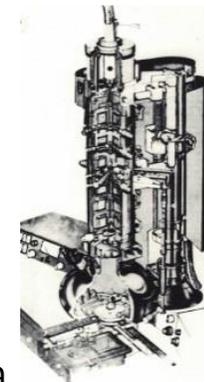
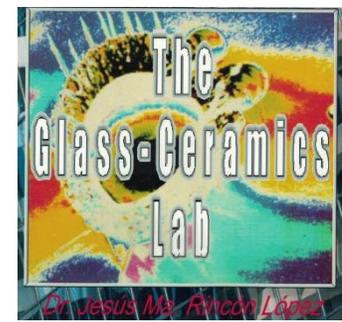


EL MISTERIO DEL VIDRIO ELUCIDADO POR MICROSCOPIA ELECTRONICA

o...un más apropiado título:

→ La estructura del vidrio. Aproximación por las técnicas de microscopía electrónica



Jesús Ma. Rincón

*Department of Agrochemistry and Environmental Sciences,
University Miguel Hernández (UMH), Elche, Alicante, Spain
y CSIC_MNCN_IETcc_ICV (1970-2021)*

10 marzo 2022

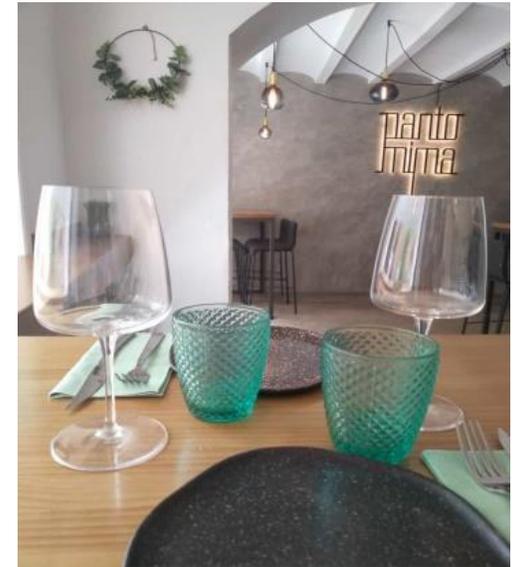
Se pretende con esta charla, y a la vista de la celebración por Naciones Unidas del año 2022 como el AÑO INTERNACIONAL DEL VIDRIO, mostrar que aunque este material nos acompaña en nuestra vida diaria con su belleza y sus funcionalidades, encierra aún “el misterio de su estructura”.

Este es uno de los retos científicos que plantea este material tan antiguo y tan moderno, considerado hace años como “amorfo”, pero que aun no se ha encontrado una teoría definitiva sobre su estructura y sobre los fenómenos termodinámicos que encierra en sí mismo en cuanto a su grado de orden- desorden.

Aunque la investigación de la estructura del vidrio se puede abordar por varias técnicas o métodos físicos de los que se dispone hoy en día, basándose en la propia experiencia de J. Ma. Rincón con las técnicas de MICROSCOPIA ELECTRONICA, se revisan desde sus comienzos hasta la actualidad, el estado actual del conocimiento sobre la estructura del VIDRIO.



**Toward a United Nations Declaration
The International Year of Glass 2022**



*Fotografía original, 2021
Ana Vicente, UJI*

Con la declaración de Naciones Unidas del 2022 como
AÑO INTERNACIONAL DEL VIDRIO se pretende:

- Divulgar entre el público cómo el vidrio está presente en nuestras vidas
- Divulgar su historia que se remonta a ya hace más de 5000 años,
y su presencia en todas las culturas
- Resaltar la utilidad del vidrio para la mejor calidad de vida de la Humanidad
- Fomentar el conocimiento y aplicaciones de este material
- Resaltar su importancia económica y comercial
- Difundir o divulgar aspectos científicos y técnicos aun no muy conocidos del vidrio
- Las posibilidades del vidrio en los próximos decenios con nuevos desarrollos de este material



Noting the support of the International Commission on Glass, the Community of Glass Associations and the International Committee for Museums and Collections of Glass to promote the International Year of Glass, 2022, gathering more than 1,300 endorsements from the sector in 78 countries,

- 1. Decides to proclaim 2022 as the International Year of Glass;*
- 2. Invites all Member States, organizations of the United Nations system,*

United Nations

A/75/L.84



General Assembly

Distr.: Limited
11 May 2021

Original: English

Seventy-fifth session

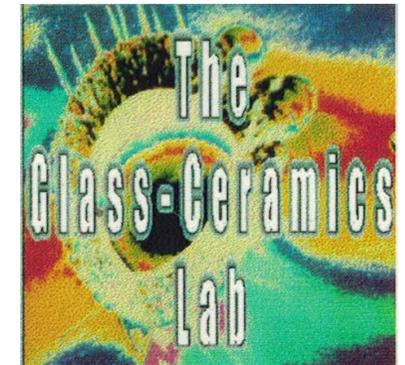
Agenda item 136

**Impact of rapid technological change on the achievement of
the Sustainable Development Goals and targets**

Egypt, Guatemala, Spain, Turkey and Viet Nam: draft resolution

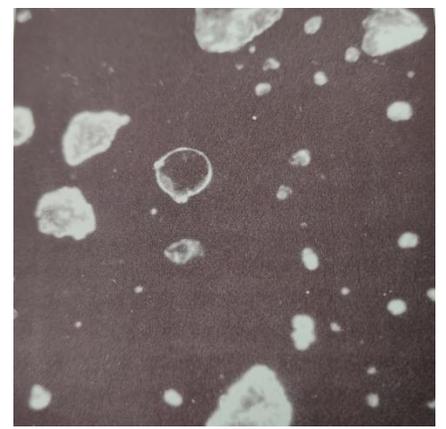
International Year of Glass, 2022

- Cuando terminé la Licenciatura en CC Químicas (1969) y comencé a dedicarme a la investigación ya que tenía un deseo claro de dedicarme como QUIMICO a la INVESTIGACION CIENTIFICA (1970), por lo que realizando mi mi TESIS DOCTORAL en vidrios con altos contenidos en CdO y Li₂O, que podrían aplicarse como absorbentes de neutrones térmicosquedé fascinado por todas la posibilidades que encerraban VIDRIOS y los VITROCERAMICOS.
- Es más, conocí entonces por primera vez de la mano del Prof. José M^a Fernández- Navarro la discusión científica existente en la década de los ´70 del pasado siglo XX e incluso antes, y que aún se mantiene hoy en día sobre cual es la verdadera ESTRUCTURA del VIDRIO.
- Desde esa década, después de más de 50 años de trabajo en diversos centros del CSIC, llegué a fundir y obtener en el laboratorio CERCA de 500 VIDRIOS diferentes, unos como tales y otros como material de partida para obtener materiales VITROCERAMICOS, que se estaban comenzando a investigar en aquella época.



VIDRIOS NATURALES

1969



OBSIDIANAS

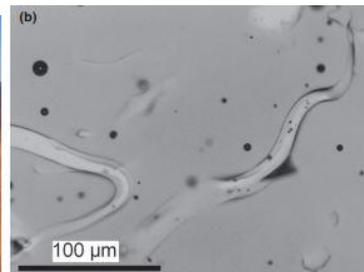


VIDRIOS de la SUPERFICIE DE LA LUNA

1970



TEKTITAS en desierto de Libia



RIOLITA S

Material extraordinario, hecho básicamente de arena y fuego



**MAS de
5.000 años de HISTORIA**

+ aplicaciones innovaciones notables en siglos XX y XXI

CONOCIDO
DESDE
LA ANTIGÜEDAD

GUSI y EL VIDRIO



PAGINA TOMADA
de la
REVISTA DEL VIDRIO
LATINOAMERICANA,
1975

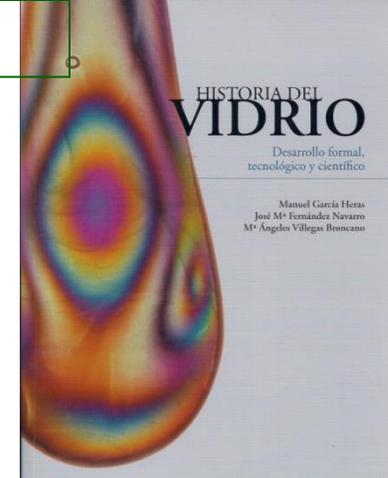
EL VIDRIO = Material estable desde la antigüedad

VIDRIOS PRE-ROMANOS:

Egipto (1500 a. C.)... Fenicia...
Mesopotamia...(2500 a. C.)



Ungüentario romano, de los siglos I-II a.C.



HISTORIA DEL VIDRIO
Desarrollo formal, tecnológico y científico
Manuel García Heras
José M^o Fernández Navarro
M^o Angeles Villegas Brancano

Ungüentario romano de vidrio

VIDRIOS VISIGODOS: (MNAR de MERIDA)

VIDRIOS ROMANOS siglos I- III d. de C. (MNAR de MERIDA)

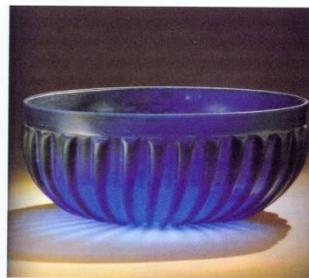


Figura 14. Cuenco de costillas. Vidrio prensado en molde y tallado en frío. Siglo I a.C. Época republicana. Corning Museum of Glass, Corning, N.Y.

...ya no ves a los otros: Fíjate que tanto la ventana como el espejo están hechos de la misma materia prima: el vidrio. Pero en el espejo, al tener éste una fina capa de plata cubriéndolo, sólo te ves a ti mismo. Debes compararte a estos dos tipos de vidrio. Cuando eras pobre, prestabas atención a los otros y tenías compasión por ellos. Cubierto de plata –rico–, sólo consigues admirar tu propio reflejo. ■

www.xlsemanal.com/coelho
www.paulocoelhoblog.com

© TRADUCCION DEL PORTUGUES: DIEGO CHOZAS RUIZ-BELOSO



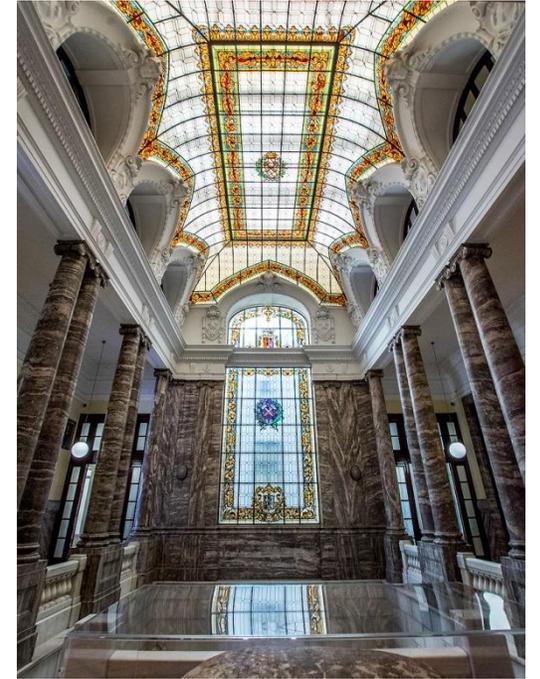
VIDRIOS de barcos hundidos s. XVI-XVII (Museo de La Granja, Segovia)



EL VIDRIO QUE MAS RELACIONADO ESTA CON NUESTRA VIDA DIARIA es el que NOS RODEA en nuestras viviendas, en los vehículos, en los edificios públicos , en los hospitales, en centros de trabajo, ...etc...

- **TODOS ELLOS SON VIDRIOS ARTIFICIALES**son los que vemos a diario y como estamos acostumbrados a su presencia y de cómo nos facilitan la vida
- Apenas caemos en la cuenta que son nuestros amables compañeros
- Que **simplemente están ahí y no nos piden nada a cambio SOLO SU LIMPIEZA DE VEZ EN CUANDO...**

SUS APLICACIONES son
Tradicionales
o bien
Cada vez más sofisticadas (funcionales)



....siendo un material tan antiguo

HA AMPLIADO NOTABLEMENTE SU USO EN ESTE SIGLO XXI

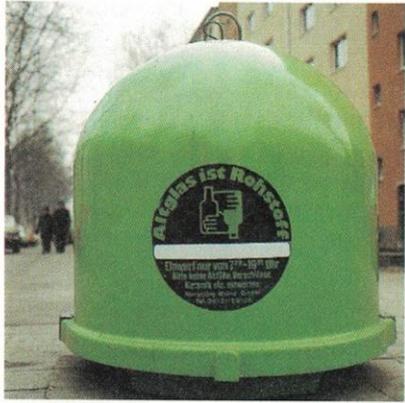


original de
RINCON, 2001

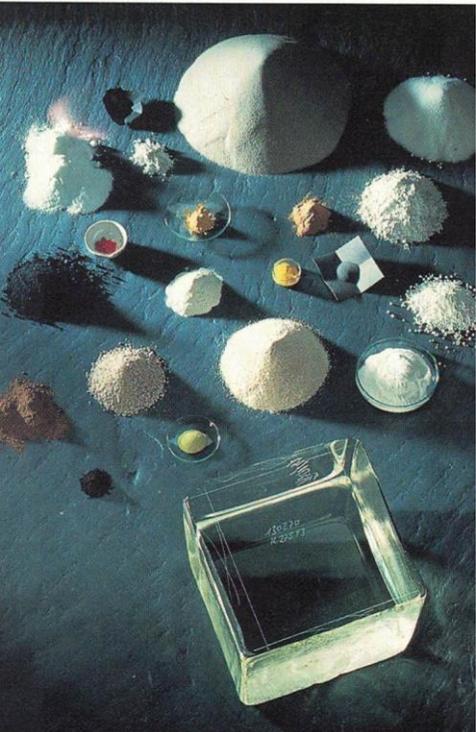


Revista
Schott

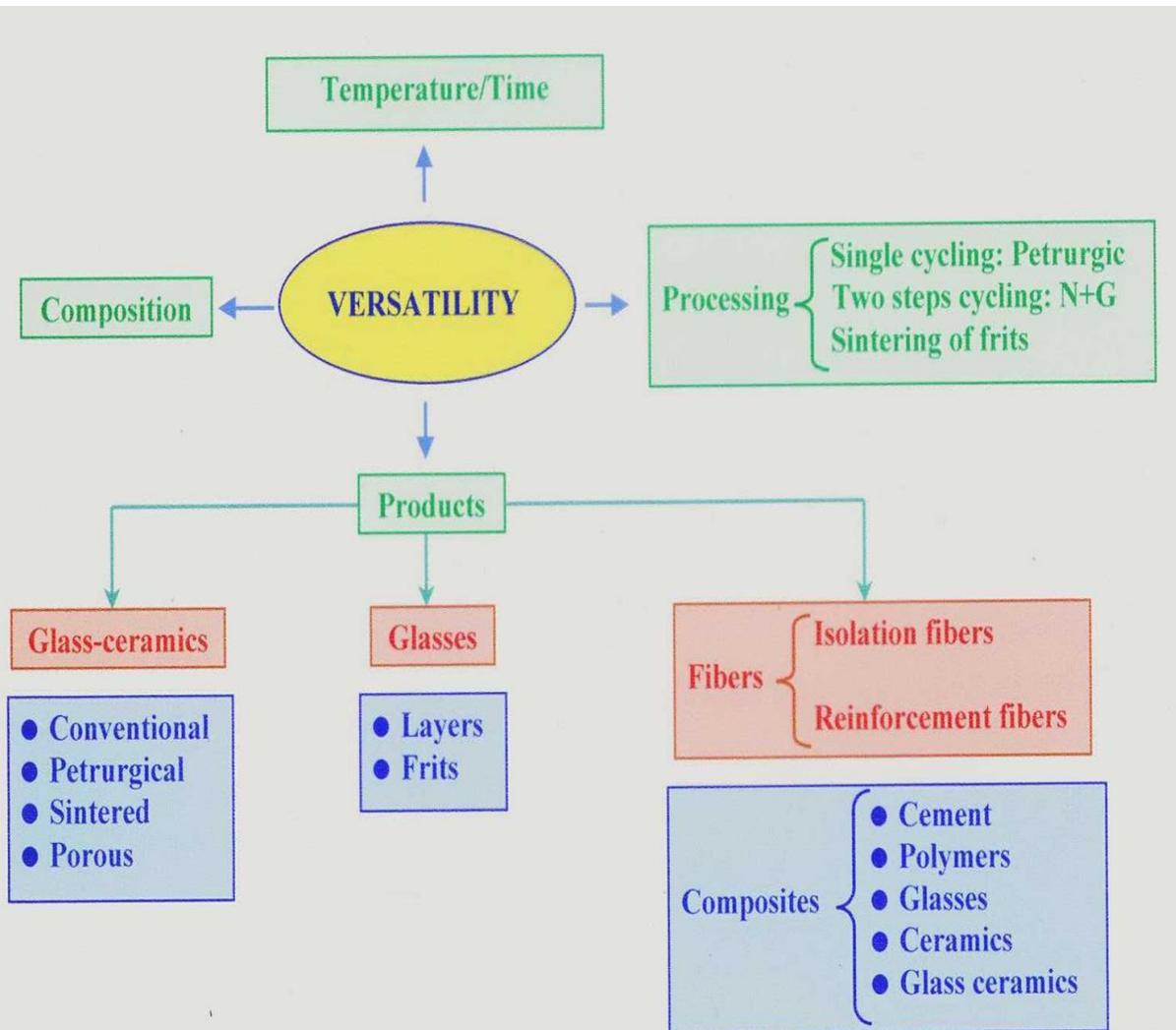
FORMULACION o DISEÑO DE LA COMPOSICION DE UN VIDRIO CONVENCIONAL



Container for recyclable used glass.



Siempre que tengo que hablar de las excelencias del **VIDRIO** me gusta resaltar una de sus mejores características y es... su **VERSATILIDAD** en procesos y en productos



TIPOS DE PRODUCTOS VÍTREOS EN EL MERCADO Y SUS APLICACIONES COMERCIALES

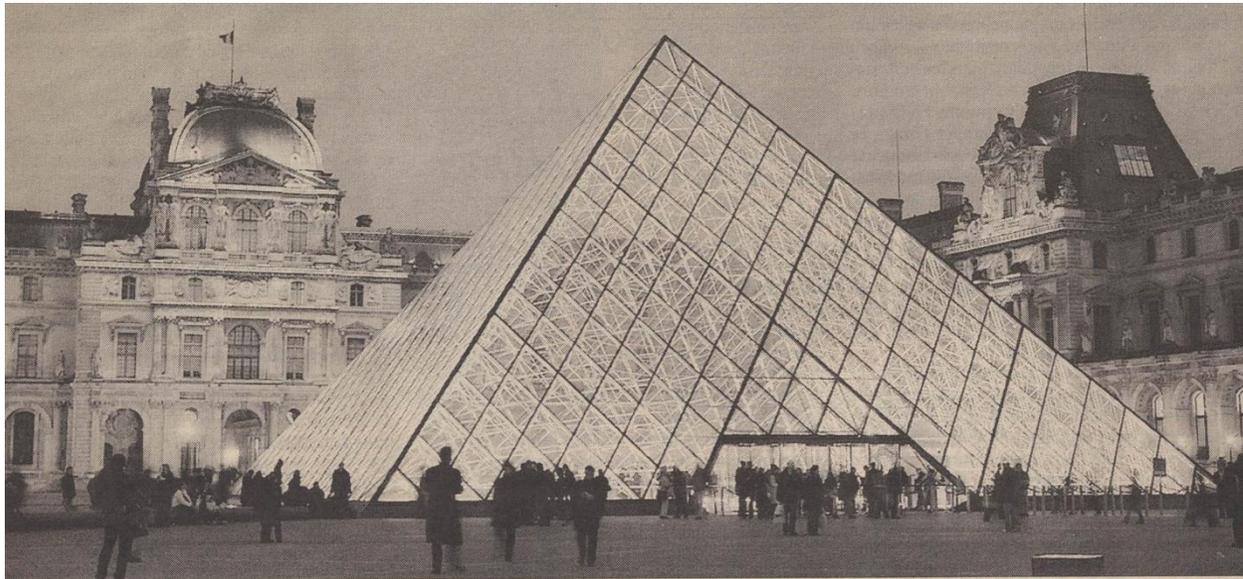
Tipo de producto vítreo	Forma del producto vítreo	Aplicaciones o uso
VIDRIOS MASIVOS	Vidrio plano Vidrio hueco	construcción doméstico, industrial
VIDRIOS POROSOS	En placas Granulados	construcción, industria biológico, construcción
FIBRAS VITREAS	Fibras largas Fibras cortas	construcción composites (construcción)
VIDRIOS EN CAPAS o VIDRIADOS	Según grosor y soporte (Frita: es un precursor vítreo)	azulejos y pavimentos cerámicos, recubrimientos
VITROCERAMICOS	Masivos: convencionales/ petrúrgicos Sinterizados	industria, construcción construcción, industria

EL VIDRIO ES IMPRESCINDIBLE PARA LA ARQUITECTURA



LADRILLOS o BLOQUES de VIDRIO

Entorno urbanístico y cafetería del IETcc-CSIC,
originales de RINCON



Pirámide del LOUVRE, París



Fotos de catálogos de los años
'60 coleccionados por RINCON

LA LUZ, ENCARNADA EN ESPÍRITU

La capilla del Rosario de Henri Matisse en Vence, con sus maravillosas vidrieras, es uno de los más hermosos edificios del siglo XX

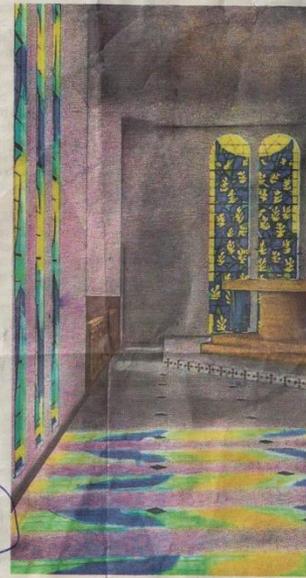
Henri Matisse cayó gravemente enfermo en un hotel de Vence, cerca de Niza, cuando tenía 71 años. Se estaba recuperando de sus graves problemas de salud. Había superado dos embolias pulmonares y un cáncer de duodeno. Y fue durante una penosa recaída cuando el pintor francés contrató como enfermera a una joven llamada Monique Bourgeois, hija de un militar y muy aficionada al dibujo. Monique había renunciado a seguir su inclinación por el arte tras la invasión de Francia por parte del Ejército de Hitler. Su padre estaba muy enfermo y decidió permanecer junto a él hasta que murió.

Durante varios años, la joven asumió el papel de verdadero apoyo espiritual de Matisse, con quien mantenía largas conversaciones sobre la pintura y la creación artística. Monique se convirtió en modelo del pintor, inspirando obras como 'El vestido verde y las naranjas'. Ella no quedó muy satisfecha de sus retratos y advirtió a Matisse que había poco parecido físico, a lo que el maestro respondió que la pintura no trataba de competir con la fotografía.

UN FELIZ ENCARGO. Fue en 1944 cuando la joven Monique, con apenas 23 años cumplidos, decidió ingresar en la orden de las dominicas tras una intensa crisis personal. Matisse no entendió la decisión, pero siguieron manteniendo la relación paterno-filial. El artista tenía entonces 74 años y su débil salud y los problemas familiares habían mermado su capacidad de pintar. Pasaba horas dibujando y experimentando con el papel.

