corriente de agua a una temperatura entre 10°C y 90°C.

17. Un proceso de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque comprende la etapa de pasar la solución acuosa de bicarbonato de metal alcalino y/o bicarbonato alcalinotérreo a través de un proceso de cristalización para producir un precipitado de bicarbonato alcalino y/o carbonato alcalino, o carbonato alcalinotérreo.

18. Un proceso de conformidad con la reivindicación 17, caracterizado porque comprende las etapas de lavar y secar el precipitado.

19. Un proceso para producir bicarbonato alcalino sólido y/o bicarbonato alcalinotérreo, caracterizado porque comprende las etapas de:

poner en contacto una suspensión acuosa de un material intercambiador catiónico con una corriente de dióxido de carbono en una cantidad y por un tiempo suficiente para provocar que el dióxido de carbono se disuelva en una suspensión acuosa para producir cationes de hidronio (H_3O^+) y aniones de carbonato alcalino y/o alcalinotérreo (HCO_3^-);

de este modo el material intercambiador catiónico

toma cationes de hidronio (H_3O^+) de la suspensión acuosa y libera cationes alcalinos y/o cationes alcalinotérreos a la suspensión acuosa;

5 separar el líquido del material intercambiador catiónico usado; y

 precipitar el bicarbonato alcalino sólido y/o carbonato alcalino, o carbonato alcalinotérreo del líquido.

20. Aparato caracterizado porque es para realizar el proceso de conformidad con la reivindicación 1.

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un material con propiedades de intercambiador catiónico que se introduce en medio acuoso, donde el equilibrio de la disolución de dióxido de carbono toma lugar. Un material intercambiador catiónico $x/nM^+ E^-$, se usa para capturar cationes de hidronio (H_3O^+) de conformidad con: $x/nM^+ E^- (s) + x H_3O^+ (ac) = xH_3O^+ E^- (s) + x/nM^+ (ac)$ donde "x" significa la cantidad molar de los centros aniónicos de carga del material intercambiador catiónico E^- equilibrado por la cantidad molar x/n del metal M, "n" significa la valencia del metal, y M se selecciona a partir del grupo que consiste de 1A y/o 2A de la tabla periódica de los elementos. Esta captura de los cationes de hidronio, H_3O^+ , cambia ciertos equilibrios de reacción a la derecha, de conformidad con el principio de Le Chatelier, produciendo más bicarbonato, HCO_3^- , y/o carbonato, $CO_3^{=}$, que lo que de otro modo podría obtenerse.