Tres años después, Monique le pidió a Matisse que remodelara la capilla de Santa María del Rosario, el convento en el que ella vivía bajo el nombre de Jacques Marie. Era una especie de garaje, anexo a la residencia de las dominicas, a punto de desmoronarse.

Matisse aceptó de inmediato y se embarcó en la construcción de una nueva capilla, una feliz decisión que dio lugar a uno de los más bellos edificios del siglo XX. La visité hace más de 40 años y quedé



BELLEZA. En la capilla del Rosario es grande la tentación de extender la mano para atrapar una claridad que parece tener consistencia material

sobrecogido por la estética y la luminosidad del lugar. No es posible levantar un recinto que suscite una sensación de plenitud y de felicidad con tan pocos medios como los que empleó el genial pintor de Calais, nacido en 1869, un año antes del desastre de Sedan y el derrumbe del Imperio.

Fue el canto del cisne del gran creador, que morirá cuatro años después de acabar la obra. La nueva capilla, inaugurada en 1950, es un pequeño edificio de muros blancos con un tejado de dos aguas sobre el que se eleva una estilizada cruz. La luz entra en el templo por unas maravillosas vidrieras en las que predomina el color azul. La nave tiene una forma de L con el altar en diagonal para que el sacerdote pueda ser visto desde el lugar que ocupa el público y el espacio reservado a las monjas dominicas.

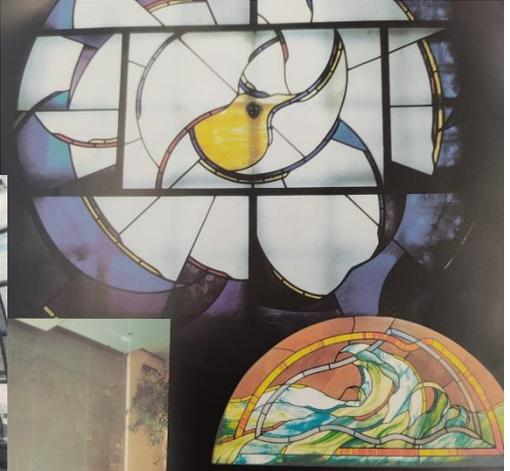
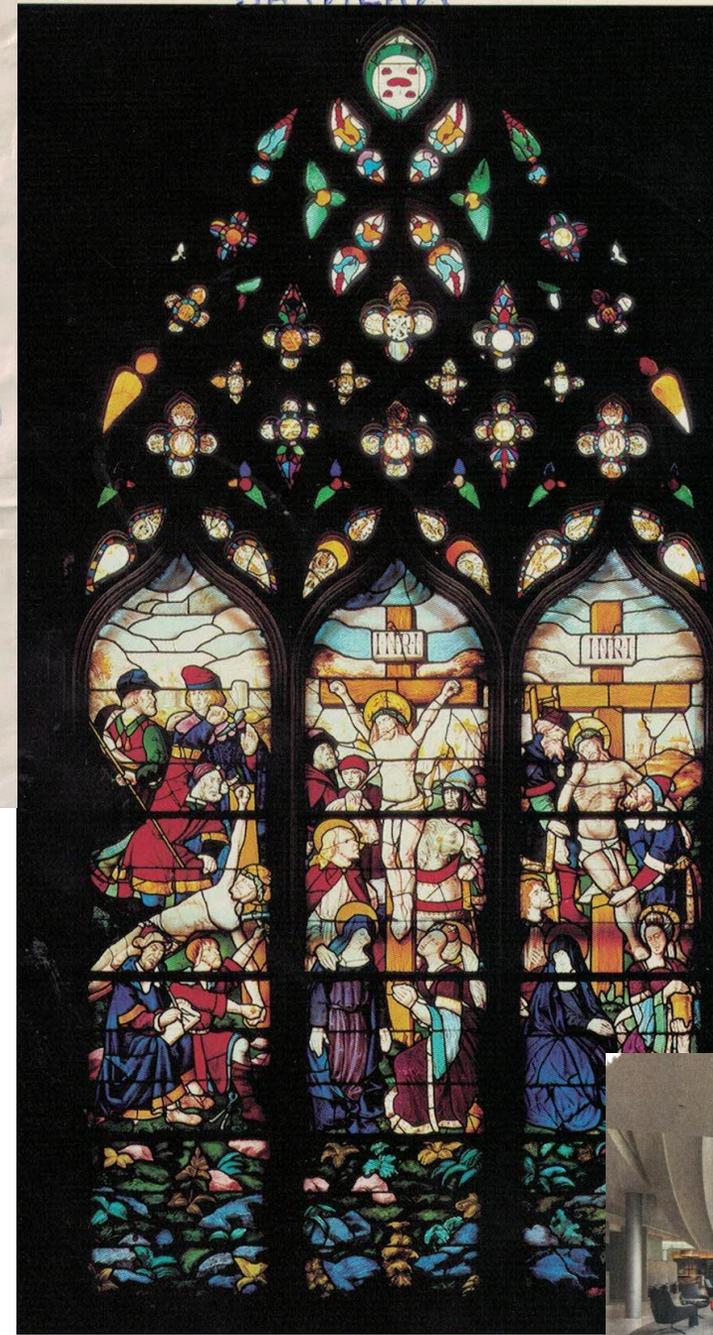
DRAMA PERSONAL Y SENSACIÓN MÍSTICA. En sus blancas paredes, Matisse optó por dibujar las escenas del calvario de Jesucristo, que están representadas como un mural con la misma técnica del arte rupestre. Y las vidrieras, en las que predominan las hojas y los motivos vegetales, filtran la luminosa luz de Provenza, creando una impresión de espiritualidad en el templo. Cuando visité la capilla en los años 70, extendí la mano para atrapar esa luz que parecía tener consistencia material.

Me llamó vivamente la atención el contraste de las escenas de la pasión de Cristo, en el que el artista se dejó llevar por la imaginación, y la atmósfera de quietud de la capilla. Muy probablemente, al final de su vida, Matisse sentía esa contradicción en su interior: el drama personal que había vivido en sus últimos años y esa sensación mística que proporciona la luz y la belleza del paisaje provenzal, donde su alma había hallado el reposo.

Matisse, cuyo proceso creativo guarda muchas semejanzas con el de Picasso, fue un artista en continua evolución. Fue adscrito al fauvismo en los inicios de su carrera, pero su evolución le llevó a superar cualquier catalogación. Pero si hay que reseñar una influencia es la de Gauguin.

Como se puede constatar en la capilla de Vence, Matisse fue un maestro del color. «Lo que cuenta en el color son sus relaciones. Gracias a ellas, y solo a ellas, un dibujo puede tener un color intenso sin que haya color», afirmó.

Hoy se puede disfrutar de parte de su obra en un museo en Niza, inaugurado en 1963 con la obra que él donó a la ciudad donde falleció. Allí sigue su cuerpo y su alma, flotando en el azul mediterráneo que tanto amó.

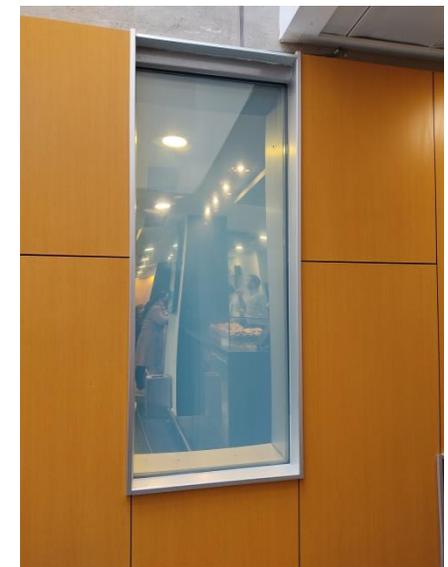


Grabado al ácido y a la arena - Vitrales Restauraciones - Dorados - Policromados - Rotul

su TRANSPARENCIA ES LA VIRTUD MAS APRECIADA



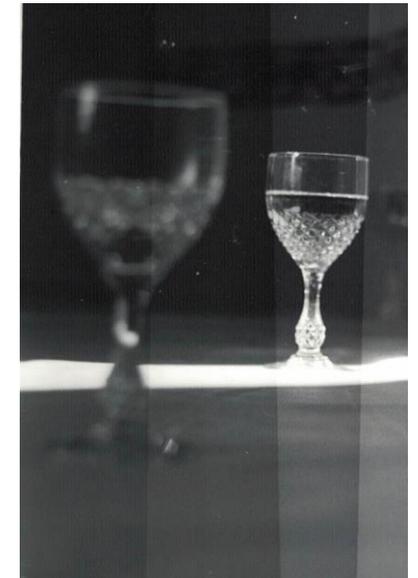
*Fotos original, Marisa Romero, 2021
Palacio de Cristal del Retiro, Madrid*



o incluso ...traslucidez



*Fotos originales,
Jesús Ma. Rincón,
2021, octubre- noviembre*

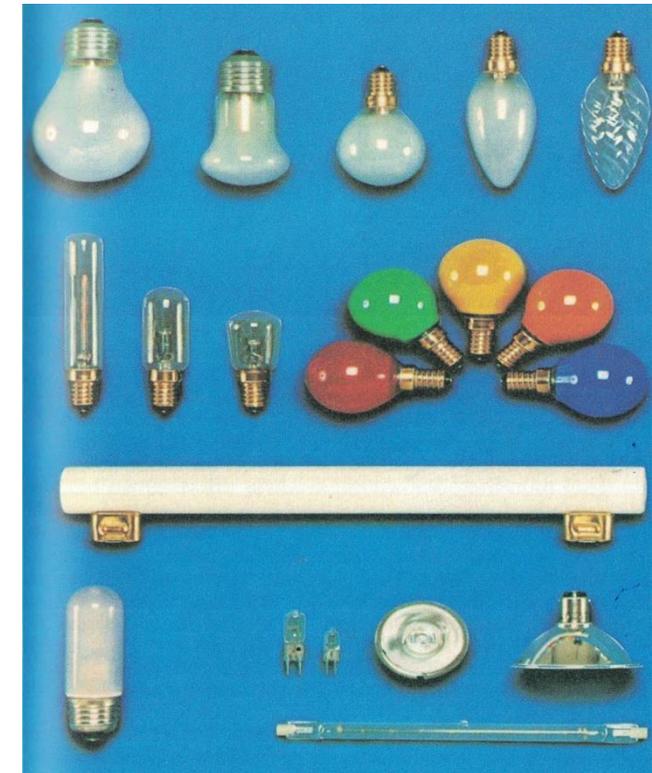


*Foto original,
Ricardo Rincón, 1993*

El VIDRIO permite disfrutar y conservar sanas las bebidas y alimentos ...y al mismo tiempo
Producir efectos sensoriales por sus juegos de belleza con la luz



El VIDRIO permite que
iluminemos nuestras viviendas
y entornos vitales



Tienda del aeropuerto de PRAGA, foto de Rincón, 2006

Pero también por su OPACIDAD...y posibilidades infinitas de COLORACION y para DISEÑADORES de moda incluso



RINCON
2021



CORNING y SCHOTT



INCONVENIENTE DEL VIDRIO: su elevado peso y su SONORIDAD, aunque ya hay botellas ultrafinas



Vidrio opal y opaco de LA GRANJA, S.XVIII

(foto RINCON, 2001)



Botellas de vidrio decoradas al fuego

tacto

Teclado de matriz con campos programables, detrás de los cuales se puede insertar un diseño personalizado.



placa de vidrio delgado anterior
capas conductoras altamente transparentes
placa de vidrio posterior

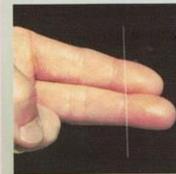
Paneles solares de diseño



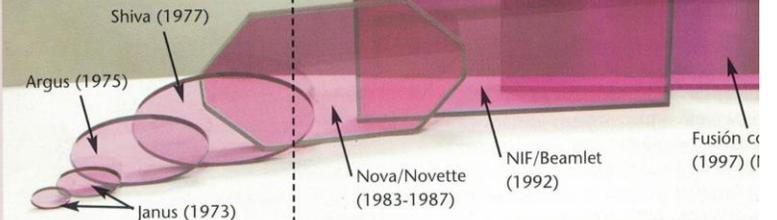
Sony ha presentado este mes en Tokio unas celdas solares para ventana, «Hana Mado», en las que el diseño es el protagonista, según informa «Gizmag». Para ello, han sensibilizado la celda con colorante que permite la conversión de la luz en energía. Sony asegura que esta tecnología es más barata que otros inventos solares y que además es fácil de instalar en cualquier ventana. Cuándo saldrá a la venta es un misterio aún.

l á s e r

Snitzer (1961)
Primer vidrio para láser



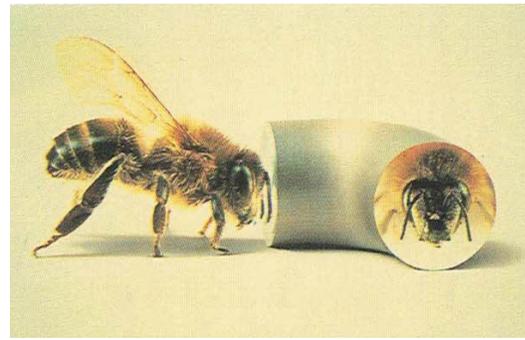
Tipo de vidrio
Silicato ← Fosfato
(libre de Pt)



Comparación entre los diferentes vidrios elípticos y placas de vidrio rectangulares moldeadas en los últimos 25 años, para los diferentes sistemas de láser construidos en



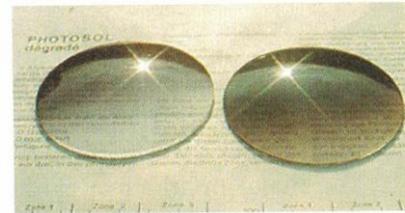
Fibras
ópticas



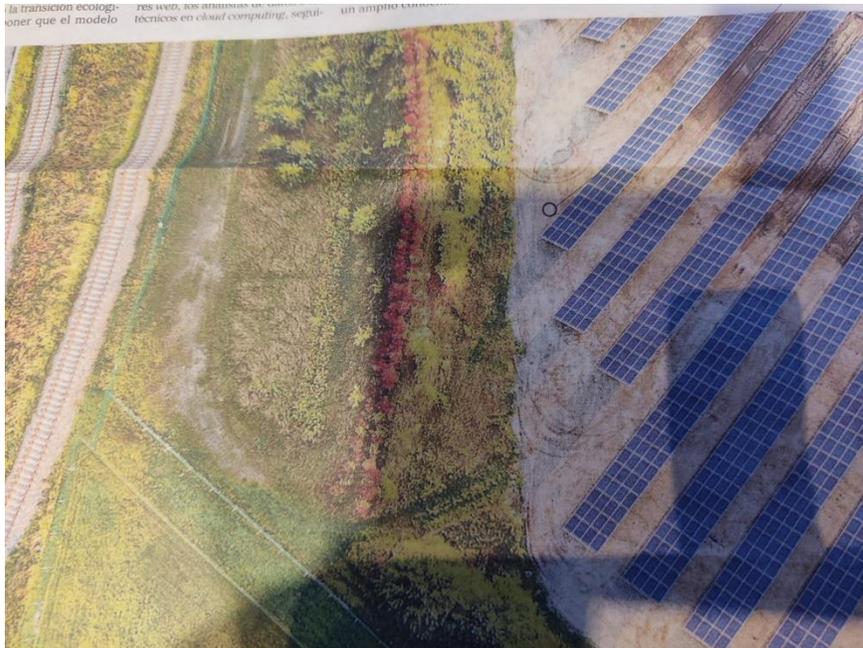
Guía óptica de vidrio



Fibras MINERALES,
como aislante térmico- acústico



VIDRIO
FOTOCROMICO
GAFAS



Almacenamiento
de NARANJAS.
Anuncio de 1965

Placas vidrio
en CELULAS
SOLARES

SISTEMAS DE MONTAJE PARA EL AISLAMIENTO TÉRMICO DE ALMACENES DE AGRIOS CON



Vitrofib
FIBRA DE VIDRIO

Cualquiera que sea el sistema de construcción del almacén y aun cuando ya esté terminado, o incluso sea antigua, es fácil, rápido y económico su aislamiento térmico con VITROFIB, Fibra de Vidrio.

Los numerosos sistemas de montaje para el aislamiento VITROFIB, Fibra de Vidrio, resolverán fácilmente el de su almacén de frutos; en tejados, desvanes, cielos rasos, muros, terrazas a la catalana, etc.

EJEMPLO DE ESTUDIO DE LAS VENTAJAS DEL AISLAMIENTO VITROFIB EN VERANO

Cálculo de la penetración del calor a través de la cubierta compuesta de teja plana sobre listones sin cubrejuntas.	
Temperatura de la cubierta expuesta al sol	60°C
Temperatura interior	25°C
Coefficiente K, sin aislamiento	2,40
Coefficiente K, con aislamiento VITROFIB, de 50 mm.	0,483
Entrada de calor a través de la cubierta, sin aislamiento .. (60°C - 25°C) 2,40 =	84,00 Cal M ² H.
Entrada de calor a través de la cubierta, con aislamiento VITROFIB 50 mm. (60°C - 25°C) 0,483 =	16,901 Cal M ² H.

Este cálculo demuestra que la entrada de calor al interior del almacén, a través de la cubierta, con aislamiento VITROFIB, Fibra de Vidrio, es CINCO VECES MENOS que sin aislamiento.

Un cálculo análogo demostraría que la entrada de calor a través de las muros, es CUATRO VECES MENOS con aislamiento VITROFIB, que sin aislamiento.

¡ASEGURE SUS COSECHAS AISLANDO SUS ALMACENES!



(Colección de catálogos antiguos de RINCON)



Polímeros opacitables

iTecVision comercializa vinilos y cristales inteligentes para configurar espacios más privados, cómodos y funcionales.

Se ensombrecen o transparentan cuando decide el usuario, suprimen el uso de persianas o cortinas y bloquean el 99% de los rayos ultravioletas



INNOVACIÓN Propuestas diferenciales

El luminoso despliegue del vidrio inteligente

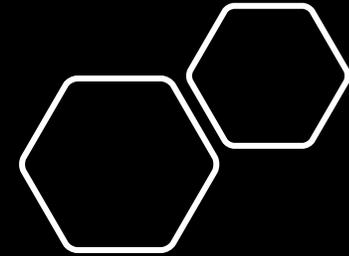
6 MARZO 2022 - ABC

La innovación en este material da brillo a los espacios más importantes del mundo y para grandes multinacionales. Ha

Hemos conseguido, después de dos años y gracias a un equipo de científicos e ingenieros liderados por Vicente Velasco y Teo del Caño, que un material de construcción blanco pueda atraer la luz del sol y producir bastante energía fotovoltaica. Cuenta con una potencia de alrededor de 120 W/m². Se trata de una revolución tecnológica sin precedentes», sentencia Beltrán.

sarlos por un horno de laminación. De esta forma, se convierte en un cristal inteligente que se ensombrece o transparenta cuando el usuario lo decide.

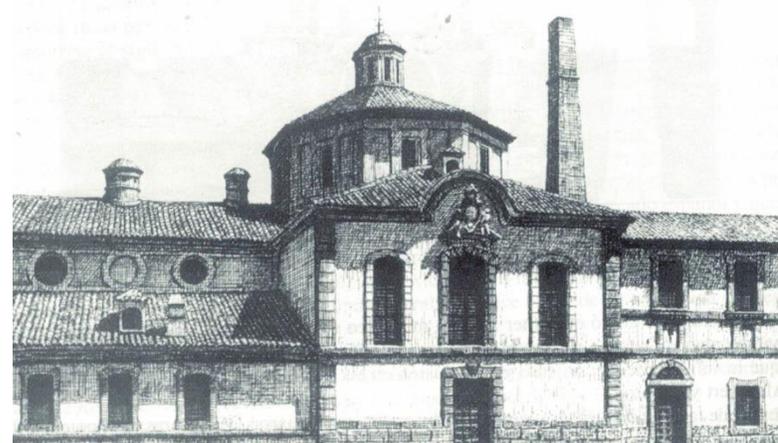
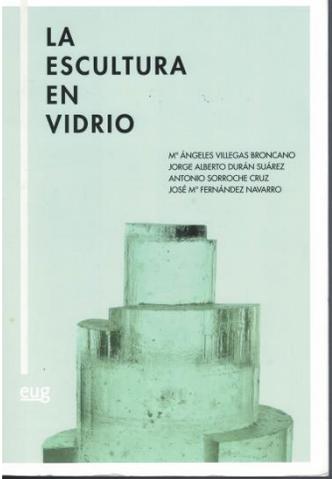
Las dos posibilidades son ecológicas porque reducen el consumo energético de aire acondicionado o de calefacción y permiten suprimir el uso de persianas y cortinas, además de bloquear el 99% de los rayos ultravioleta. «El ahorro



COMO OBJETO ARTISTICO TAMBIEN ES MUY VALORADO



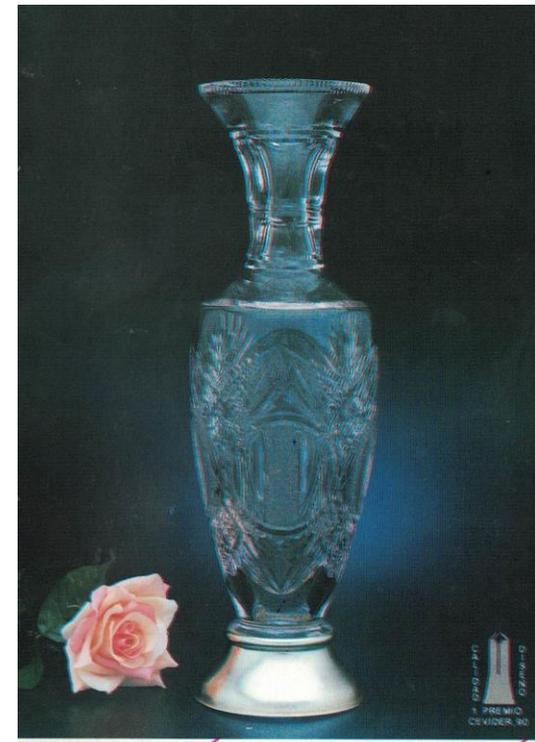
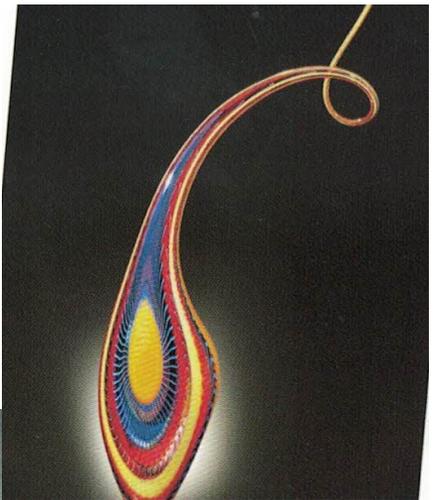
British Museum. Londres



Real Fábrica de Cristales de La Granja, Segovia
(dibujo de Macarron, libro El Vidrio de JMª Fdez Navarro, 1992)

Artista de Murano, Italia

Museo de la Corning, EEUU



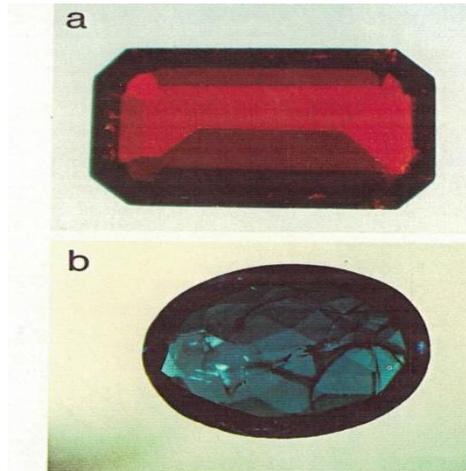
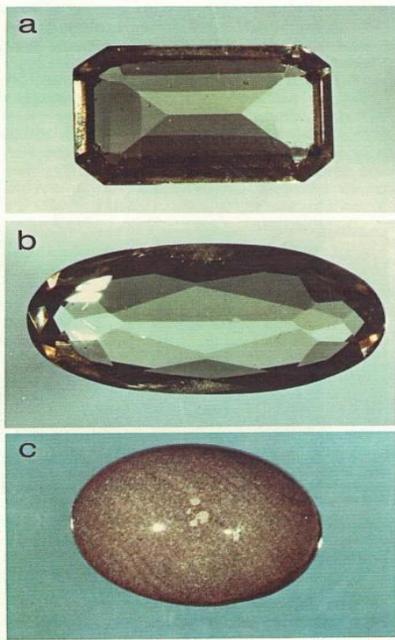


Figura 10. Aspecto de vidrios de cobre tallado en esmeralda (a) rojo rubí y en navacilla (b) azul de cobre).