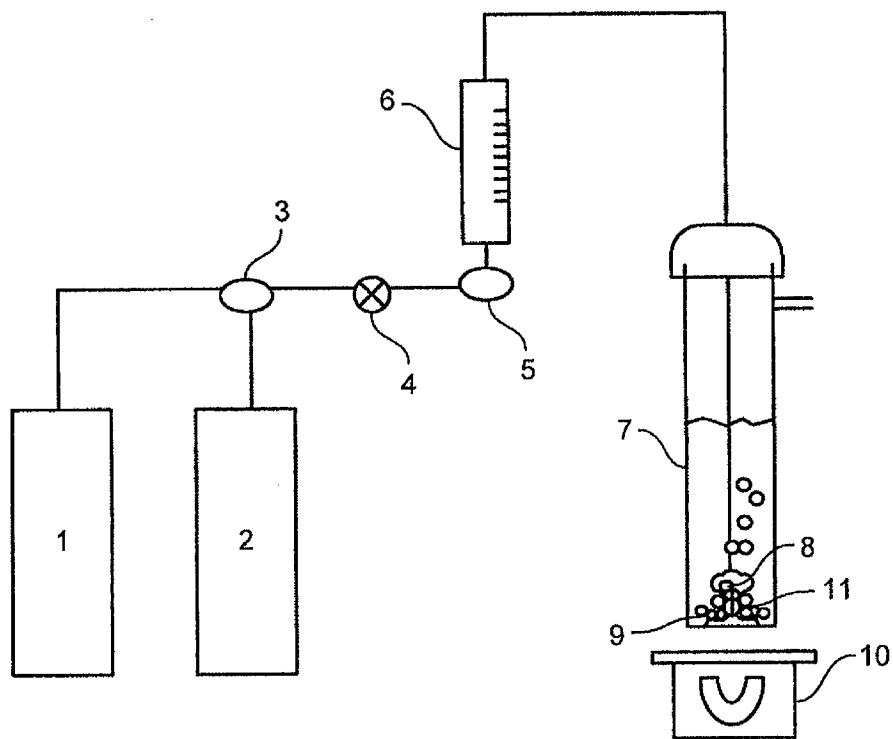


FIG. 1

63

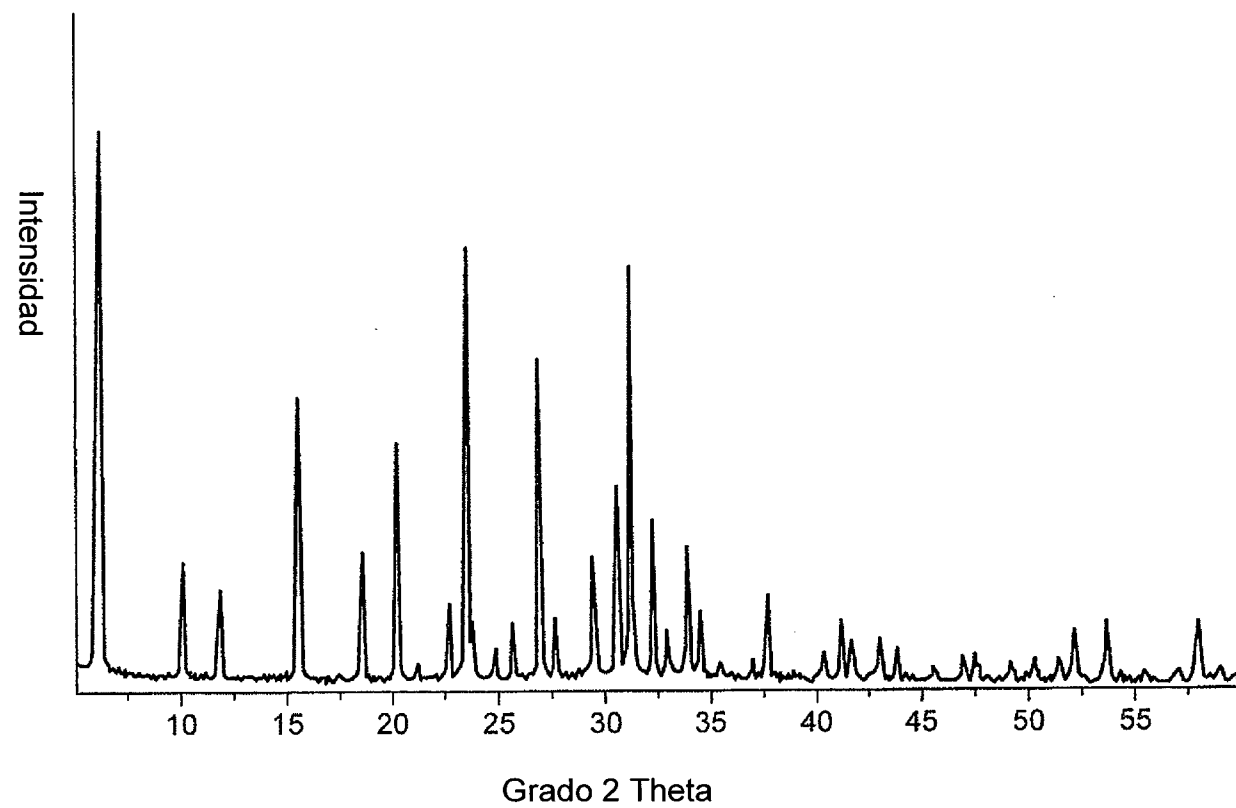


FIG. 2