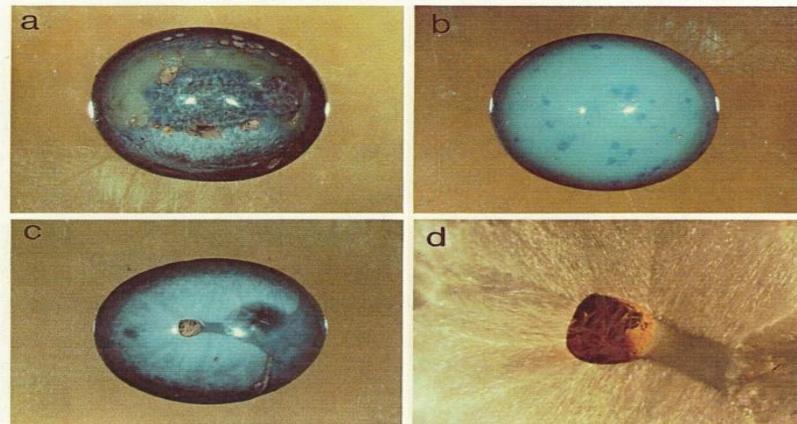


Figura 6. Materiales vitrocerámicos tallados en cabujón ovalado obtenidos a partir de vidrios de $\text{Li}_2\text{O}-\text{CdO}-\text{SiO}_2$ con V_2O_5 añadido como agente nucleante de la cristalización: a) tratamiento térmico a 500°C durante 24 horas, b) tratamiento de 650°C durante 2 horas, c) tratamiento de 700°C durante 2 horas y, d) geoda de cristales de disilicato de litio en la gema artificial anterior.

Vidrios y materiales vitrocerámicos artificiales de interés gemológico

J. GARCIA GUINEA
 * Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) e Instituto Gemológico Español.
 Dr. Geólogo y Gemólogo.

por y J. M.^a RINCON LOPEZ
 ** Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC).
 Dr. C. Químicas.

Resumen

Un total de 22 materiales vitrocerámicos obtenidos a partir de vidrios de sistemas de composición conteniendo Li_2O con diversas adiciones de MnO_2 , Cr_2O_3 o incluso CdO han sido analizados desde el punto de vista de sus aplicaciones gemológicas. Para ello, después de ser convenientemente tallados y pulidos han sido sometidos a determinaciones de propiedades ópticas: índice de refracción, reflectividad, color, etc. y propiedades mecánicas tales como: dureza y resistencia al desgaste.

Abstract

The Glass-ceramics obtained from controlled nucleation and crystallization of glasses could be used as gems. Therefore, 22 glass-ceramics obtained from lithia-glasses with MnO_2 , Cr_2O_3 , V_2O_5 or CdO additions have been considered from the gemologic point of view. Hence, after cutting and polishing their optical properties: refraction index, reflectivity, colour... and mechanical properties such as wear resistance and toughness have been determined.

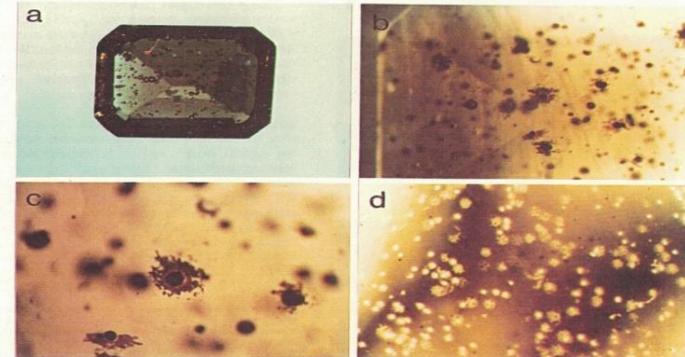


Figura 1. a) Aspecto del material vitrocerámico de $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2-\text{CaO}/650/2$ tallado en esmeralda b, c y d. Diversas áreas observadas por microscopía óptica de reflexión mostrando cristalizaciones nucleadas en burbujas (b y c) y ejemplares de burbujas (d).

Vidrios de SILICATOS DE LITIO

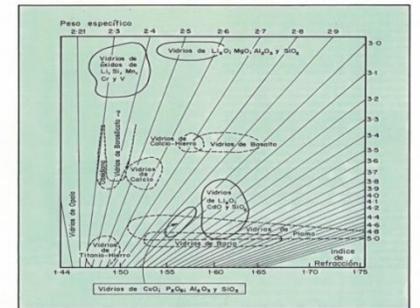


Figura 11. Diagrama de correlación de Braggford-Walker entre el índice de refracción y el peso específico con la adición en el sistema de los vidrios y materiales vitrocerámicos aquí investigados como gemas artificiales.



Vidrios Pyrex,
Vycor,
de Silice Pura
etc...

SGG BIOCLEAN[®]
evita la condensación externa
por su comportamiento hidrofílico



LA FUNCION DE AUTOLIMPIEZA SE PRODUCE GRACIAS
a una capa de
OXIDO DE TITANIO FOTOCATALITICO

Sistemas: $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{K}_2\text{O}$

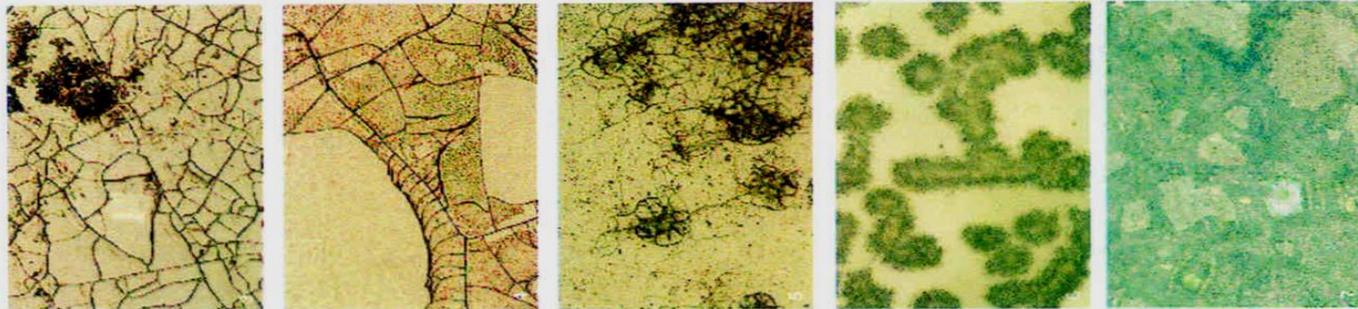
(Dieter R. Fuchs - Schoot - Alemania)

$\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{K}_2\text{O} - \text{P}_2\text{O}_5$

(P. Callejas, M^a. F. Barba y S. Moya - I.C.V. - España)

CORROSION DEL VIDRIO: Por efecto de la
humedad, SO_x y NO_x del Ambiente

Determinación con MEB/EDX y IR-TF



1 2 3 4 5

1. Microfisuras
2. Desconchamiento
3. Cráteres de corrosión
4. Corrosión por picadura
5. Corrosión sup. total



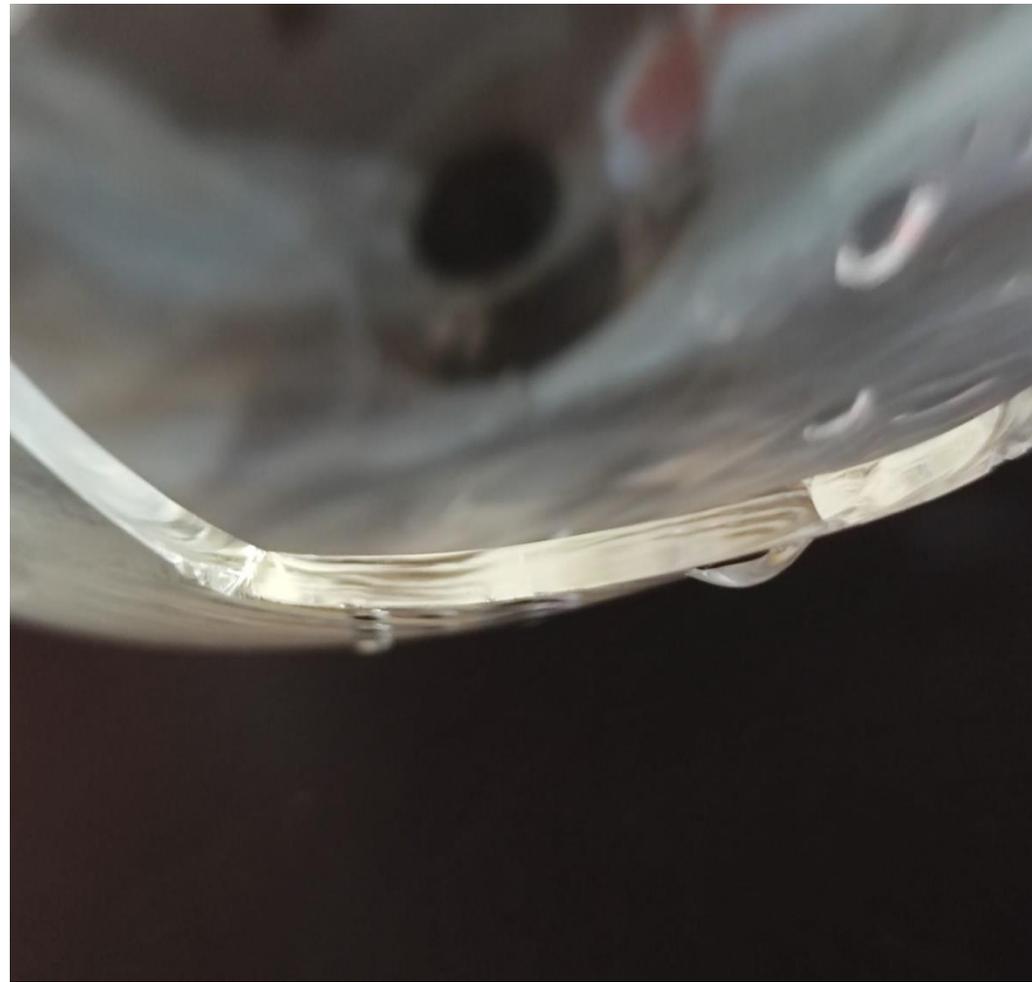
Vidrios Sensores de gases contaminantes NO_x y SO_x de la atmosfera

*P Callejas, M^oF Barba, JS Moya,
Congreso de Materiales, Madrid, 2002*

Pero tambiénfrágil

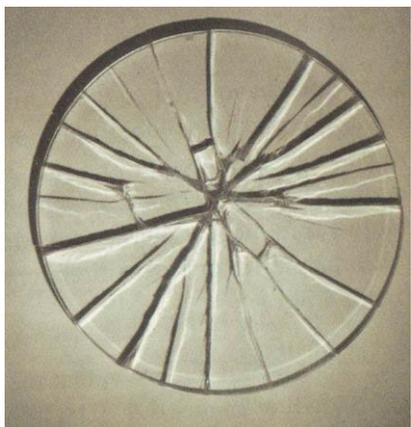


AUNQUE SU RESISTENCIA MECANICA debería ser teóricamente mucho mayor...según GRIFFITH entre 1920-24 postuló la existencia de “microgrietas” para explicar este fenómeno

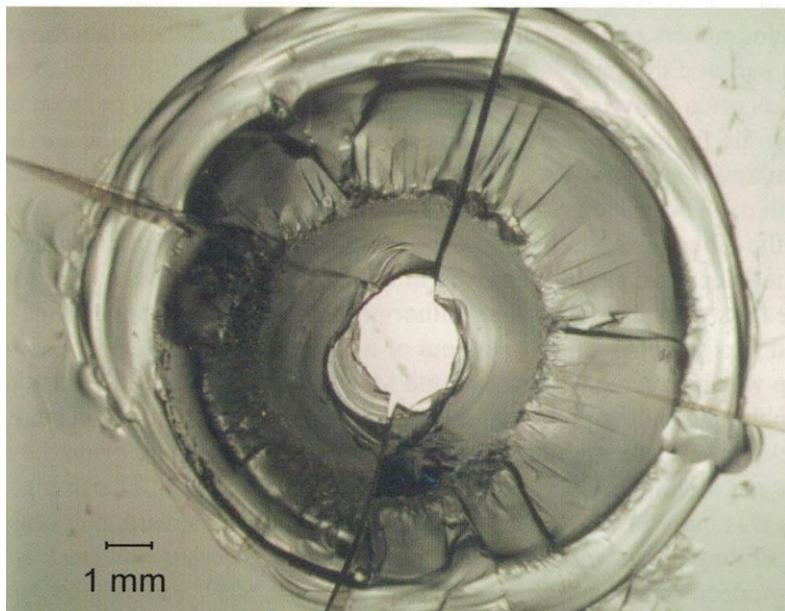


Se ha investigado mucho en el siglo XX pasado para mejorar su resistencia mecánica. El procedimiento que más éxito ha tenido ha sido el del CAMBIO IONICO en su SUPERFICIE

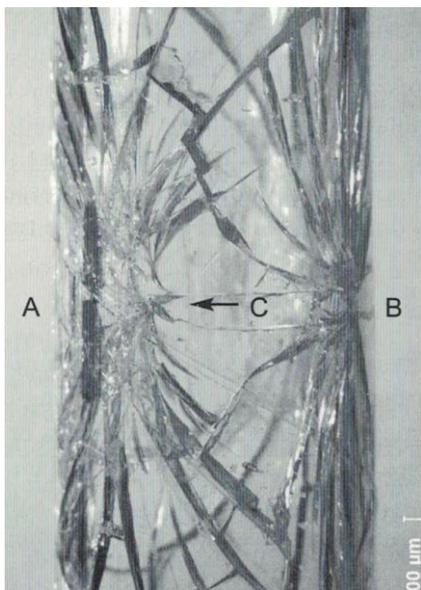
Fractografías del vidrio mostradas en:



Disco de borosilicato

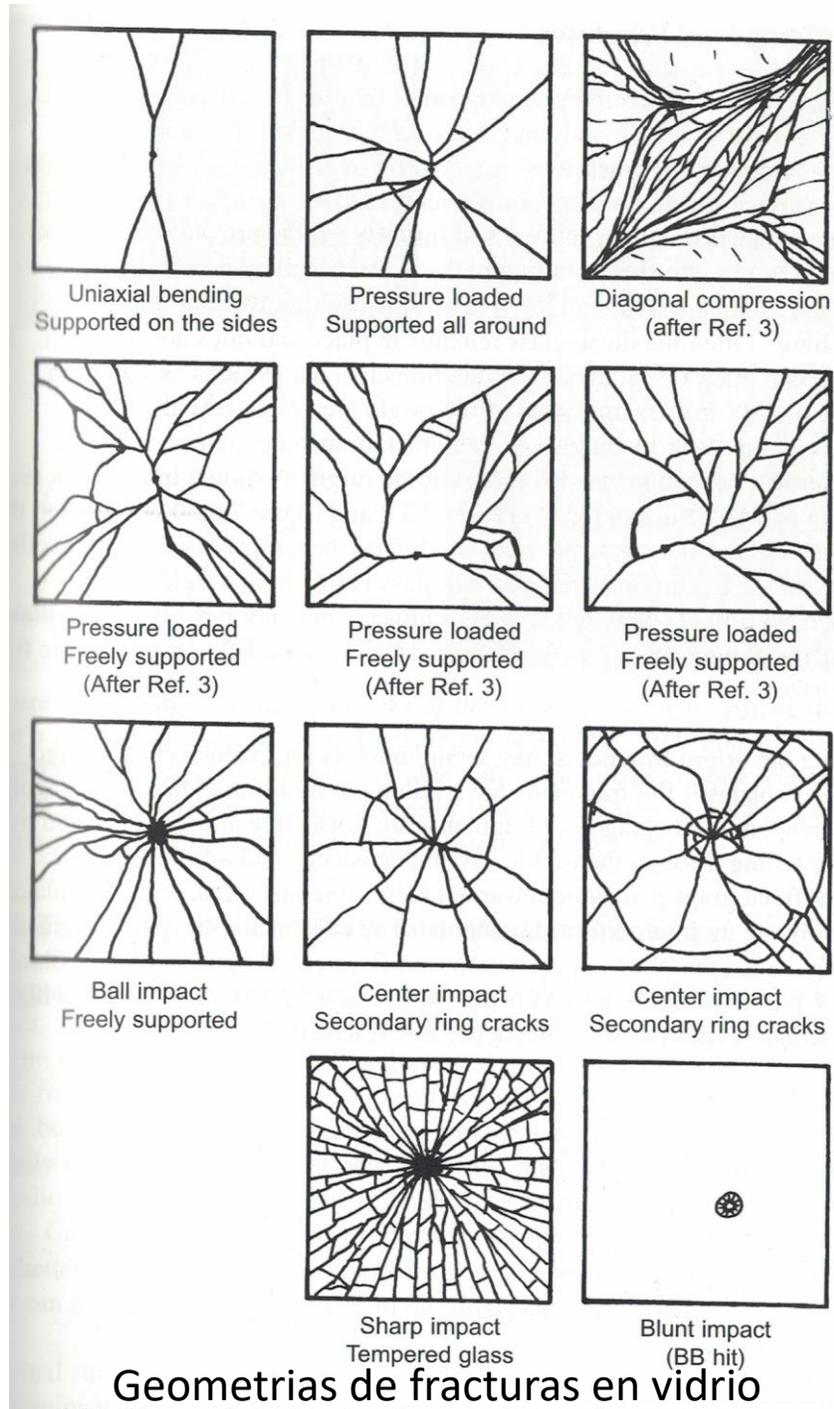


grietas radiales en severo impacto de bala en vidrio de seguridad
(Varner and Frechette, recogido en...)



George D. Quinn, *Fractography of Ceramics and Glasses*, NIST; US Dept of Commerce, Special Publication 960-16, Washington, 2007, pags 4-5, 4-29, 4-35, 6-27

Impacto en A que produce rotura en B y crea grieta adicional que viaja hacia A



AUNQUE LA resistencia al CHOQUE TERMICO del vidrio convencional sodo-cálcico es baja, hay vidrios que superan este inconveniente

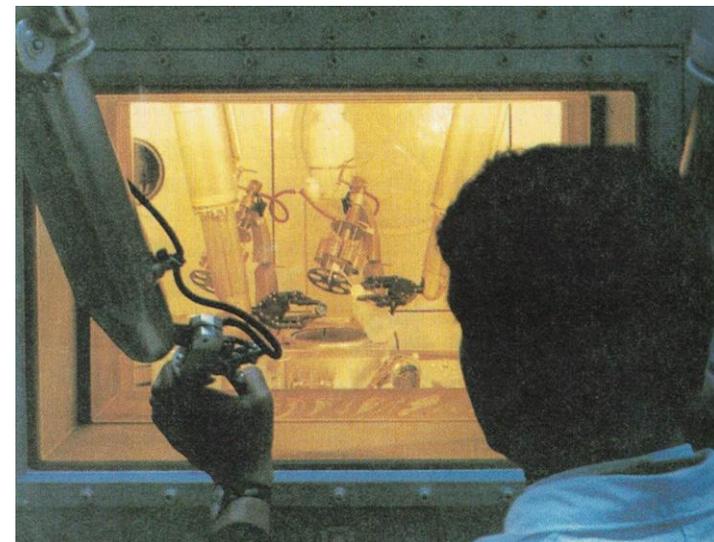
Vidrio	$\alpha \cdot 10^6 [K^{-1}]$	$\Delta T [^{\circ}C]$
Vidrio cristal al plomo	9,5-10,5	≈ 58
Vidrio de silicato sódico cálcico	8,7-9,0	≈ 65
Vidrio de borosilicato	3,3	≈ 190
Vidrio de sílice pura (SiO ₂)	0,5	≈ 1200
Vitrocerámica de eucryptita	≈ 0	$\approx \infty$



o de beta- espodumena (s.s. Beta-Cuarzo Li₂O.Al₂O₃.4SiO₂)



VIDRIO RESISTENTE AL FUEGO



VIDRIO RESISTENTE A LA RADIACION NUCLEAR con altos contenidos en PbO

VIDRIOS DE Li₂O-CdO-SiO₂

ABSORBENTES DE NEUTRONES TÉRMICOS (lentos)

Rincón Tesis UCM 1982

ADEMÁS.....

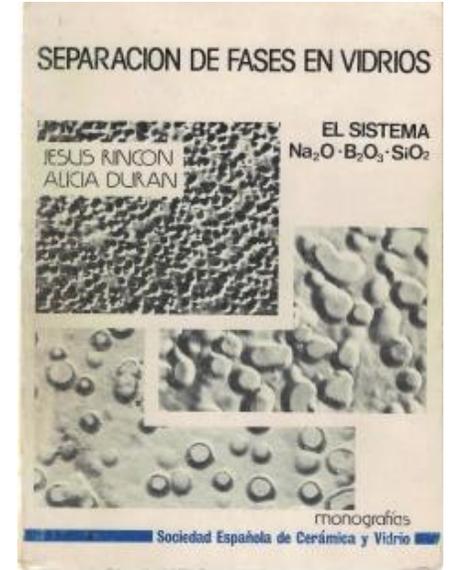
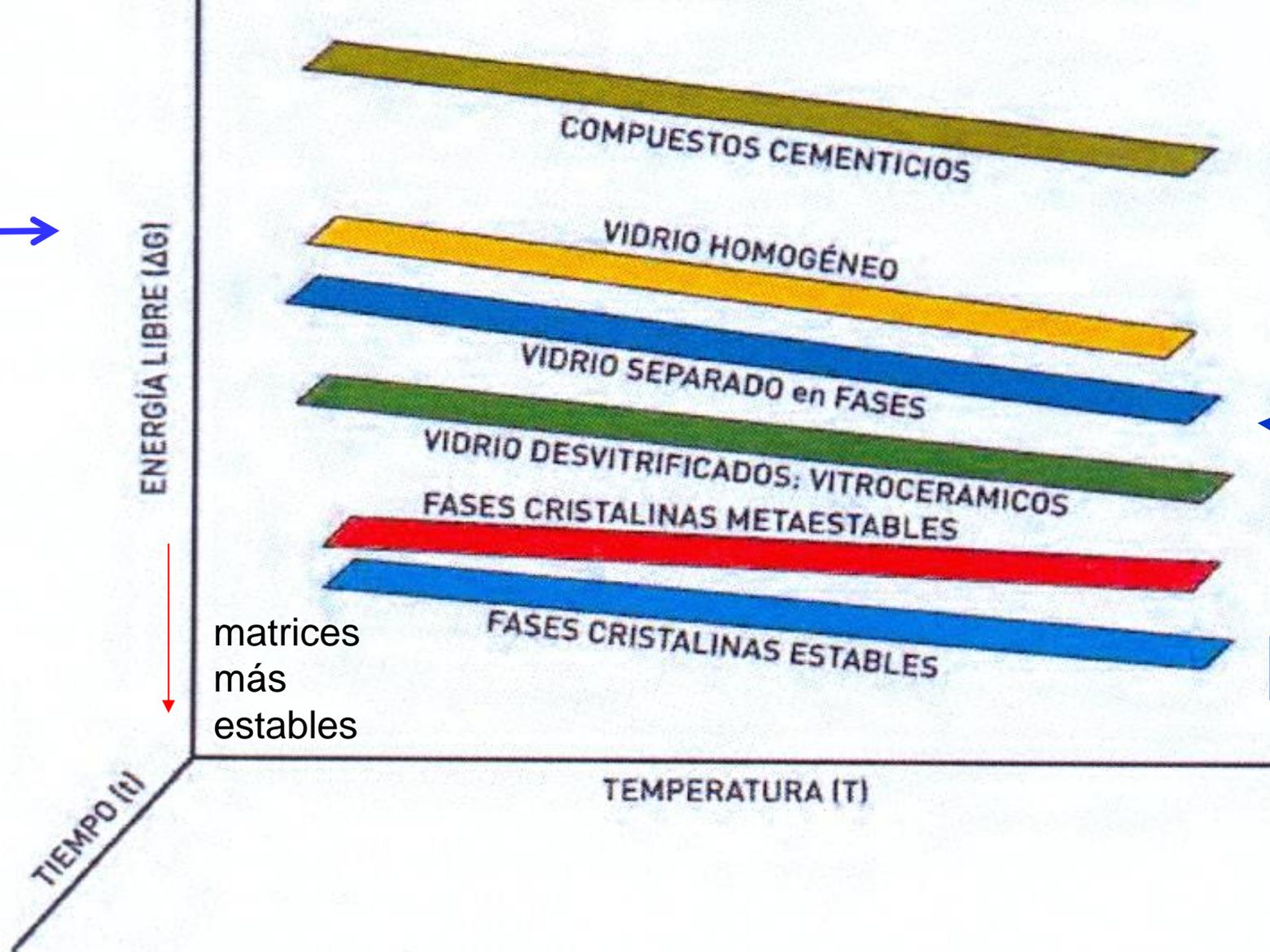
EL VIDRIOtiene una gran ventaja sobre otros materiales y es **Su DURABILIDAD frente a la corrosión**, al ataque por el agua o medios ácidos o alcalinos, e incluso su ESTABILIDAD FRENTE AL TIEMPO

e incluso

Ahora que estamos tan sensibilizados con la pandemia del COVID...

Sus **propiedades BIOCIDAS y VIRUCIDAS.....y hasta AUTOLIMPIANTES**





ESPINELAS

ESTABILIDAD TERMODINAMICA RELATIVA DE DIVERSOS COMPUESTOS

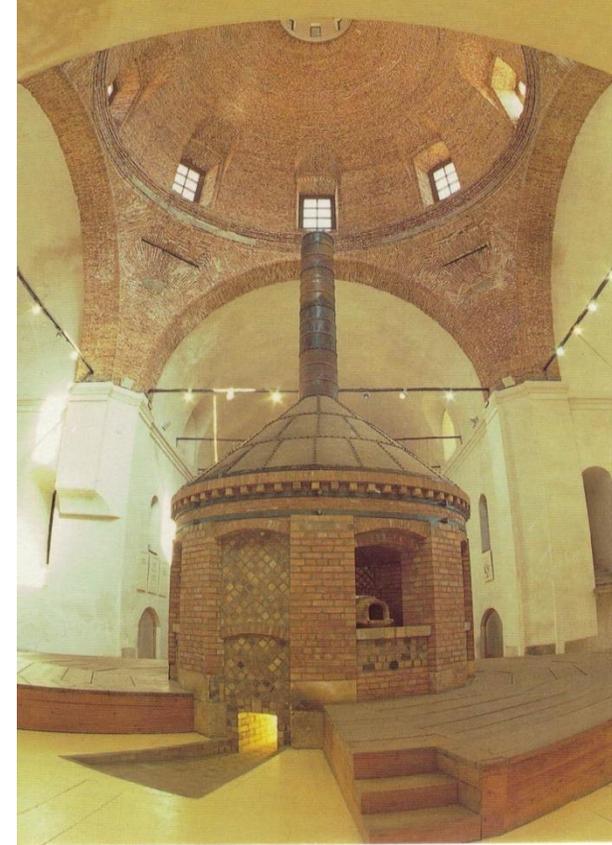
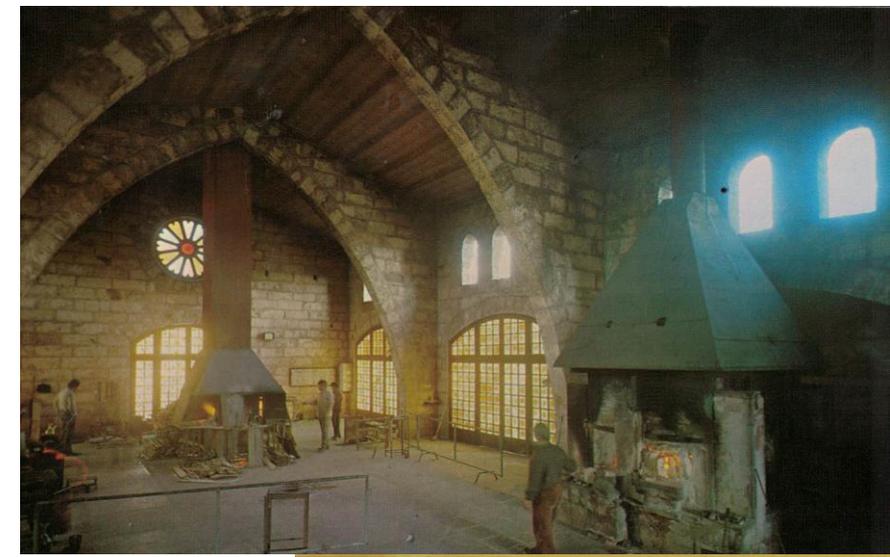
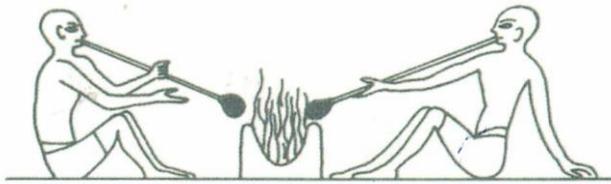
(Modificado de Jaime Alamo, Univ. Valencia en el libro editado por RINCON...

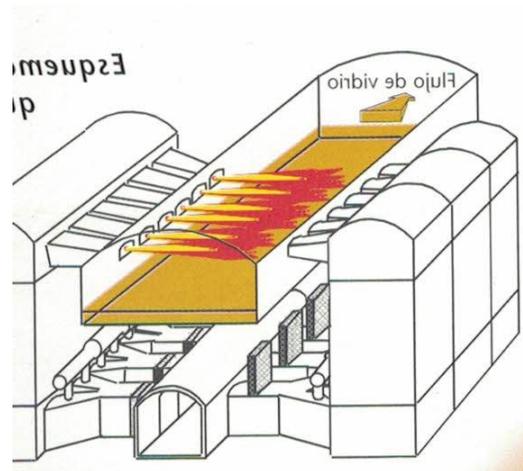
GLASSES AND GLASS-CERAMICS FOR NUCLEAR WASTE MANAGEMENT, CIEMAT y SECV, Madrid, 1987)

Su PROCESADO O METODOS DE FABRICACION

Se ha mejorado enormemente continuas INNOVACIONES

Pero el método más tradicional es el de SOPLADO después de la FUSION en hornos a elevadas temperaturas





FONDO DE LA SOLERA DE UN HORNO BALSA después de su apagado o parada

Así se hacen las ventanas

Desde que es arena hasta que se convierte en hoja de cristal, hay que someter a los materiales a temperaturas y tratamientos extremos antes de que puedas ver a través de ellos

Arena de sílice
Es el principal ingrediente, y el tipo de arena más habitual en los desiertos. Compuesto casi íntegramente de sílice, la pureza química de este material ayuda a hacer que el cristal sea transparente.

Ceniza de sosa
También conocido como carbonato sódico, este ingrediente esencial reduce la temperatura de fusión de la mezcla.

Caliza
Extraída de la roca, la caliza añade propiedades físicas deseables para el producto final, como la durabilidad y la resistencia química.

Sulfato de sodio
Este componente se añade a la mezcla del vidrio para mantener una calidad uniformemente alta. Elimina las burbujas de aire del cristal líquido y garantiza una sustancia uniforme.

Fundido
Una vez mezcladas, se introducen las materias primas en el horno. La mezcla se derrite a temperaturas superiores a los 1.500 °C.

Flotado
Esta sección es un baño flotante. Al verse en un baño de estaño fundido, el cristal flota y se mantiene plano en la superficie. Un mecanismo hace que la capa se mantenga en movimiento a lo largo del baño y se pueda controlar la velocidad y grosor del cristal creado.

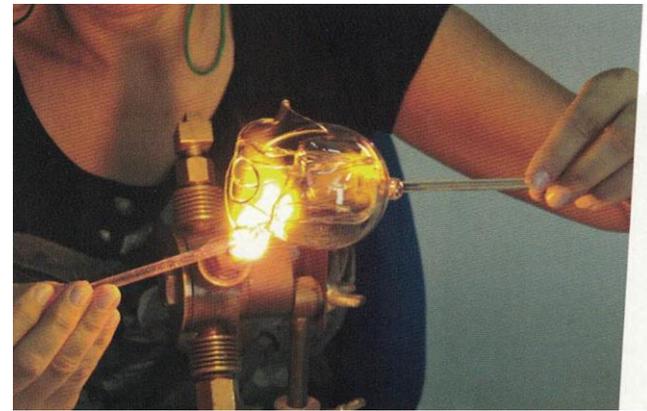
Recocido
En esta fase de refrigeración, el líquido se encoge y comienza a cristalizarse. Suele ser un proceso lento para que la presión se alivie gradualmente.

Inspección
Entre cada fase, los trabajadores inspeccionan la línea de producción y garantizan que el cristal producido sea de la máxima calidad. Esta inspección puede automatizarse, siendo máquinas las que escanean el cristal en busca de burbujas o irregularidades.

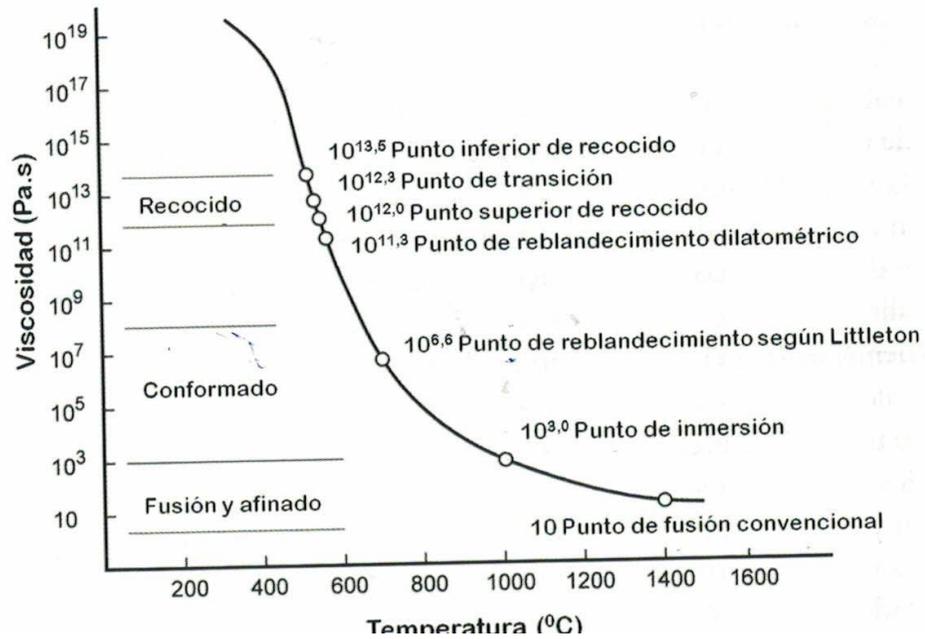


Corte
Una máquina al final de la línea corta el cristal según convenga. Se recortan los bordes de las hojas de cristal para obtener hojas regulares que puedan venderse por metros cuadrados.

Tipo de conformación	η [Pa·s]
Colado	$< 10^2$
Soplado	$10^{3,8} - 10^{5,0}$
Estirado	$10^{3,0} - 10^{4,6}$
Prensado	$10^{3,5} - 10^{6,0}$
Salida de molde	$10^{4,5} - 10^{7,0}$



MOLDEADO al SOPLETE



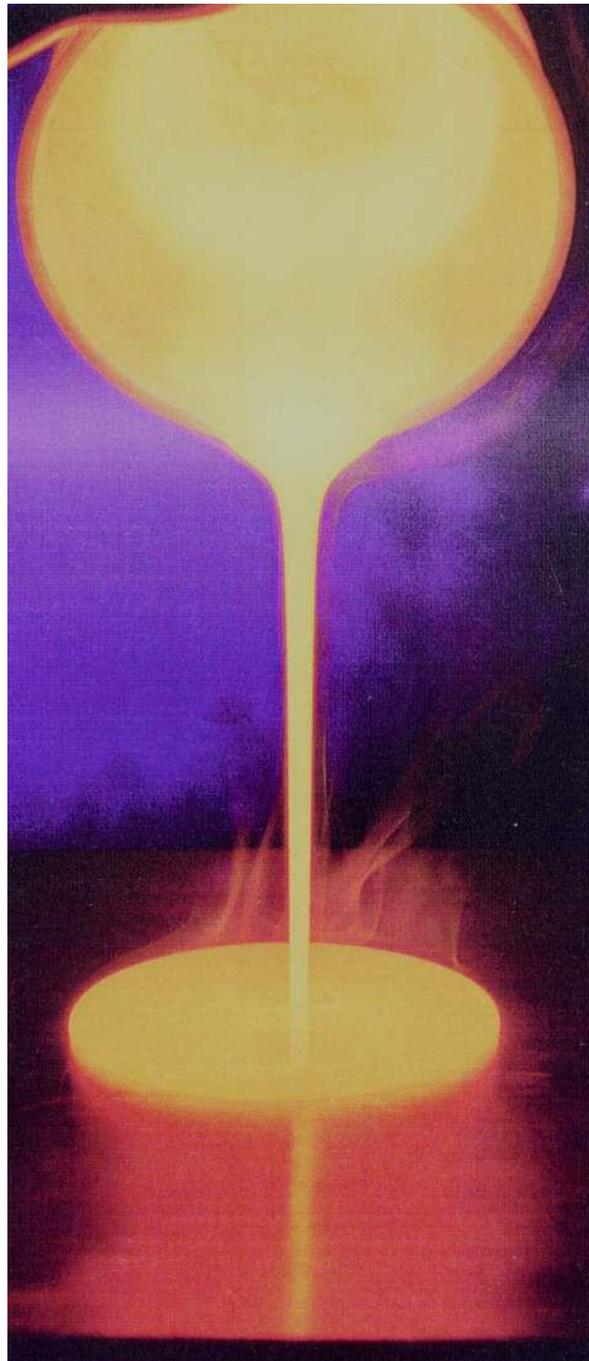
Fibrado

Prensado en caliente



VIDRIO en polvo

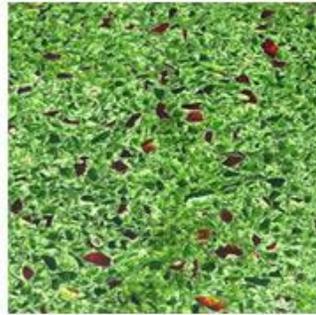
... FRITAS....



PRODUCTOS Y APLICACIONES A PARTIR DE VIDRIOS EN POLVO



Artesanía



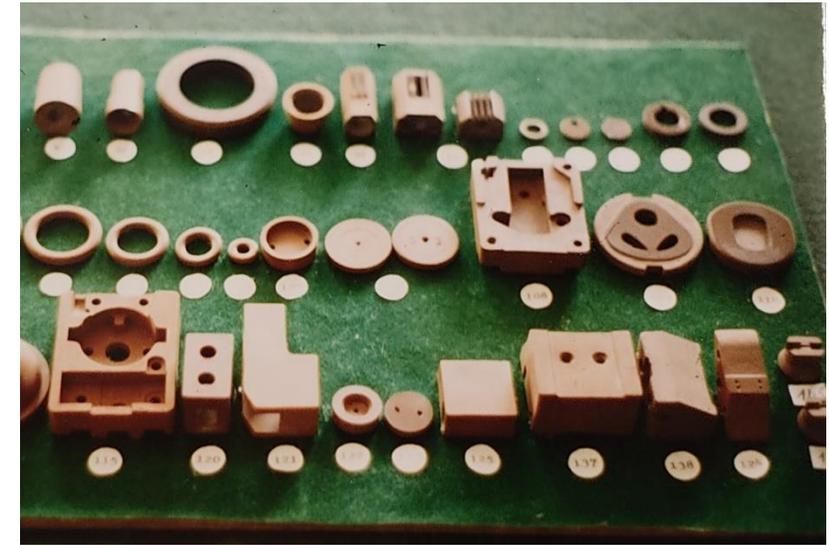
Pavimento Continuo



Filtrado



Revestimiento



Vidrios cristalizados (VITROCERAMICOS)
a partir de polvos de basaltos
vitrificados
(de la empresa Petrurgia, Bulgaria)



**Estabilización
Suelos**



Junta Aséptica



**Limpieza
Fachadas**



Microesferas



Monocapa



Paisajismo

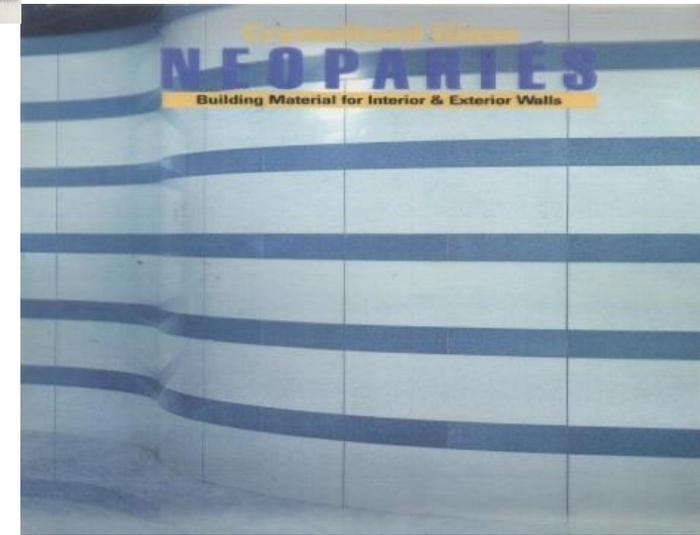
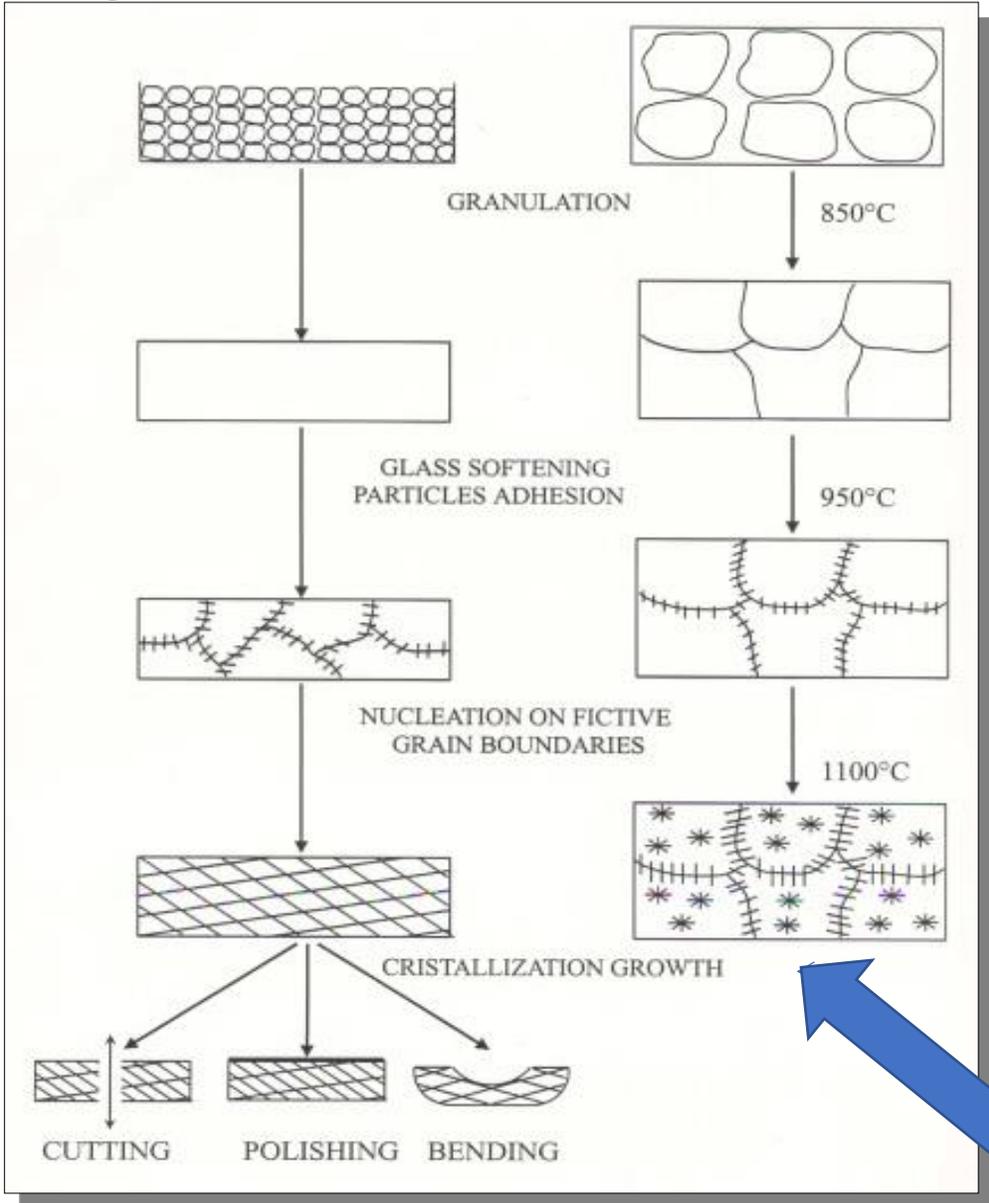


**Piedra
Reconstruida**



Vidrio Plano

MATERIALES mitad VIDRIO mitad CERAMICO para la CONSTRUCCION a partir de gránulos VITREOS de $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$