2/11

5

3 / 11

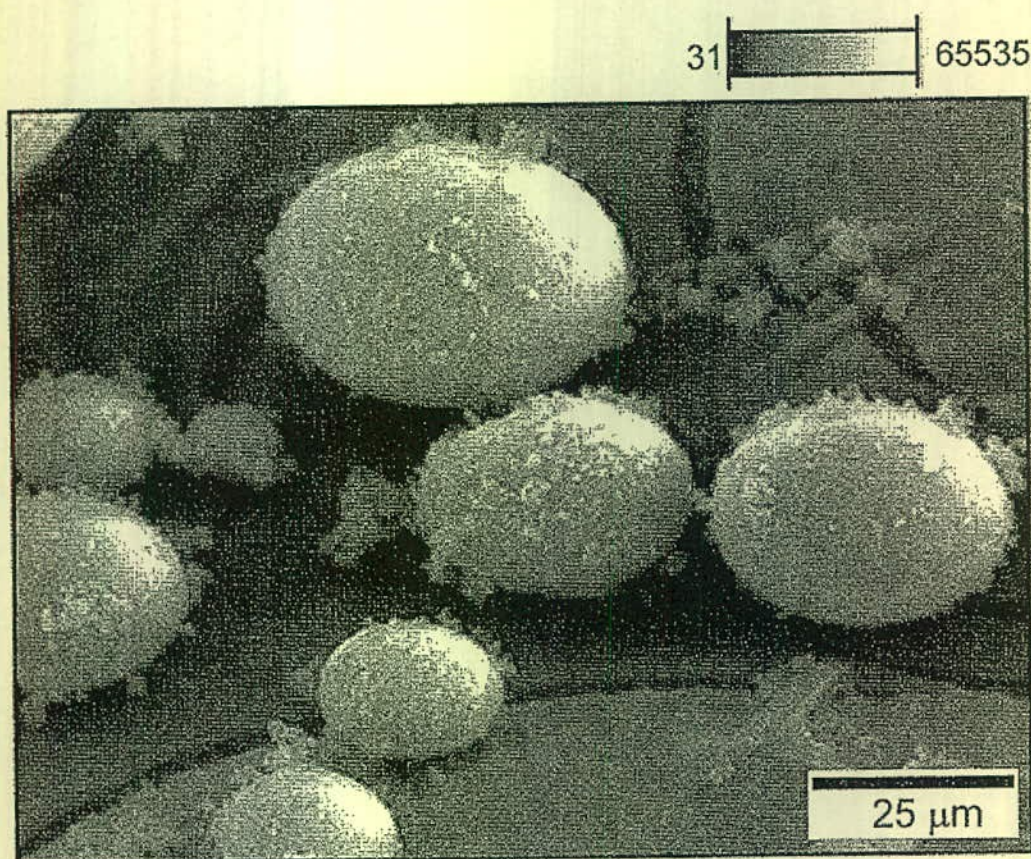


FIG. 3

4/11

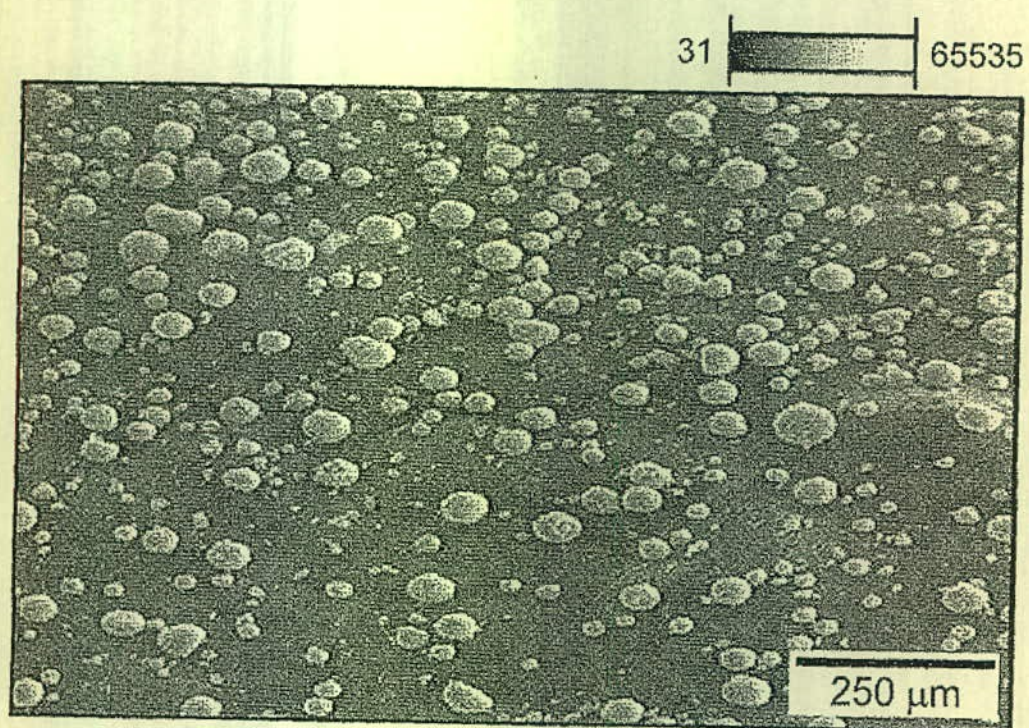