Nippon Electric Company

ANORTITA- WOLLASTONITA + VIDRIO RESIDUAL

RECICLABLE ...por tanto bueno desde el punto de vista económico (ahorro de materias primas)
y ecológico (eliminación de residuos)



Todos tenemos igloos cercanos a nuestros hogares

(fotos originales de RINCON, 2021)



Hélices de aerogeneradores fabricados con fibra de vidrio en polipropileno
(en 2017, RINCON-CSIC en colaboración con científicos del CENIM-CSIC y cols. demostraron que las fibras de vidrio de los aerogeneradores desechados o defectuosos -> pueden reciclarse en materiales de pavimentos de la construcción

F. A. López, M. I. Martín, F. J. Alguacil, J. Ma. Rincón, T. A. Centeno and M. Romero

Thermolysis of fibreglass poliéster composite and reutilization of the glass fibre residue to obtain a glass-ceramic material, J. of Analytical and Appl. Pyrolysis 93, january (2012) 104-112



Melodie der Herzen



Saturn



Step by step



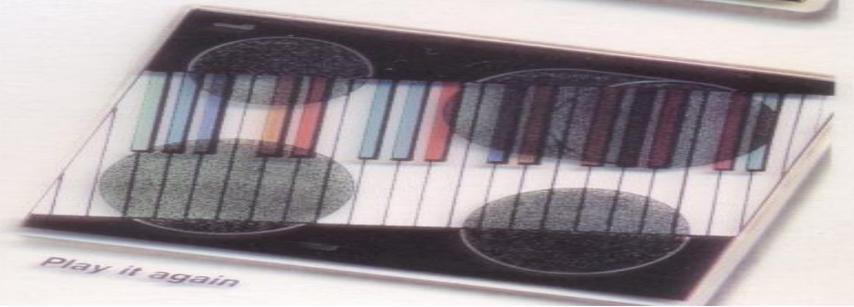
Overlay



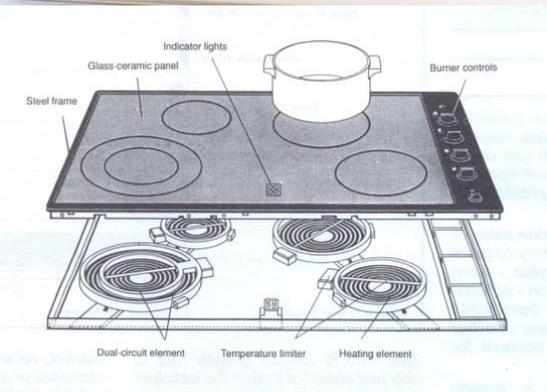
Raum



When I was Roy

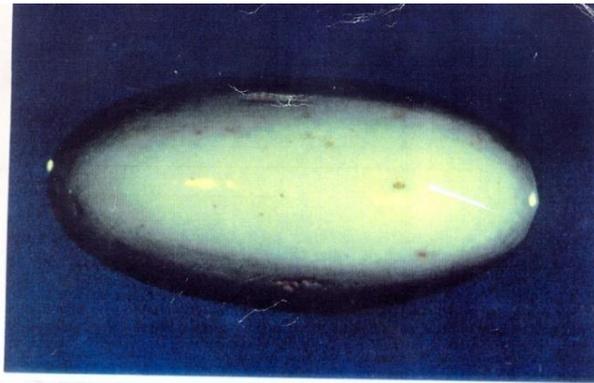


Play it again



Swirl

ENCIMERAS DE COCINA DE PYROFLAM®

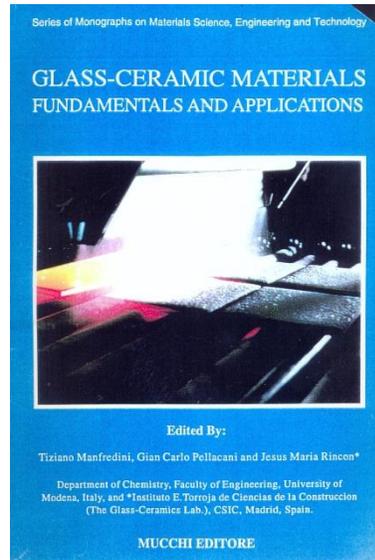


MATERIALES VITROCERAMICOS: PROCESADO, CARACTERIZACION Y APLICACIONES

J. Ma. RINCON



(Laboratorio de Materiales Vitroceraamicos)
INSTITUTO E. TORROJA DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION
 CSIC
 Madrid, febrero 1996



Series of Monographs on Materials Science, Engineering and Technology

GLASS-CERAMIC MATERIALS FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS

Edited By:
 Tiziano Manfredini, Gian Carlo Pellacani and Jesus Maria Rincon*

Department of Chemistry, Faculty of Engineering, University of Modena, Italy, and *Instituto E. Torroja de Ciencias de la Construcción (The Glass-Ceramics Lab.), CSIC, Madrid, Spain.

MUCCHI EDITORE

1 More for
 DOI 10.1007/978-3-642-08819-9

ANNIVERSARY REVIEW

Glass-ceramic glazes for ceramic tiles: a review

R. Casado · J. Ma. Rincon · M. Romero

Received: 18 July 2011 / Accepted: 19 September 2011
 © Springer Science+Business Media, LLC 2011

Abstract Glass-ceramics are ceramic materials produced through controlled crystallization (nucleation and crystal growth) of a parent glass. The great variety of compositions and the possibility of developing special microstructures with specific technological properties have allowed glass-ceramic materials to be used in a wide range of applications. One field for which glass-ceramics have been developed over the past few decades is that of glazes for ceramic tiles. Ceramic tiles are the most common building material for floor and wall coverings in Mediterranean countries. Glass-ceramics are produced from frits (glasses quenched in water applied on the surface of ceramic tiles and subjected to firing process). In the 1990s, there was growing interest in the development of tiles that are able to crystallize on firing because of the need for improvement in the mechanical and chemical properties of glazed tiles. This review offers an extensive evaluation of the research carried out on glass-ceramic glazes used for covering and porcelain-ceramic tiles in the field. The main crystalline phases nucleated and crystals developed in glass-ceramic glazes have been considered. In addition, attention focused on glazes with specific technological characteristics: mechanical and antifouling activity, or aesthetic (special effects) is also included.

Introduction

Since their discovery in the early 1950s, glass-ceramic materials have been widely established in daily life (e.g. kitchen cooktops) [1]. Industrial applications (e.g. abrasive resistant tiles in industrial pipes, environmental applications (e.g. waste of waste) [2–4], biomedical applications (e.g. prostheses for dental implants) [5–7], architectural applications [8]) and in more advanced technological applications (e.g. telescope mirrors, satellites and composite materials) [9–12]. A glass-ceramic is produced from an original glass by a sequential thermal process that involves controlled crystallization, which consists of the growth of one or more crystalline phases within the vitreous mass. Crystallization takes place through two steps, nucleation and crystal growth, which can be defined as the thermal and kinetic process under which a metastable amorphous phase (glass) is transformed in a stable solid phase with a regular ordered geometry [13]. This ordering process is a consequence of the energy reduction that occurs when a molten glass is cooled below its temperature. This phenomenon is known by the scientific community through the name “devitrification” because it constitutes a phenomenon opposite to typical glass nature. Nevertheless, what initially was considered an unwanted process in the manufacturing of glass, in the shape of defects, has become an essential mechanism for designing glass-ceramic materials with useful technological properties.

The scientific basis of the supercooled liquids was discovered by Tammann in 1903 [14], but it was in the 1960s–1980s when the general theories on nucleation and crystal growth in glasses were well established. Since then, glass-ceramic materials have played a key role in many scientific and technological developments, and there are numerous books [14–17] and review papers [2, 11, 18–20] describing the basis, characteristics, production and properties of these materials. Moreover, in the authors’ knowledge, there have been no review papers on glass-ceramic glazes, which

R. Casado · J. Ma. Rincon · M. Romero (✉)
 Group of Glass and Ceramic Materials, Department of Chemistry, Faculty of Engineering for Construction Sciences (CSIC), Instituto E. Torroja de Ciencias de la Construcción, Madrid, Spain
 e-mail: roman@iata.csic.es

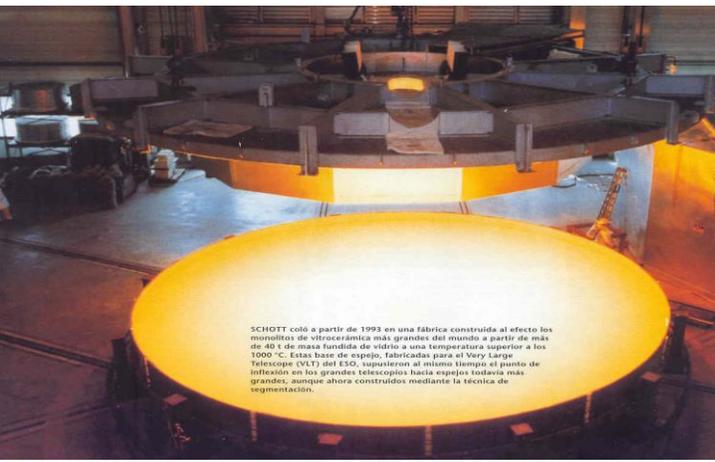
Springer

Varias fabricaciones de MATERIALES VITROCERAMICOS PETRURGICOS Fueron desarrolladas y en producción en UCRANIA Desde los años 1930 hasta finales del siglo pasado



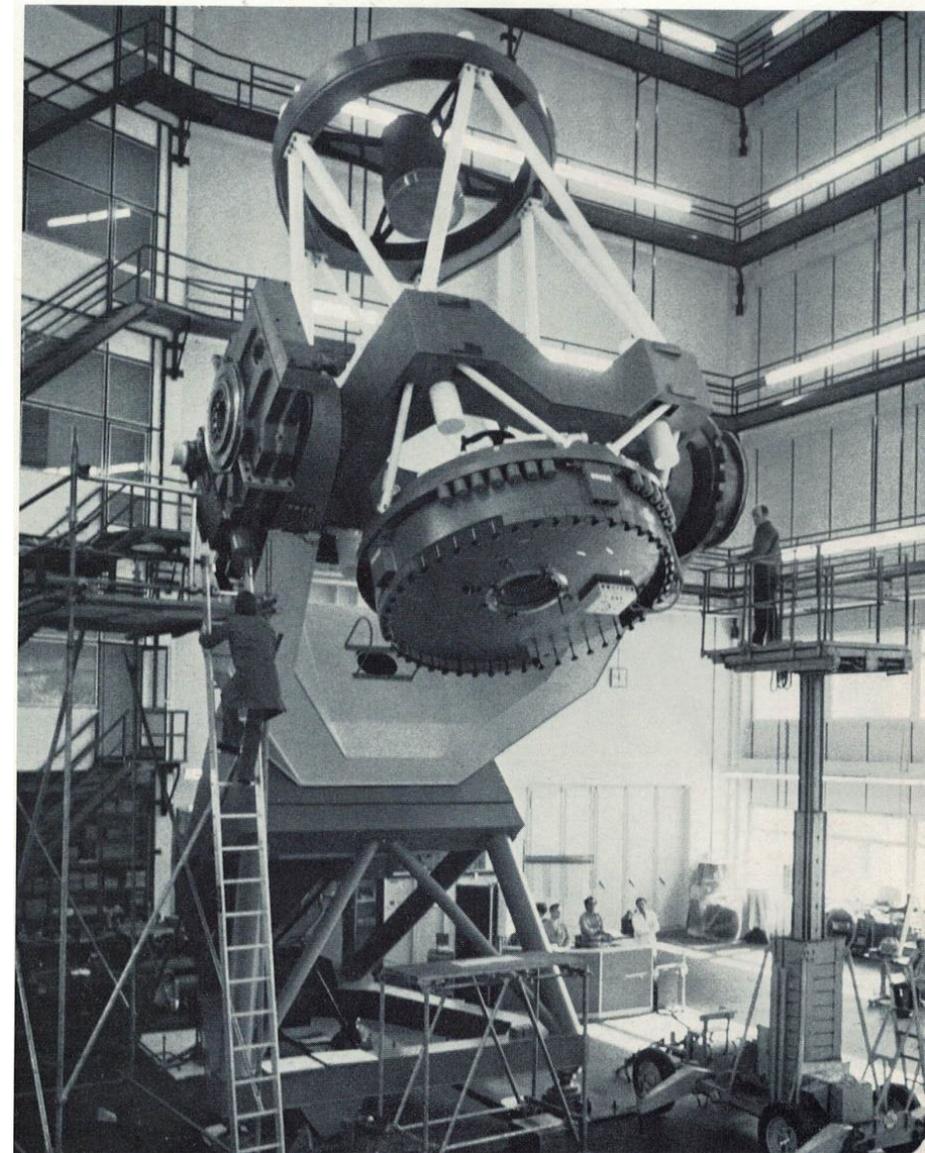
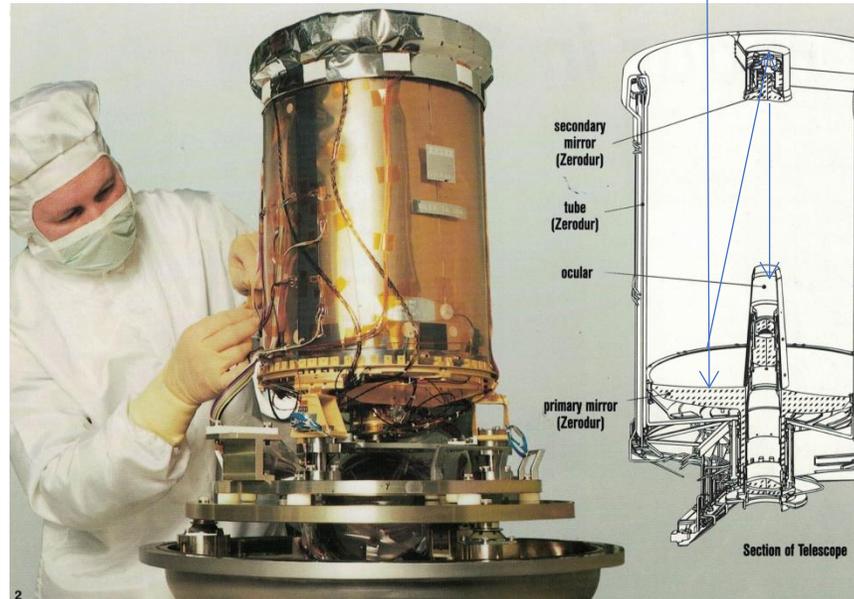
Valga esta mención para desear el pronto restablecimiento de la Paz pero en una nación en LIBERTAD para este país también tan relacionado con EL VIDRIO y los VITROCERAMICOS

Antonio García-Verduch, 229-264 en libro de las Jornadas Científicas sobre Cerámica y Vidrio, Oviedo, 1981, Ed. Univ. Oviedo

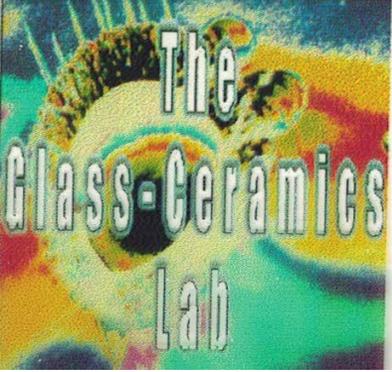


Vidrio **ZERODUR** de SCHOTT
de Beta- Cuarzo solución sólida
Beta –ESPODUMENA
(silicato de aluminio y litio)

**VIDRIO VITROCERAMICO de
ZERODUR de SCHOTT**
40 toneladas
3 años enfriamiento



ESPEJOS DE TELESCOPIOS hechos de VIDRIO- VITROCERAMICO (de SCHOTT Information)



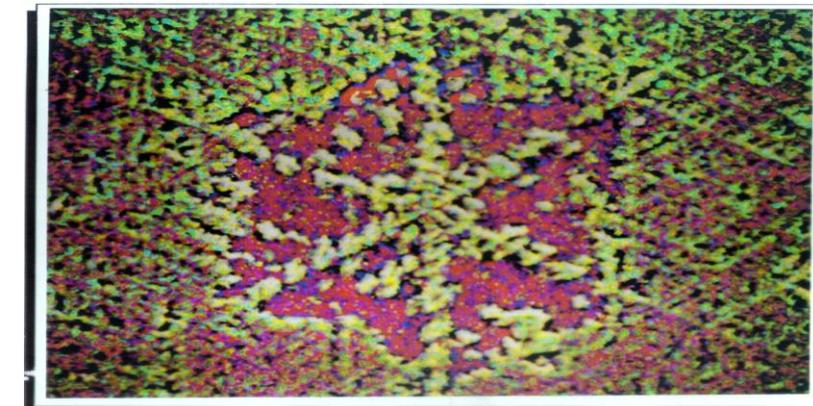
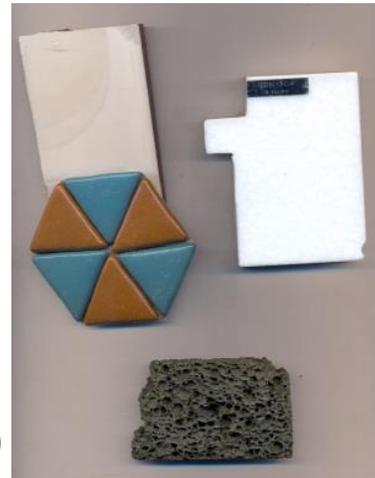
VIDRIOS y VITROCERAMICOS SINTETIZADOS a partir de RESIDUOS

en el lab/ Grupo de VCs

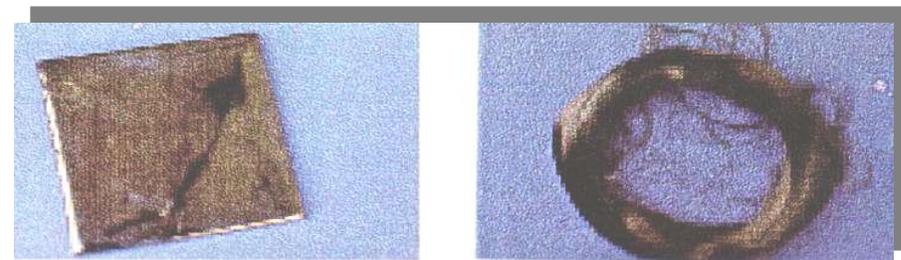
fundado y dirigido por Jesús Ma. Rincón- CSIC (entre 1979- 2017)



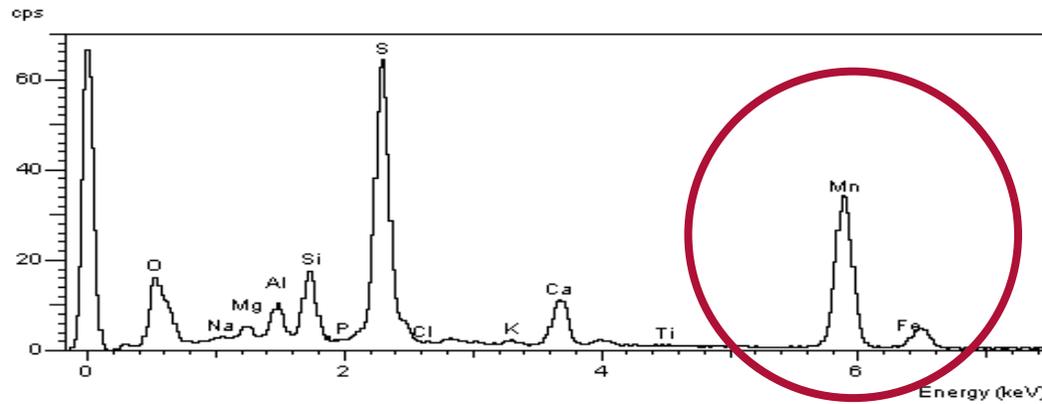
- DE RESIDUOS MINEROS de BASALTOS: Piroxenos y anortita recristalizados
- DE RESIDUOS INDUSTRIALES: Hidrometalurgia (jarosita, goethita, ilmenita, etc.): Magnetita y ferritas de metales pesados
- De SILICE de Centrales Geotérmicas
- De TUBOS de Rayos Catódicos (TV y PCs)
- De CENIZAS de INCINERADORAS, CENTRALES TERMICAS CONVENCIONALES y CENTRALES GICC
- De escorias vítreas y cenizas de procesado por Arco de Plasma de RESIDUOS SANITARIOS
- De residuos de la extracción y mecanizado de la PIEDRA NATURAL (GRANITOS y PIZARRAS)



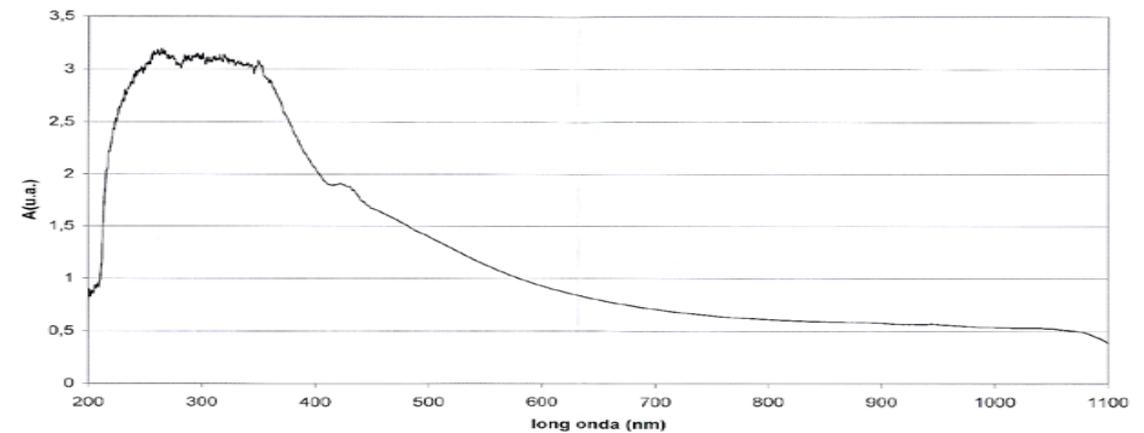
DECORACION DE MAGNETITA SOBRE CRISTALIZACIONES DE PIROXENO A PARTIR DE UN VITRO- CERAMICOS SINTERIZADO obtenido a partir de un lodo de goethita de la hidrometalurgia del Zinc, 1998 JACS, Rincon et al.



VIDRIO AMBAR QUE PUEDE OBTENERSE A PARTIR DE LA ESCORIA ENCONTRADA EN LA PLAYA DE MUXIA



SE PUEDE OBTENER un VIDRIO AMBAR



EL VIDRIO además es de gran interés...

POR EL MISTERIO QUE ENCIERRA SU ESTRUCTURA

que se puede abordar su estudio por
TECNICAS FISICAS de que se dispone hoy en día

Métodos o técnicas básicas

para caracterizar la ESTRUCTURA del vidrio son:

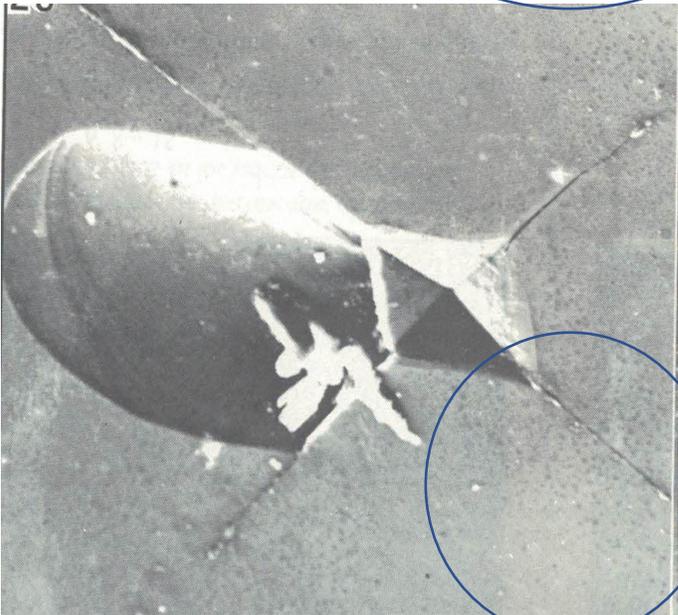
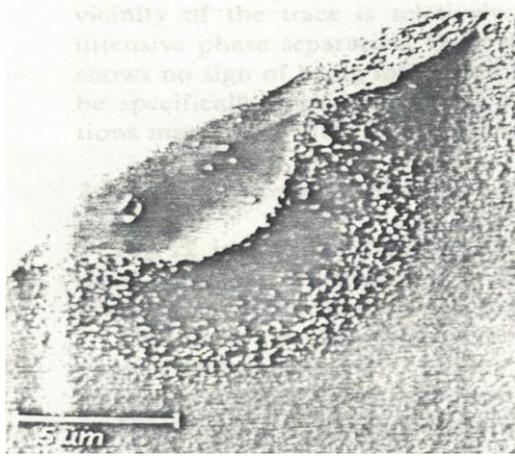
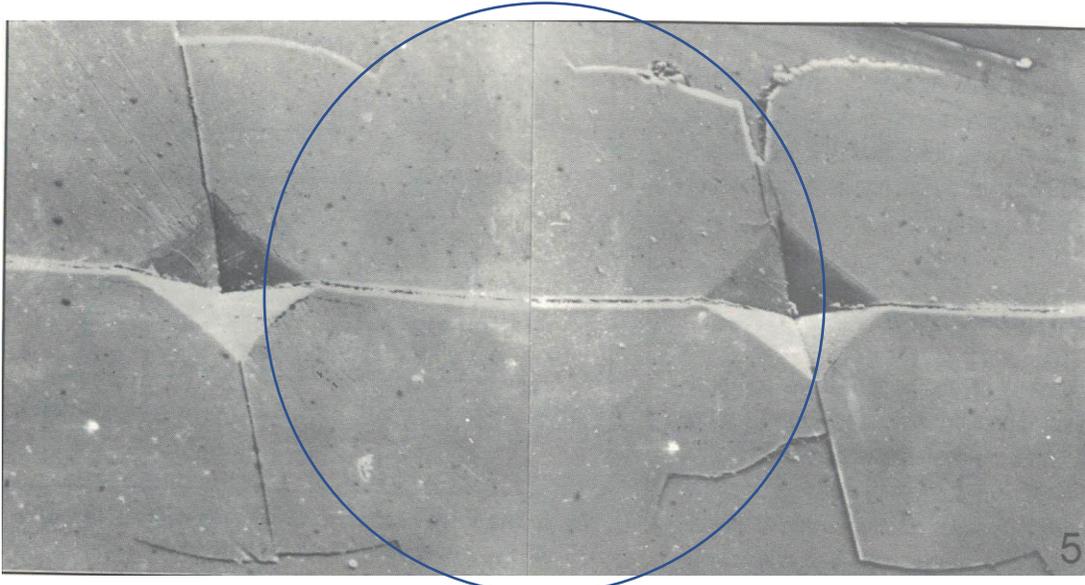


METODOS OBSERVACION = microscopías de todo tipo y variada resolución

METODOS DE DIFRACCION = rayos X, electrones, neutrones, etc...

METODOS ESPECTROSCOPICOS = *Raman*, RMN, Infrarrojo...

CADMIUM FLINT GLASS from Na₂O- CdO- Al₂O₃- SiO₂ composition system
VICKERS INDENTATIONS showing structural changes in the matrix



6Na₂O-45CdO-4Al₂O₃-45SiO₂

Rincon et al., 1990, SEM study of Vickers Hardness in new cadmium flints (in Spanish), Faenza Editrice and SECV in: Ciencia y Tecnología Mats. Cerám. Vitr. España '89, Castellón, 1990, Sci. Ed.: J.Ma.R, 193-197 pp

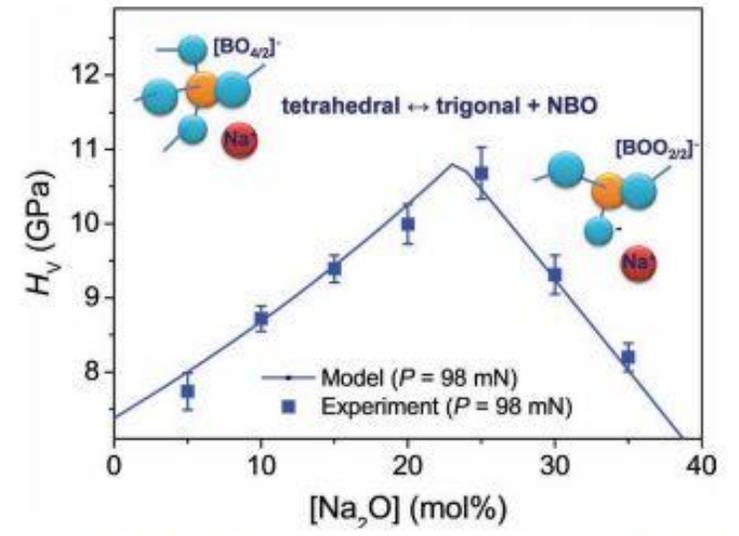
2Na₂O-65CdO-12Al₂O₃-21SiO₂

CHANGE OF MICROSTRUCTURE by stress fields in a BROKEN GLASS EDGE

(from Vogel et al, JNCS 49 (1982)221-240

(Fu et al. 2016, Intern. J. of Applied Glass Science, vol 7, 4, p.490)

www.MaterialsViews.com



Vickers Hardness = f (Na₂O)
Na₂O-CaO-B₂O₃-Fe₂O₃
model and experimental

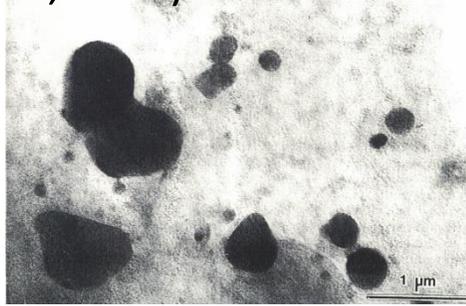
Wondracek et al, 2011, Towards Ultrastrong Glasses, Adv. Mater. 23 (2011) 4578-86

Algunas otras TECHNIQUES y METODOS PARA OBTENER información sobre la ESTRUCTURA DE VIDRIOS

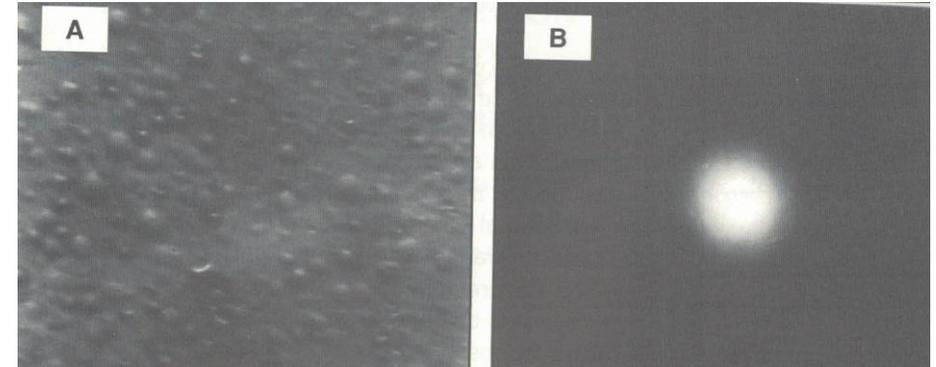
- Structure of Glass by investigate the energetics of devitrification process (Mchedlov-Petrosyan, 1960,p.162-164, Consultants Bureau and in Toropov book,1966)



COLORACION DE VIDRIOS



Ag partículas en un vidrio fotosensible sintetizado en el sistema $Al_2O_3-B_2O_3-SiO_2$ por Rincón, Marquez and Rivera, *J Mat Sci* 26(1991)1192-1198



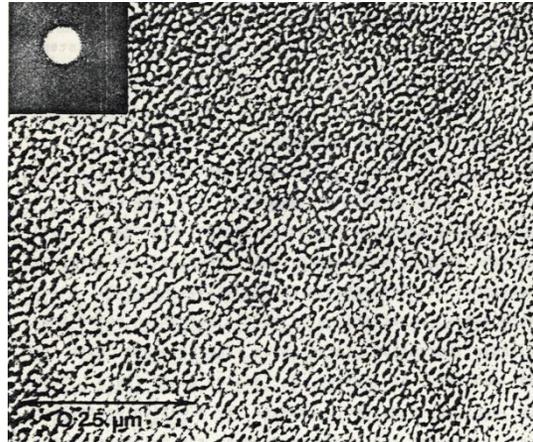
Vidrio de $Na_2O-A_2O_3-B_2O_3-SiO_2 = 10-10-20-55 + CdCl-CuCl$ (1-2wt%)
In: España89-Faenza Ed. 1990, p.181, Marquez+Rincon+Celaya



IRRADIATION gamma DE VIDRIOS (Fuente Nayade)

(Experimento de RINCON no-publicado, 1980
0.1 Mrad 1.0 Mrad 44.6 Mrad)

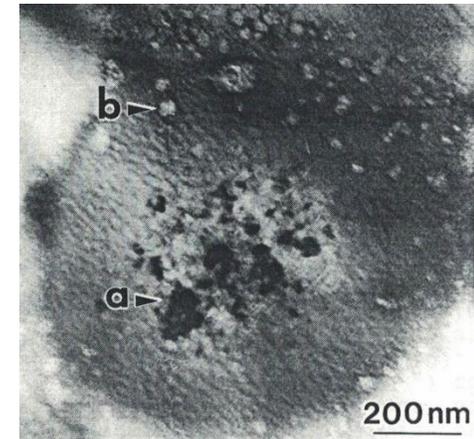
En la entonces JEN y ahora CIEMAT con la colaboración de Vicente Alcover



Separación de fases spinodal Inducida por irradiación electrónica en vidrio nuclear simulado PNL 76-78

(DeNatale, Rad.. Damage in NW Glass, 179-208 in: Glasses and GCs for NW Mng. Ed. Rincón Ciemat, 1987, SECV, 1991)

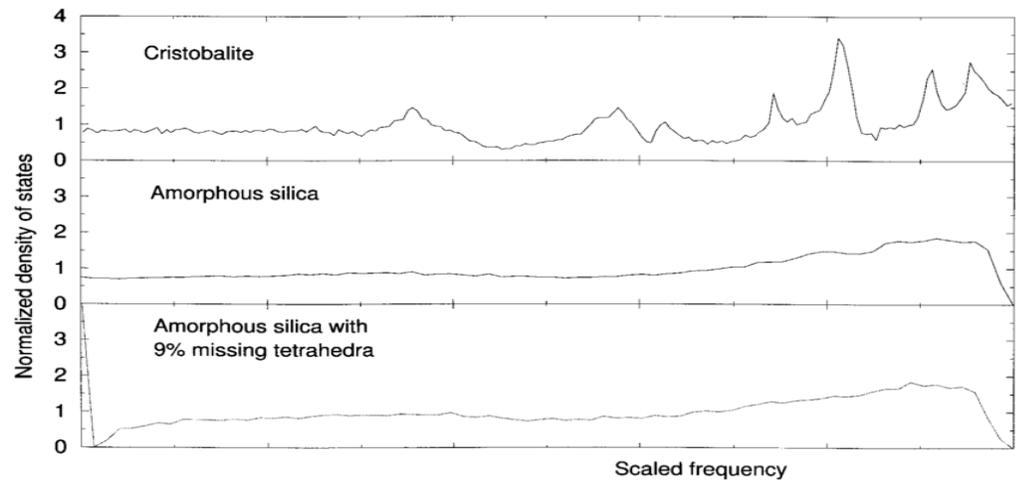
spinodal inducida en un vidrios con precipitación de cristales de enstatite



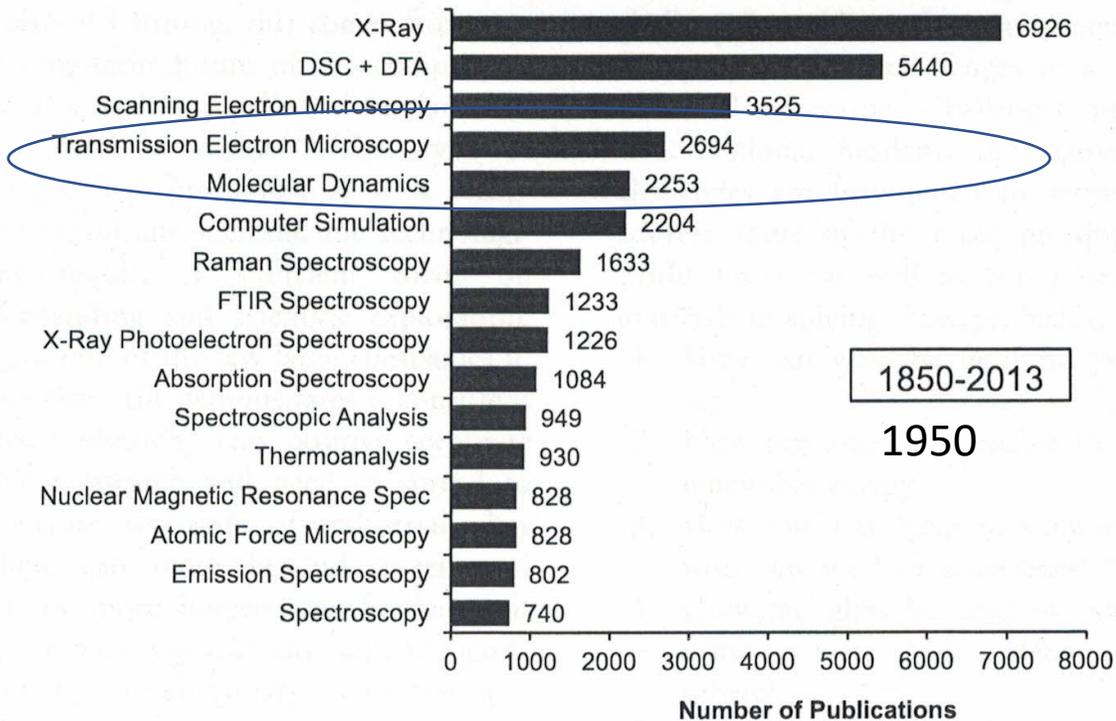
(MRS, vol115,1987, page 202, Ed. Bravman, Anderson and Mc Donald)

(Ciemat, 1987, SECV, 1991)

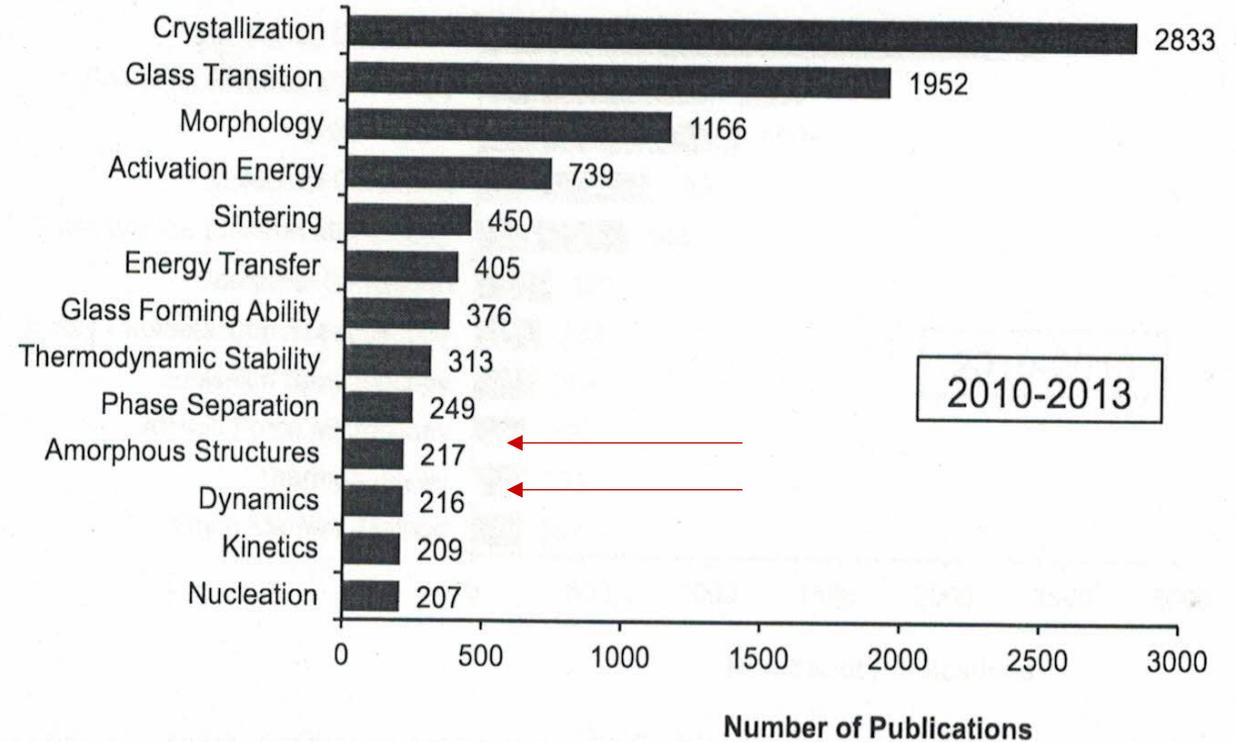
Desde hace décadas se han usado un amplio y variado rango de métodos para elucidar el carácter “amorfo o cristalino” del vidrio....



SIN EMBARGO,
SÓLO LOS
METODOS de ME
permiten la
observación directa
de la
microestructura y
la estructura



1850-2013
1950



2010-2013



Ruska, 1934 TEM, PREMIO NOBEL EN 1986 muchos AÑOS DESPUES

Jesús M^a. Rincón en el ICV-CSIC, 1972

1970-72, con TEM- Philips 300 (at → ITQ-CSIC) → Philips AEM-Berkeley 1984-85 y...Elmiskop-51 35kV (at → ICV)



Philips AEM (TEM/ EDS/EELS) ,
en Berkeley, UC, USA, 1984-85 y
1985- 1994 años siguientes en
el CIB-CSIC (Madrid), en
Eindhoven (Holanda),
Uvalencia, UPV Valencia...etc...

Desde el primer microscopio TEM de RUSKA en 1934 (Premio Nobel en)

Desde la década de los 70' decade se desarrollaron y comercializaron muchos TEM por varias firmas en un mercado altamente competitivo: Siemens, Phillips, Jeols, Hitachi....and muchos más...



1931 Premier microscope électronique de M. Knoll et E. Ruska



1933 Premier microscope électronique OM de E. Ruska



1938 Microscope électronique du Laboratoire SIEMENS de B. v. Borries et E. Ruska



1939 Premier microscope électronique SIEMENS de série de B. v. Borries et E. Ruska

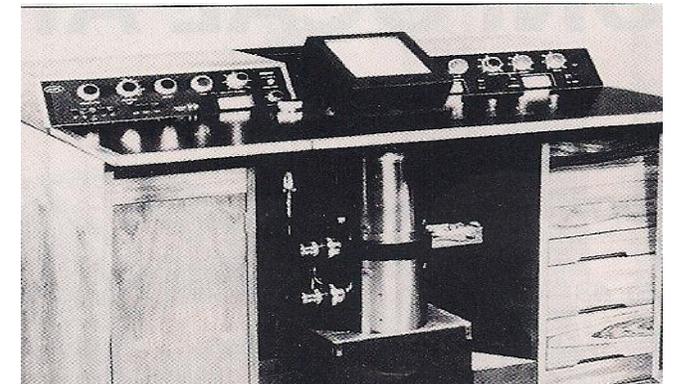
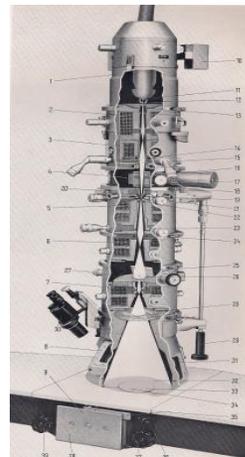
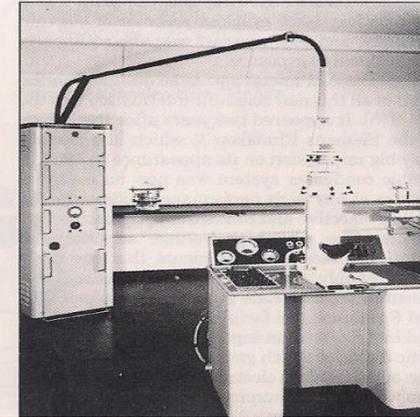
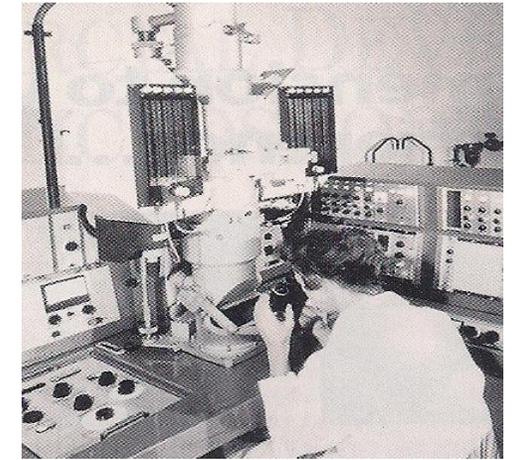


1949 Microscope électronique SIEMENS, type OM 100



1954 Premier microscope électronique SIEMENS, type ELMISKOP I

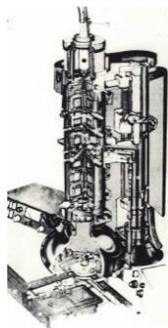
* Trademark



POR TANTO, desde LOS AÑOS 40' LOS MICROSCOPIOS ELECTRONICOS han permitido obtener infinidad de imágenes de los materiales vítreos, así como de las fases vítreas residuales en materiales cerámicos

To see a world in a grain of sand
and a paradise into a wild flower,
hold infinity in the palm of your hand
and eternity in an hour.