FIG. 4

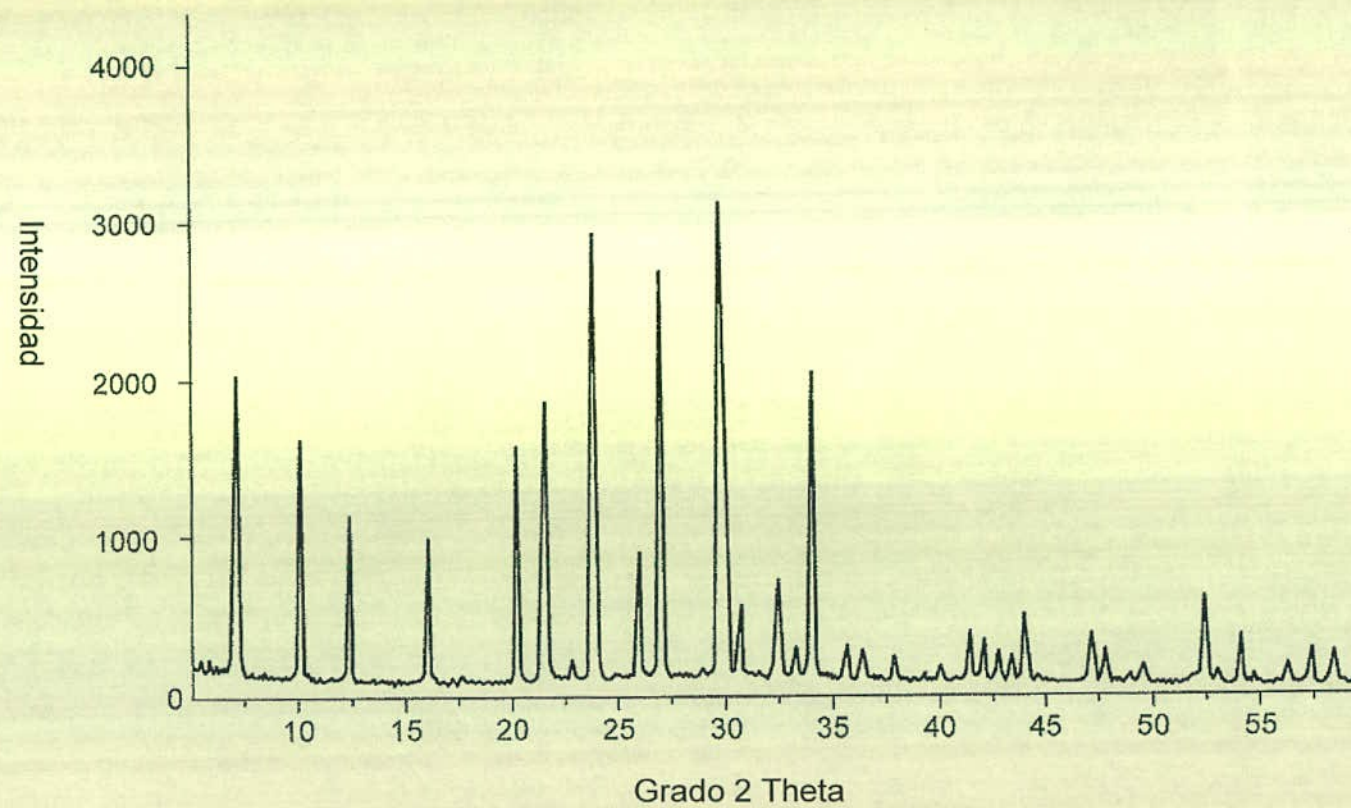
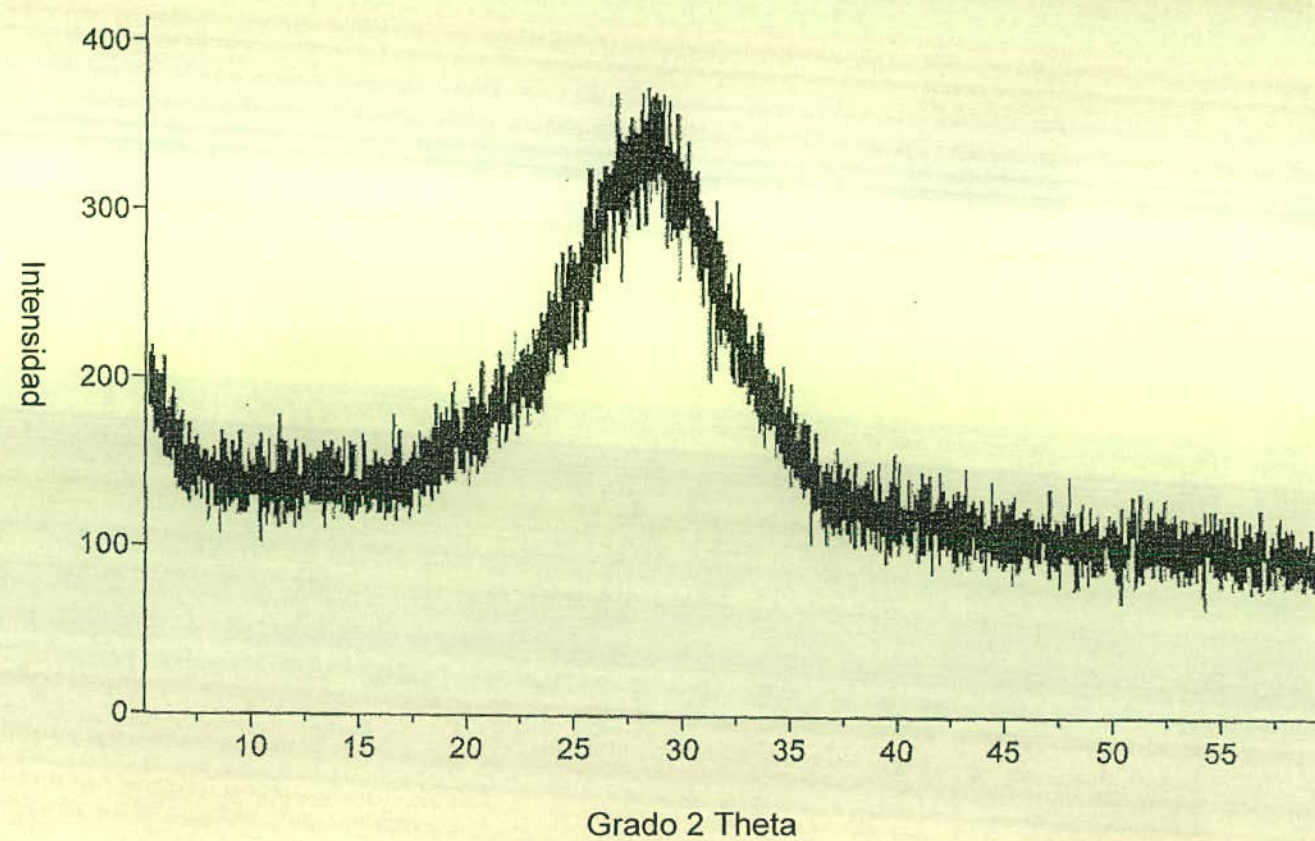