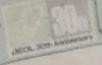
(Auguries of Innocence, W Blake)



Para ver una imagen de un vidrio y su estructura con detalle toma una delgada lámina del mismo en un MICROSCOPIO ELECTRONICO y surgirán en tu mente infinidad de hipótesis acerca de cuál es su verdadera estructura

(adaptada por Rincón, 2022 desde la poesía de W)

Electron Microscopes in the World

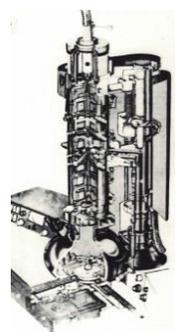
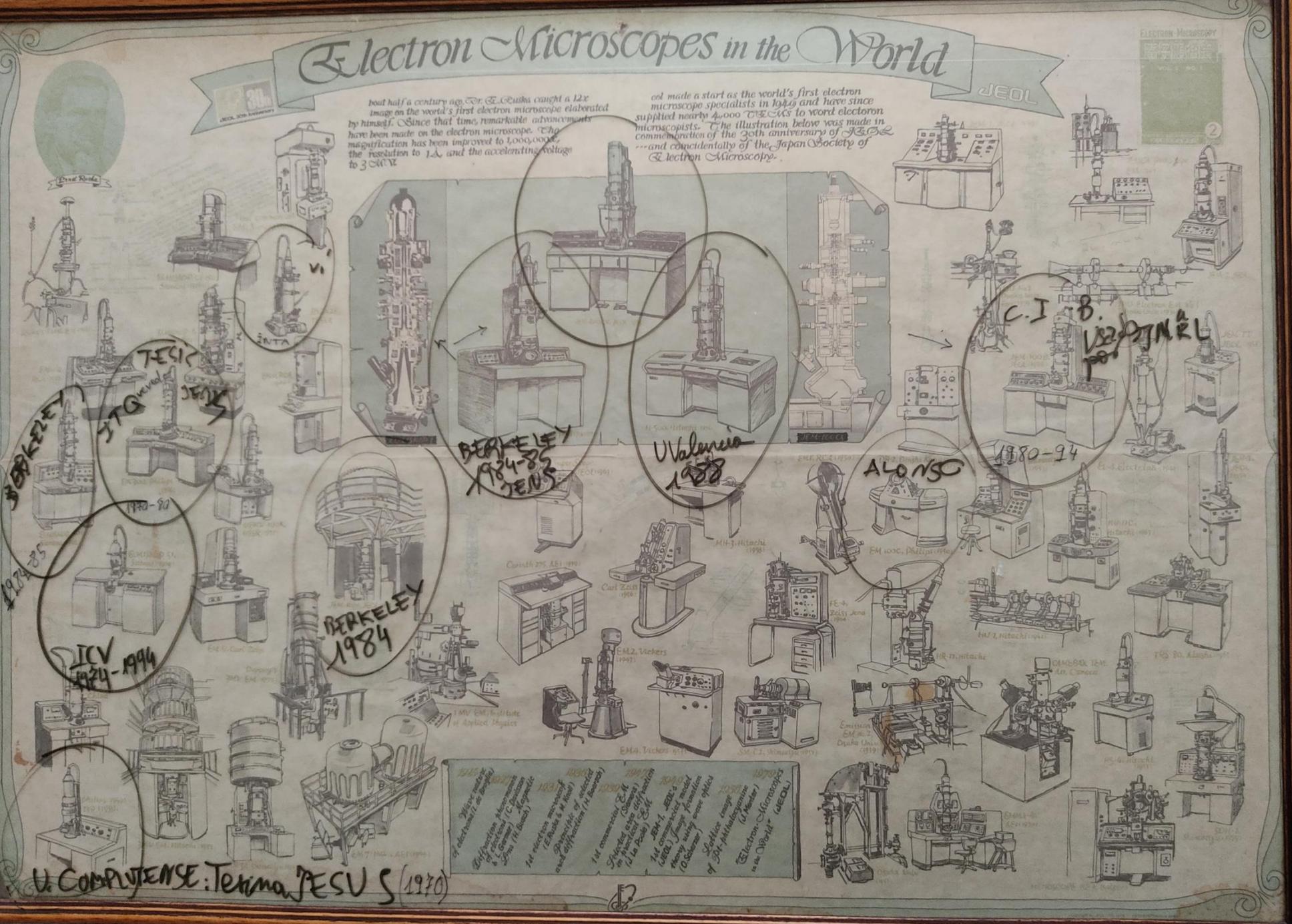


JEOL

About half a century ago, Dr. S. Chusho caught a 12x image on the world's first electron microscope elaborated by himself. Since that time, remarkable advancements have been made on the electron microscope. The magnification has been improved to 1,000,000x, the resolution to 1Å, and the accelerating voltage to 3 MV.

It made a start as the world's first electron microscope specialists in 1949 and have since supplied nearly 4,000 TEMs to world electron microscopists. The illustration below was made in commemoration of the 30th anniversary of JEOL ---and coincidentally of the Japan Society of Electron Microscopy.

ELECTRON MICROSCOPY



LOS MICROSCOPIOS ELECTRONICOS EN EL MUNDO (cuadro Jeol)

Y

Los que ha manejado RINCON J. Ma.

Para investigar vidrios, vitrocerámicos y

fases vitreas en ceramicos

1931: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1932: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1933: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1934: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1935: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1936: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1937: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1938: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1939: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1940: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1941: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1942: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1943: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1944: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1945: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1946: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1947: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1948: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1949: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1950: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1951: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1952: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1953: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1954: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1955: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1956: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1957: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1958: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1959: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)
 1960: First image of electron (1.5x magnification) (C. F. Bragg)

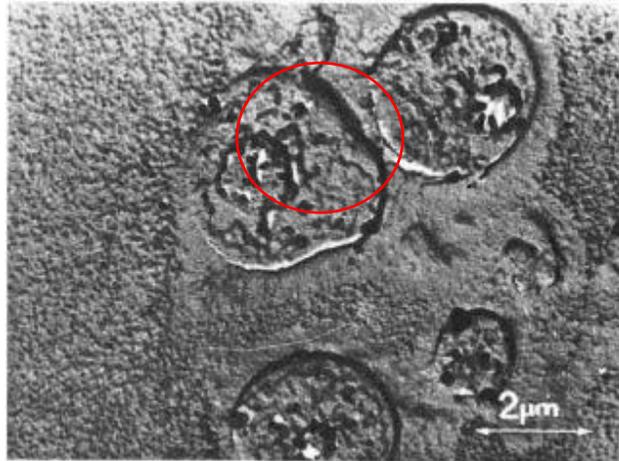
U. CALIF. BERKELEY: Tema PESUS (1970)

Glass-in-glass phase separation or liquid immiscibility

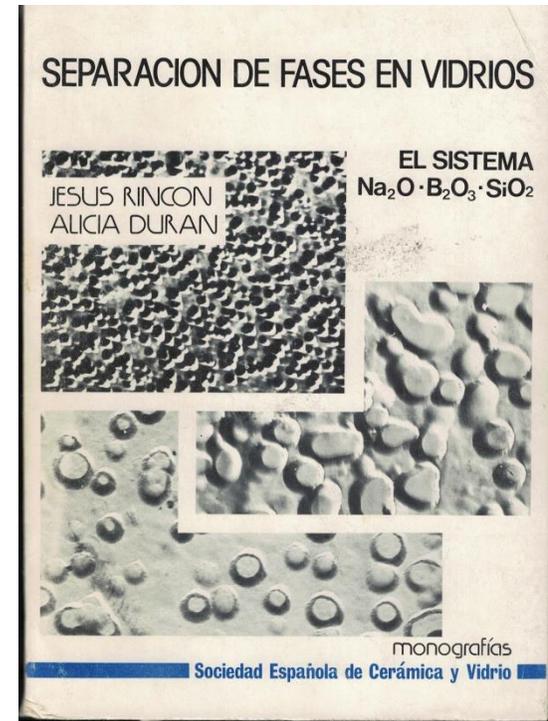
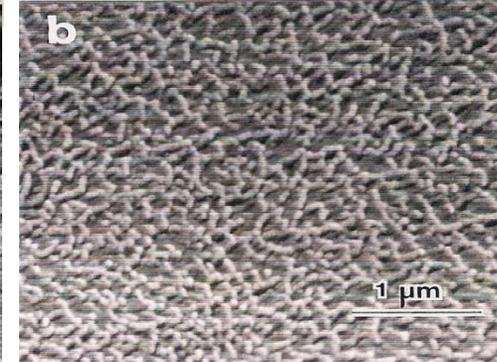
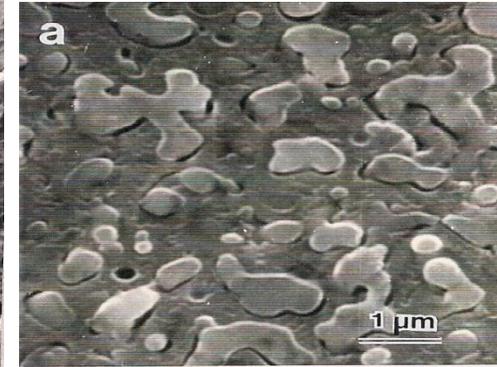
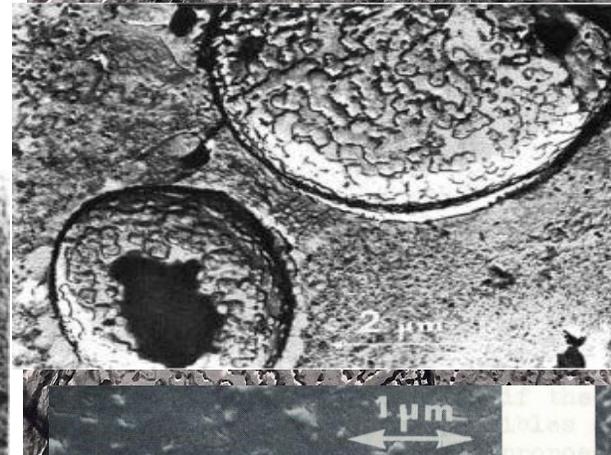
Secondary ph. Separation in Li₂O-SiO₂ glass



Leipzig, 1965

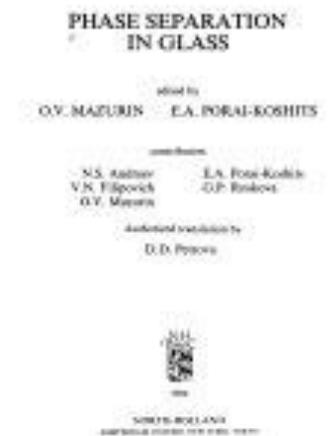


(J.Ma. Rincón et al. BSECV, 1983, 267-277)



Edited 1982

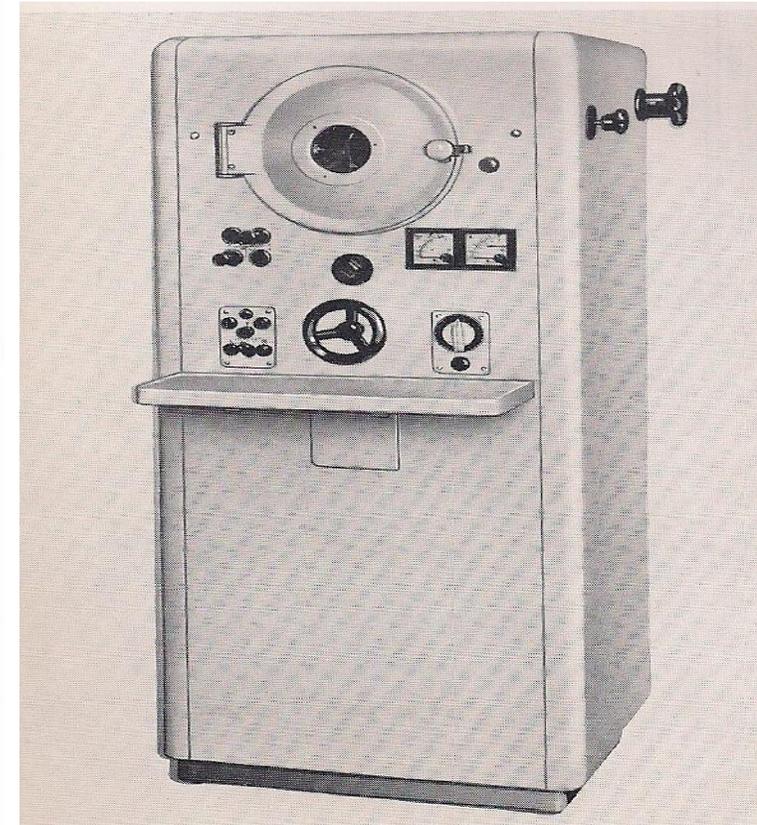
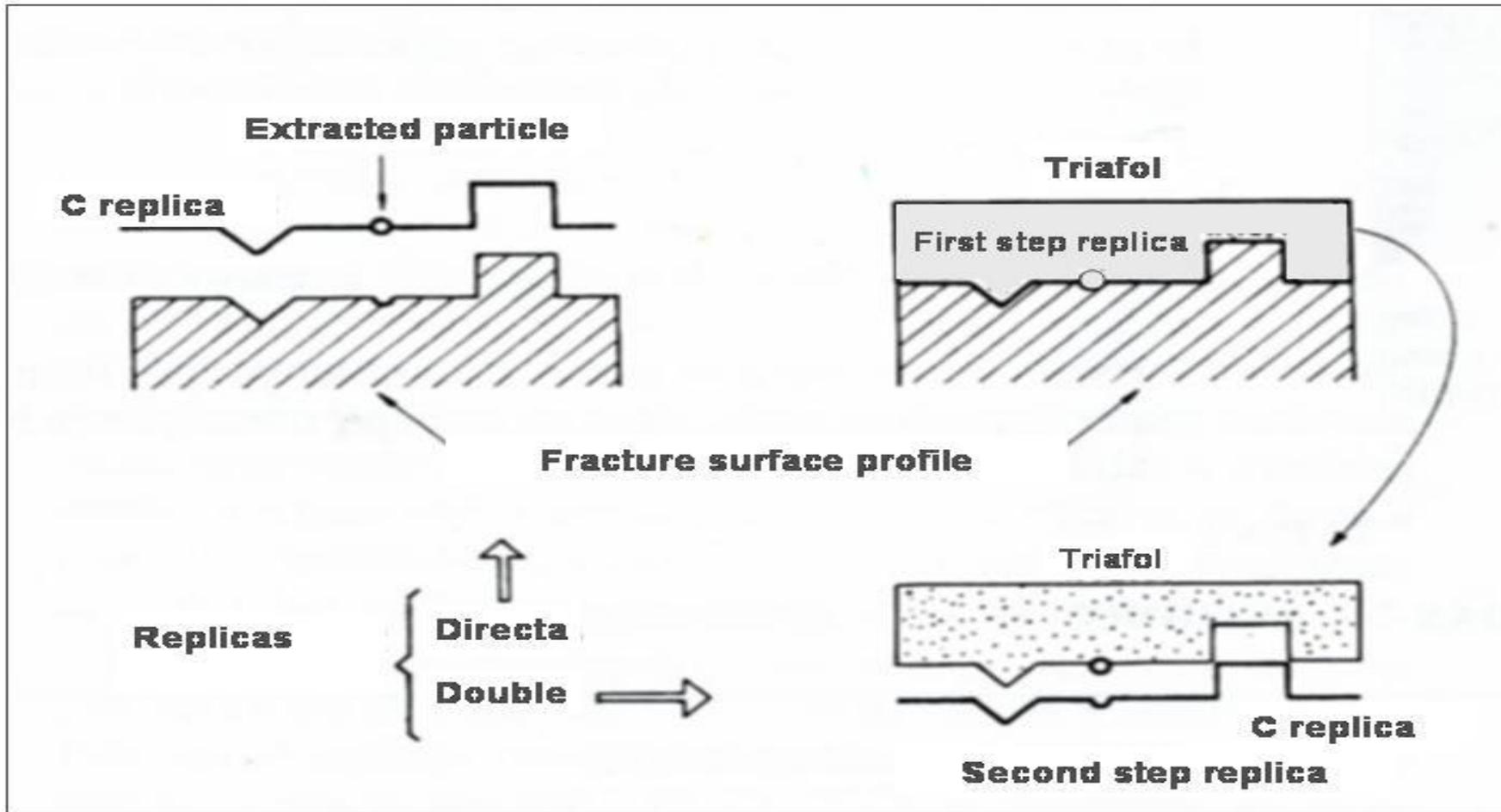
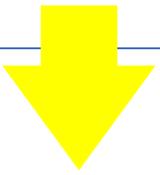
previous to Mazurin book, 1984, Phase Separation in Glass



(Rincón, 1980, Microcracks in residual gl.ph. Of GCs, Electron Microscopy 1980, vol1, 424-425)

METODO DE REPLICAS DIRECTAS o INDIRECTAS se usaron en ESPAÑA desde 1970 para la observacion por TEM de VIDRIOS (Julia m^a Glez- Peña y J.M^a. Rincón)

Oberlies F., 1956, Phasentrennung in Glass, Naturwissenschaften 43(1956) 224

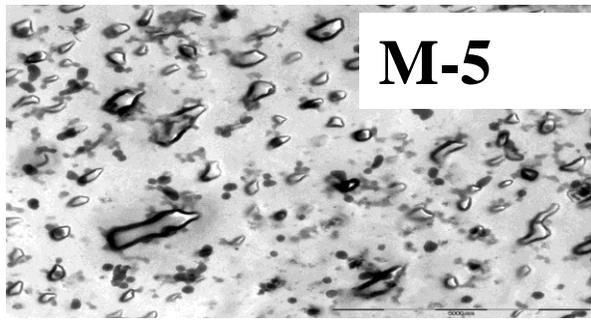


fresh fractures and HF 2%, 10 s., etched glass surfaces. Final carbon replica skins were deposited in Cu 3mm grids after transferring and smooth drying from the acetone batch and solving of the first triafol plastic replica.

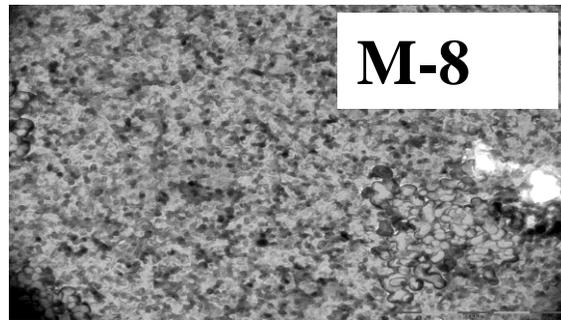
The TEM equipment for final observation of replicas were used in Siemens Elmiskop-51 (40kV) + Phjilips CM-10 + Jeol instruments and so on... working at 100 kV.

VIDRIOS de FLUOR MISERITE $K(\text{Ca,Ce})_6\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH,F})_2$
 from $\text{Na}_2\text{O-K}_2\text{O-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (F) system

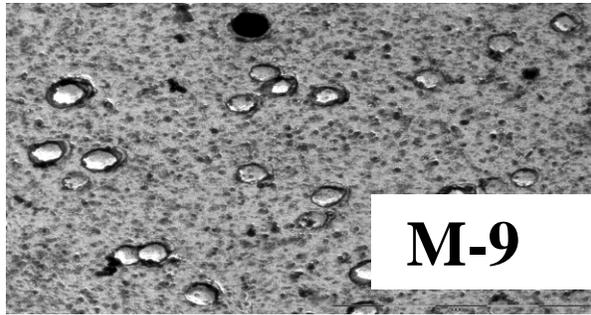
The M-5 and the M-10 glasses which are very close in composition are located in the Wollastonite- Liquidus area.