FIG. 5

5/11

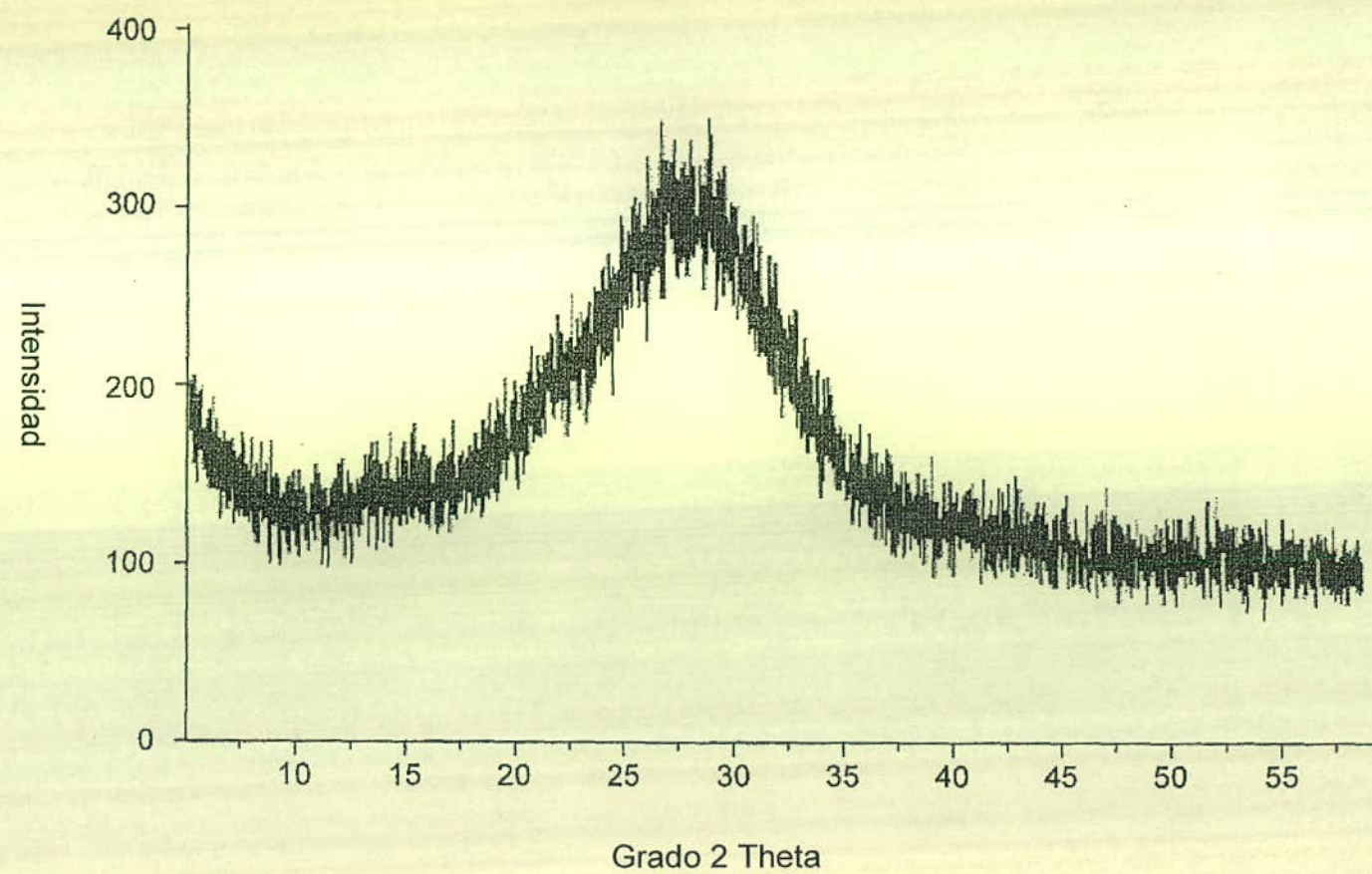
67



6/11

FIG. 6

67



7/11

FIG. 7

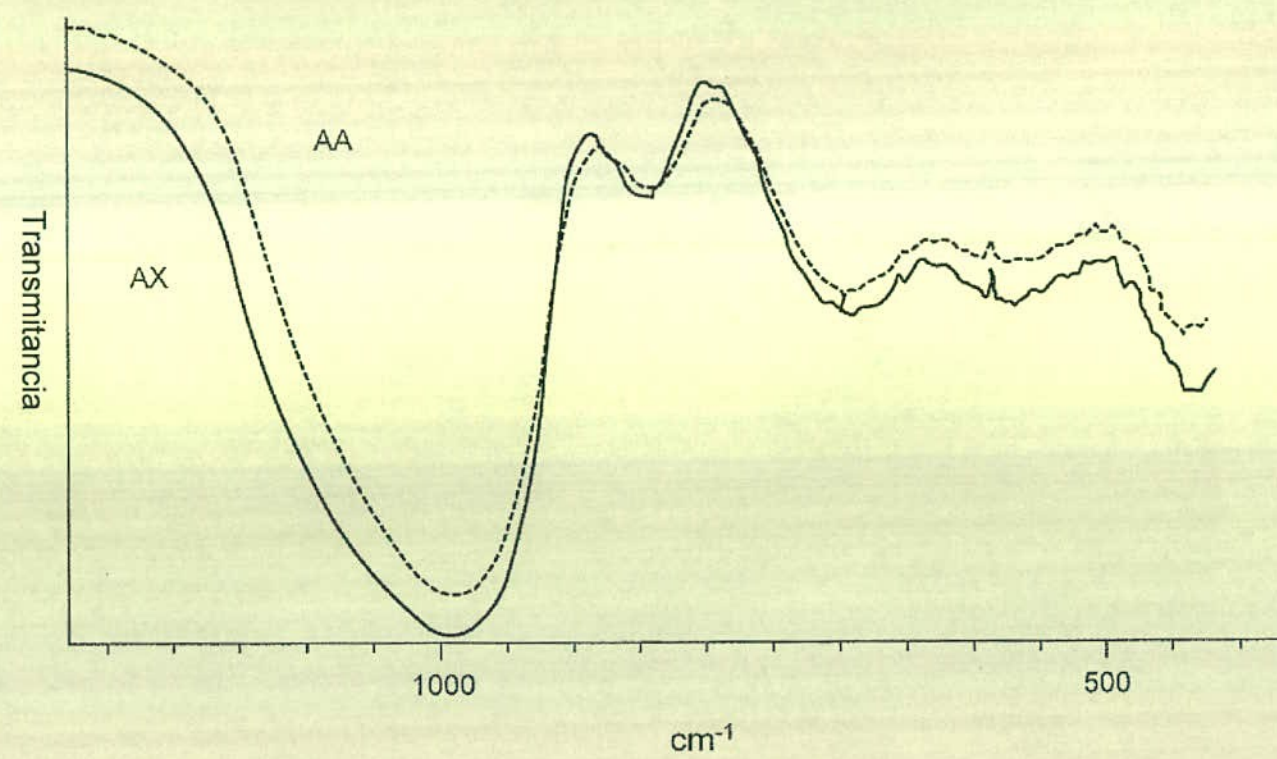


FIG. 8

8/11

5

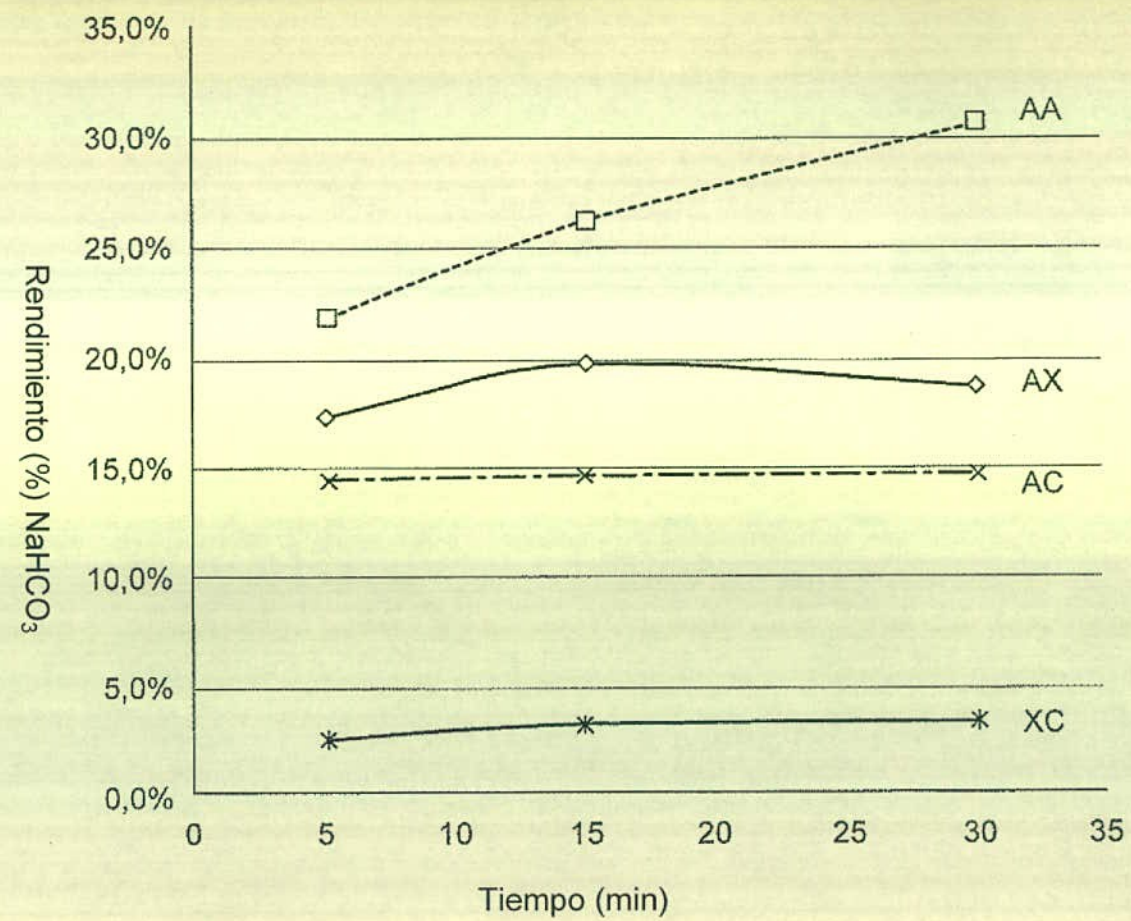


FIG. 9

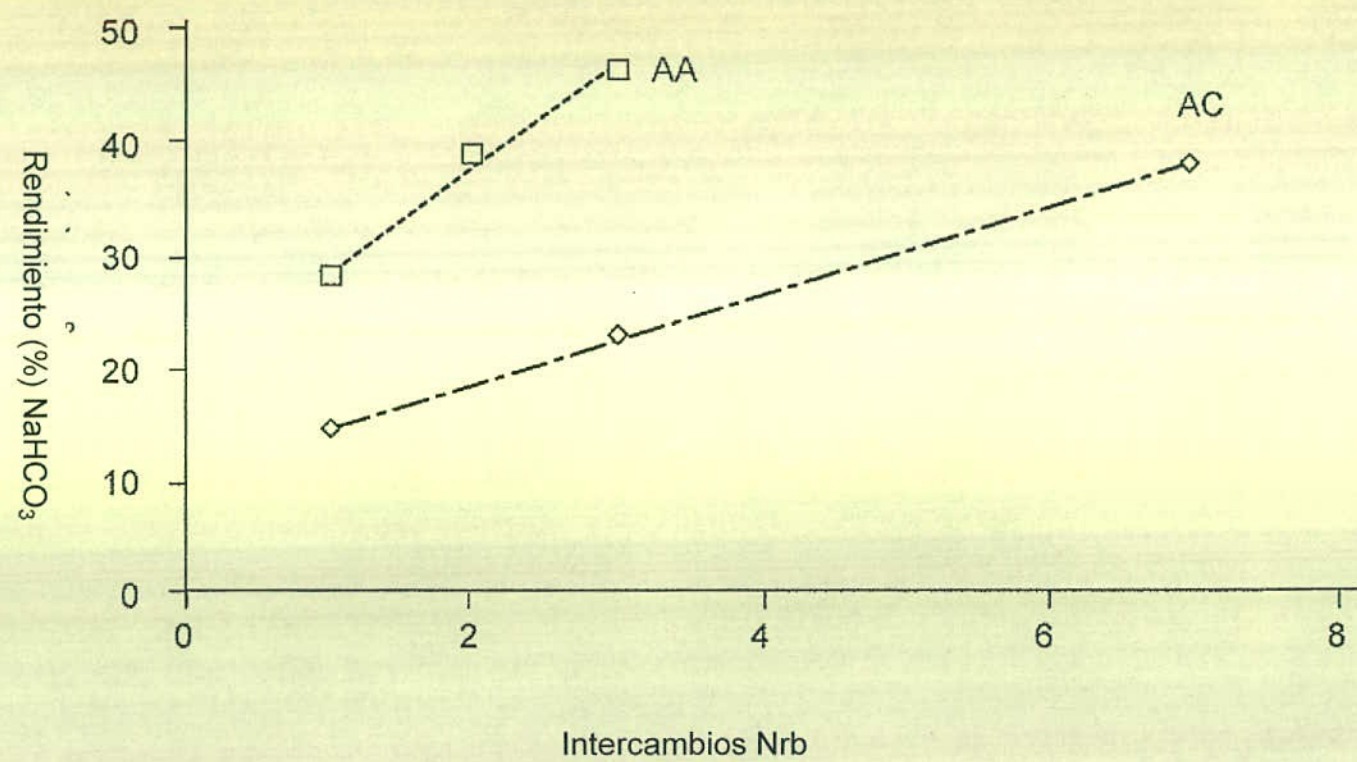
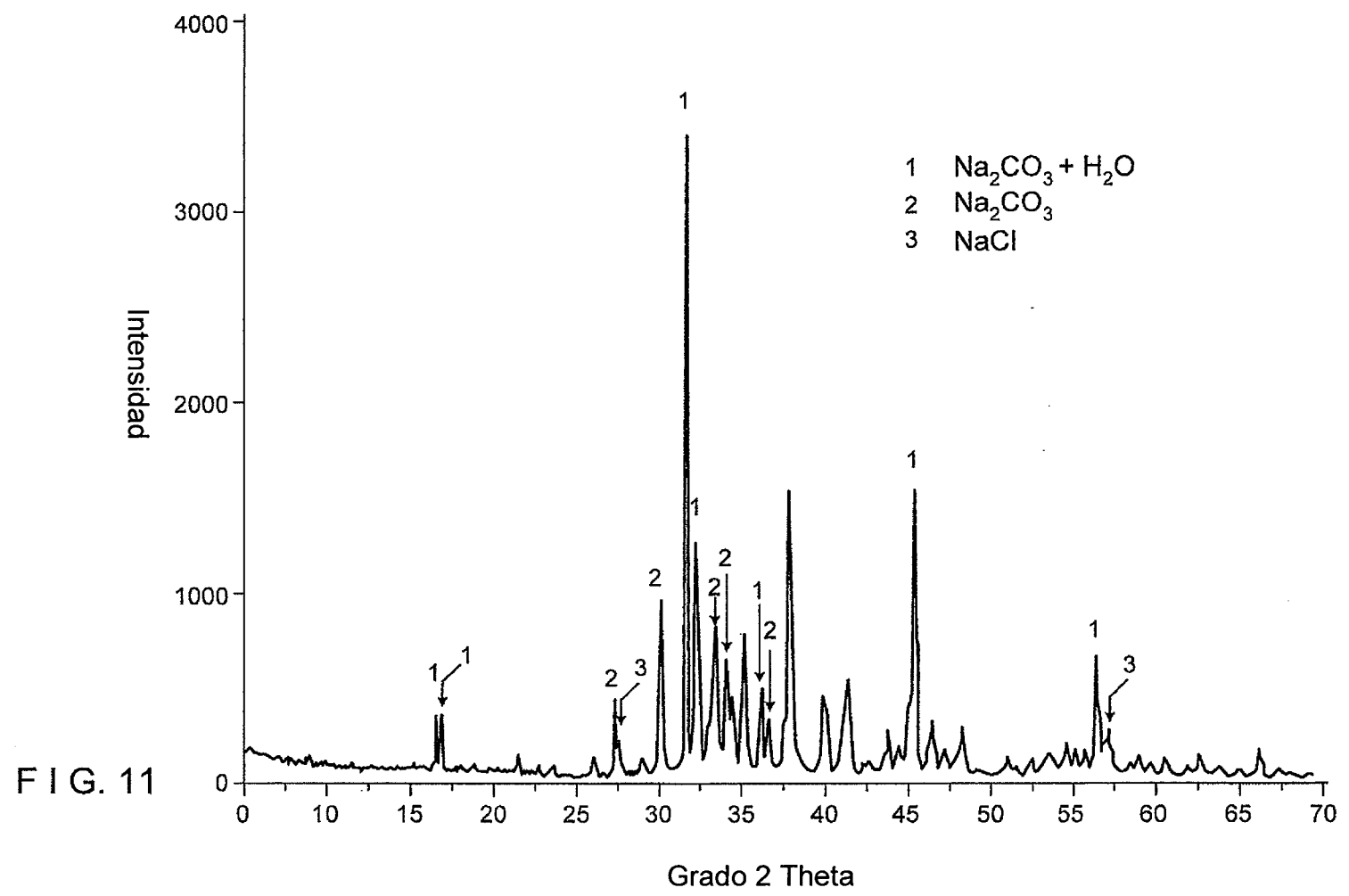


FIG. 10

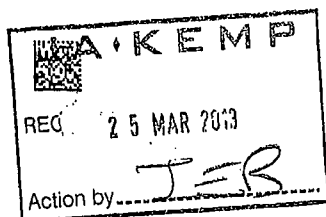
Handwritten mark: ~~71~~

72



11/11

~~72~~



From the INTERNATIONAL BUREAU

PCTNOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:

BENSON, John
J A Kemp & Co
14 South Square
Gray's Inn
London London WC1R 5JJ
ROYAUME-UNI

Date of mailing (day/month/year) 15 March 2013 (15.03.2013)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference N.117416 JEB	
International application No. PCT/GB2012/051772	International filing date (day/month/year) 24 July 2012 (24.07.2012)

1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant ☐ the inventor ☐ the agent ☐ the common representativeName and Address
SILICA DE PANAMA S.A.
Calle Los Millionarios
Quinta Cochez
El Valle de Anton
PanamaState of Nationality
PA
State of Residence
PA

Telephone No.

Facsimile No.

E-mail address

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☐ the person ☐ the name ☒ the address ☒ the nationality ☒ the residenceName and Address
SILICA DE PANAMA S.A.
Centro Banaven (Cubo Negro)
Torre A, piso 2 Ofic A-22
Avenida La Estancia, Urbanizacion Chuao
Caracas 1061
VenezuelaState of Nationality
VE
State of Residence
VE

Telephone No.

Facsimile No.

E-mail address

☐ Notifications by e-mail authorized

3. Further observations, if necessary:

4. A copy of this notification has been sent to:

- ☐
- the receiving Office
-
- ☐
- the International Searching Authority
-
- ☐
- the Authority(ies) specified for supplementary search

- ☐
- the International Preliminary Examining Authority
-
- ☒
- the designated Offices concerned
-
- ☐
- the elected Offices concerned
-
- ☐
- other:

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. +41 22 338 89 95	Authorized officer Doherty Fiona e-mail pt04.pct@wipo.int Telephone No. +41 22 338 74 04
---	---

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

-/-

74



RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0019336

Bogotá D.C., Febrero 19 de 2014 - 14:24:22

RECIBIDO DE : CAVELIER ABOGADOS

NI 860.041.367

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	651470816	19/02/2014	11.526.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	515.000.00	515.000.00
				\$515.000.00

SON: **QUINIENTOSQUINCE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-039868- -00000-0000

Fecha: 2014-02-25 16:55:09 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 76

COLO 20954-841-001-5

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Febrero 19 de 2014 - 14:24:25

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -

75



RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0020800

Bogotá D.C., Febrero 24 de 2014 - 12:21:43

RECIBIDO DE : CAVELIER ABOGADOS

NI 860.041.367

RE

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
RECIBO DE CA	999999999	13679	06/02/2014		1.000.00
RECIBO DE CA	999999999	14794	07/02/2014		1.000.00
RECIBO DE CA	999999999	14795	07/02/2014		1.000.00
RECIBO DE CA	999999999	16044	12/02/2014		52.000.00
RECIBO DE CA	999999999	16045	12/02/2014		106.000.00
RECIBO DE CA	999999999	19323	19/02/2014		128.000.00
RECIBO DE CA	999999999	19696	20/02/2014		21.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO
10 50005-01-01 SOLICITUDES

CONCEPTO
1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA
ADICIONAL A LAS 10 INIC

Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
31.000.00	310.000.00
<u>\$310.000.00</u>	

SON: **TRESCIENTOS DIEZ MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-039868- -00000-0000

Fecha: 2014-02-25 16:55:09 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 76

COLO: 20904-841-001-J

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Febrero 24 de 2014 - 12:21:44

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION PCT	
(21) N° de solicitud:		(51) Int Cl: C01D 007/000	
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s) SILICA DE PANAMA S.A.	
(30) Prioridad	(31) Prioridad 13/136,153	(32) Fecha 2011/07/25	(33) País US
		(72) Inventor(es) JUAN LUJANO Y OTROS	
		(74) Apoderado: LUZ CLEMENCIA DE PAEZ	
(85) Fecha limite inicio fase nacional: 2014/02/25		(87) Publicación internacional	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		Fecha: 2013/01/31	
Fecha de presentación de la solicitud: 2012/07/24		N° publicación: WO 2013/014441 A1	
No. de solicitud PCT/GB2012/051772			
(54) Titulo: CONVERSION DE DIOXIDO DE CARBONO GASEOSO EN SOLUCIONES ACUOSAS DE BICARBONATO ALCALINO Y/O ALCALINOTERREO			

Resumen:

La presente invención se refiere a un material con propiedades de intercambiador catiónico que se introduce en medio acuoso, donde el equilibrio de la disolución de dióxido de carbono toma lugar. Un material intercambiador catiónico x/nM^+E^- , se usa para capturar cationes de hidronio (H_3O^+) de conformidad con: $x/nM^+E^- (s) + x H_3O^+ (ac) = xH_3O^+E^- (s) + x/nM^+ (ac)$ donde "x" significa la cantidad molar de los centros aniónicos de carga del material intercambiador catiónico E^- equilibrado por la cantidad molar x/n del metal M, "n" significa la valencia del metal, y M se selecciona a partir del grupo que consiste de 1A y/o 2A de la tabla periódica de los elementos. Esta captura de los cationes de hidronio, H_3O^+ , cambia ciertos equilibrios de reacción a la derecha, de conformidad con el principio de Le Chatelier, produciendo más bicarbonato, HCO_3^- , y/o carbonato, CO_3^{2-} , que lo que de otro modo podría obtenerse.

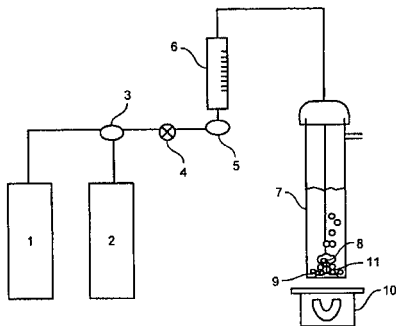


FIG. 1



No. 14-039868- -00000-0000

Fecha: 2014-02-25 16:55:09 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 75 **77**

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☒ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☒	Indicación que se solicita una PCT
☒	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☒	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☒	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