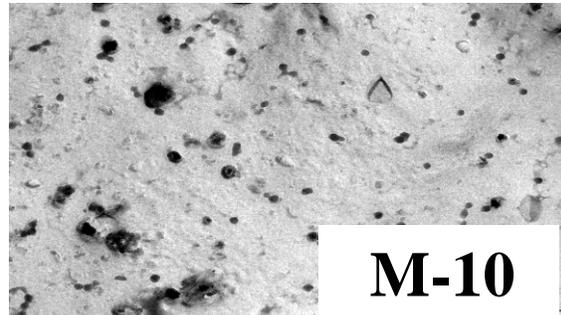
M-5



M-8



M-9

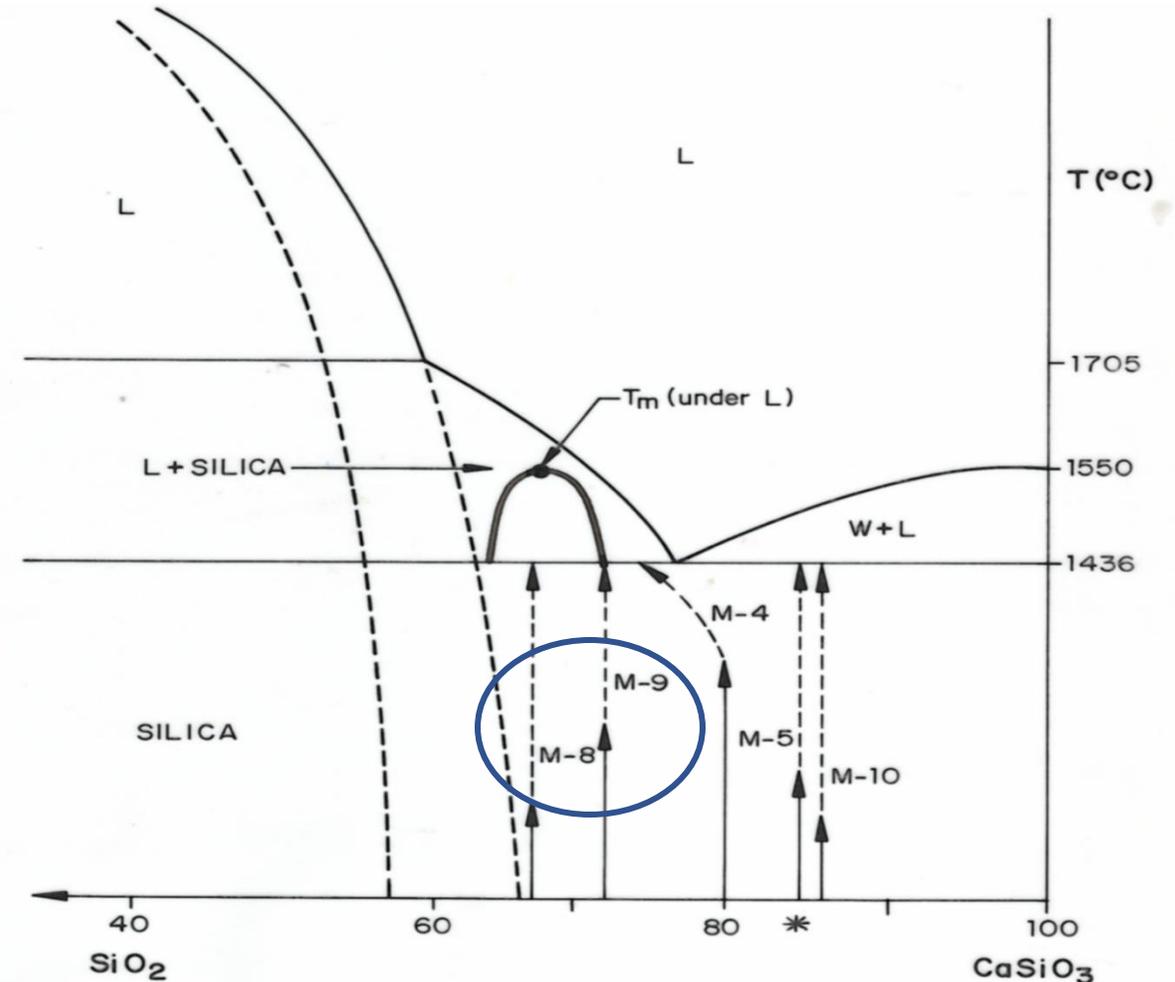


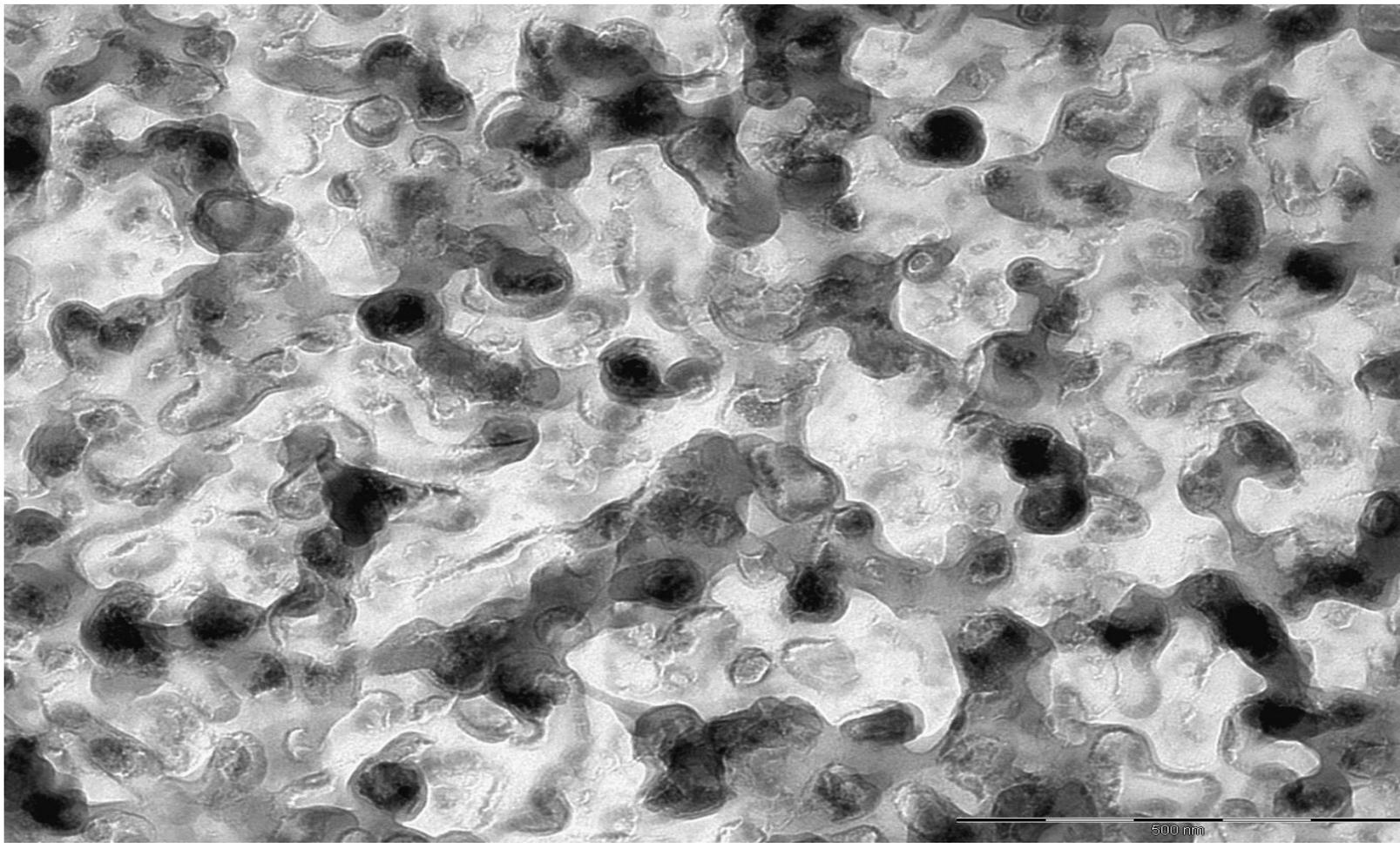
M-10

When compositions are located in the binary $\text{CaSiO}_3\text{-SiO}_2$ it can be seen that all compositions are far from the phase separation (ph.s.) zone though ph.s. are present in the M-4, M-8 and M-9 glasses.

The M-8 and M-9 composition glasses are located in the Silica+Liquidus area under liquidus.

The M-4 is very close to the eutectic existing between the mentioned area and the Wollastonite+ Liquidus area .





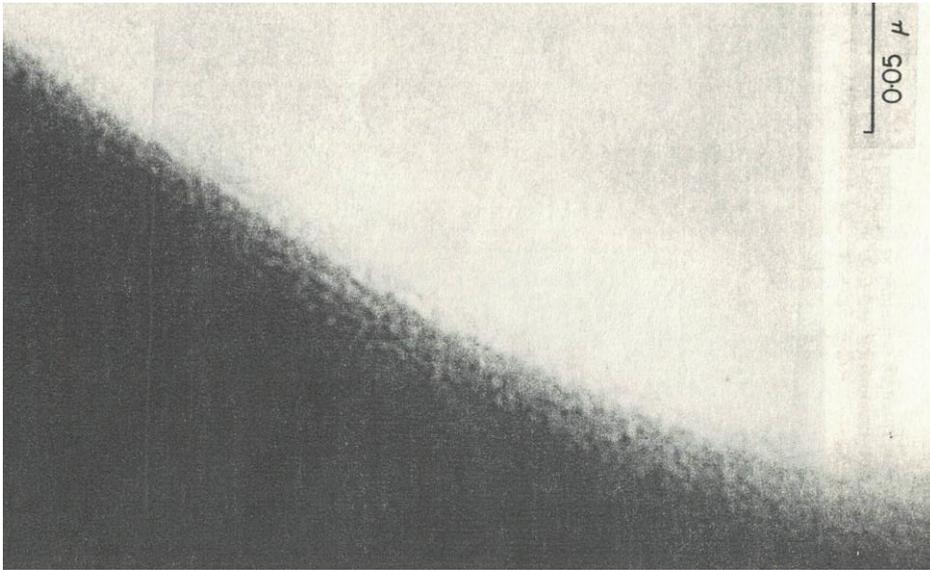
Microstructure del vidrio M-8 de miserita mostrando inmiscibilidad o S-F, en descomposición spinodal (Previamente,,,, Chiang and Kingery en 1983, detectaron que la separacion de fases spinodal es posible en vidrios del sistema K_2O - CaO - Al_2O_3 - CaO - SiO_2)

Lujbiana, EMABM 2011

(J. Ma. Rincón and R. Casasola, *TEM Replica of Fluor- Miserite Glassceramic*, *Materials and Technology* 49 (2015) 2, 229-233. DOI:10.17222/mit.2014)

VIDRIO DE SILICE ADELGAZADO PARA TEM , 1964 Doherty and Leombruno.

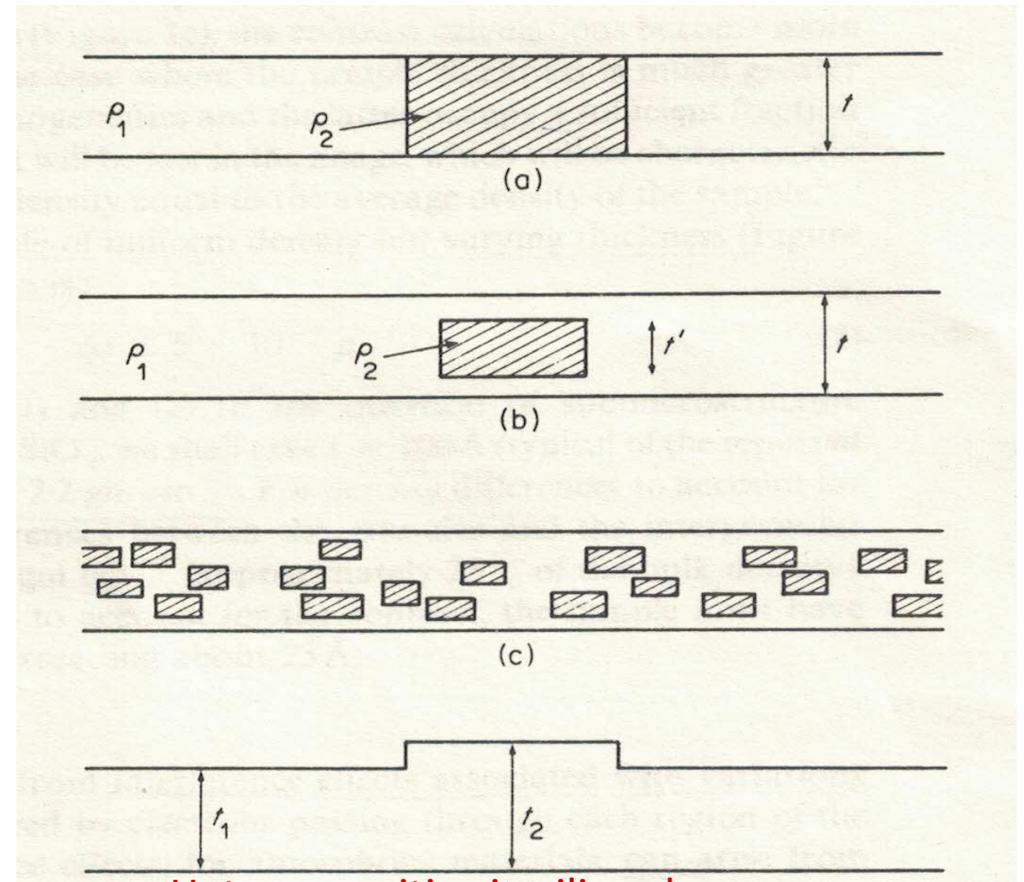
MOSTRANDO CONTRASE DE GOTAS DE S-F L-L



EN ESA DÉCADA LAS GOTAS DE LAS REPLICAS FUERON ASOCIADAS POR ALGUNOS AUTORES ESCEPTICOS A HETEROGENEIDADES DE EFECTOS SUPERFICIALES PRODUCIDOS POR LA PROPIA TÉCNICA DE REPLICA PERO LAS IMÁGENES DE TEM ACABARON CON ESTA POLEMICA

ELECTRONOGRAPHY Word (?) :

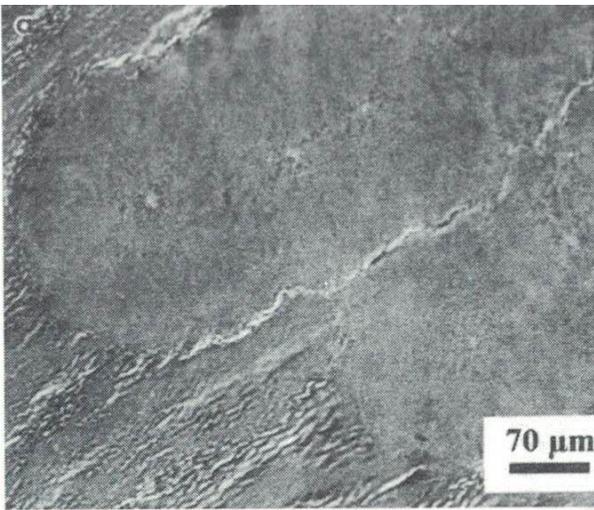
...”The microelectronograms received from short distance ordered zones of the glass skeleton in K_Na-Ca feldspars”



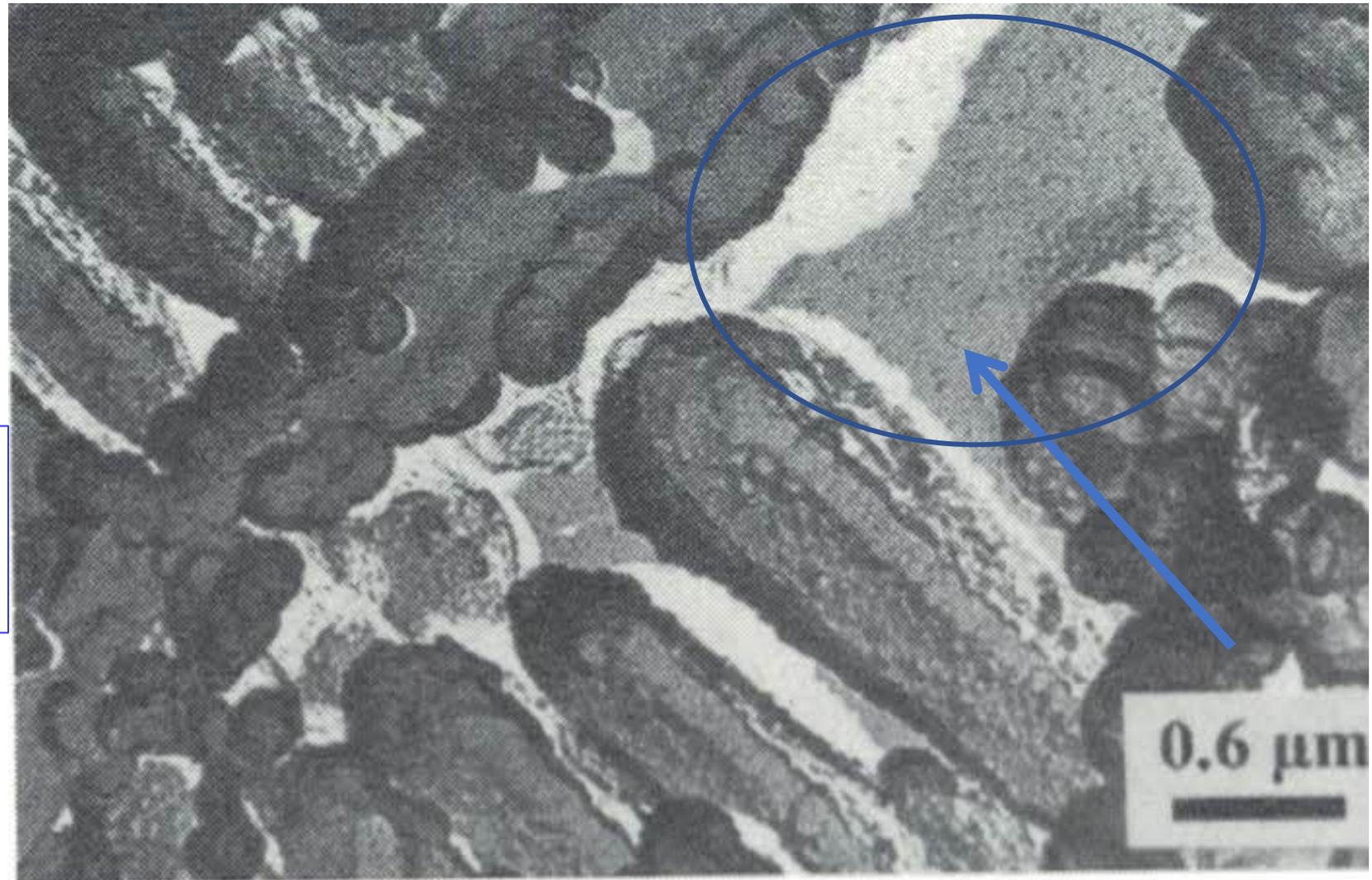
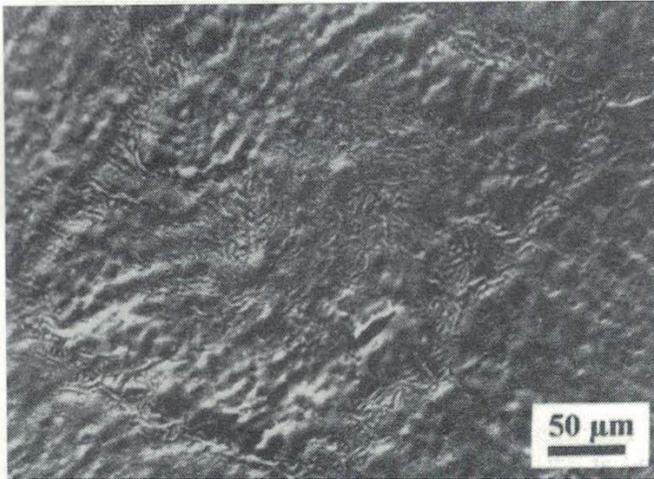
Heterogeneities in silica glass as source of image amplitude contrast.

(Seward and Uhlmann, 1972, On the existence of submicrostructure fused silica, AMORPHOUS MATERIALS, Ed. John Wiley and Sons, 121-131)

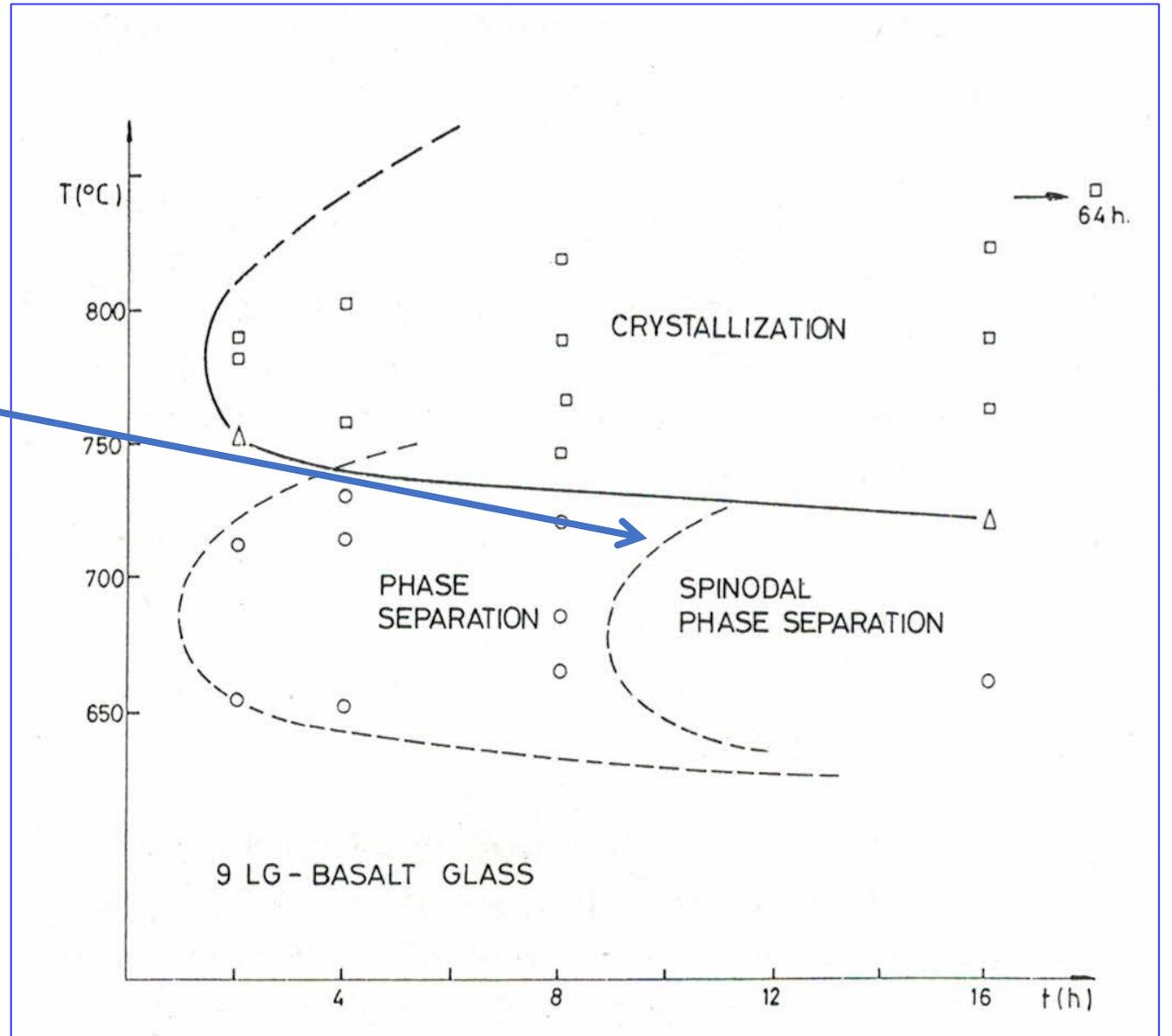
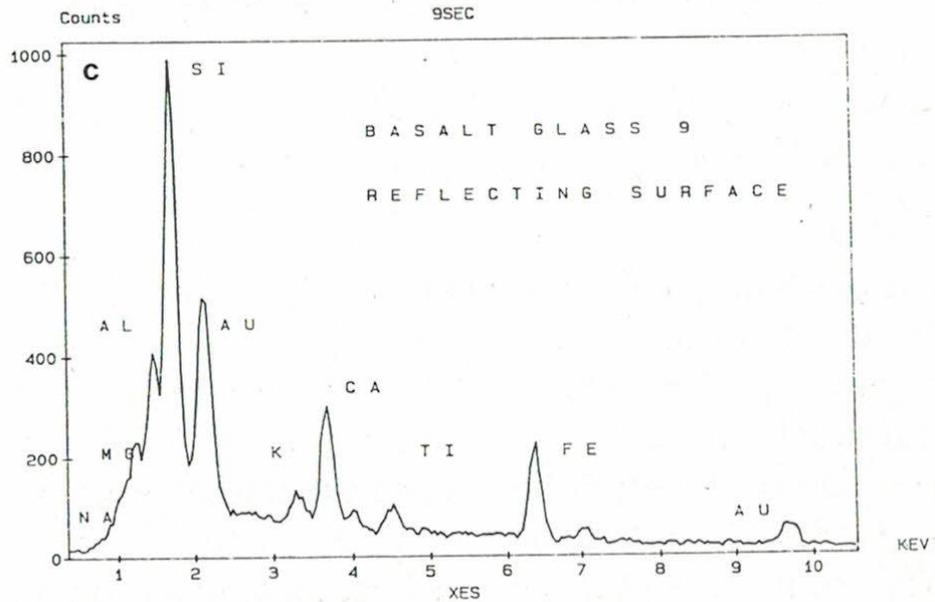
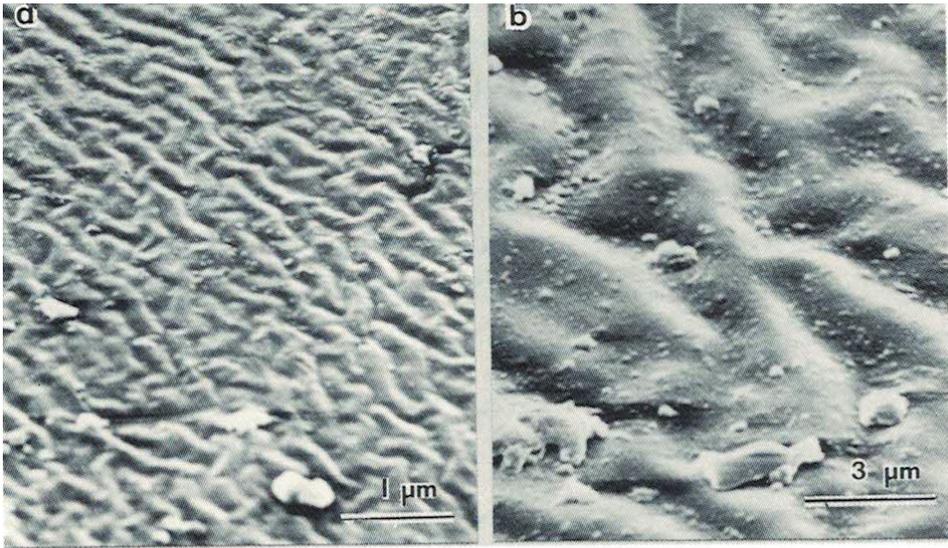
(Vahagn et al., Microheterogeneities of structural type in natural glasses, Proc. Int. Congr. Glass, 2, Edinburgh, july, 2001)



SUPERFICIE VIDRIO desde lodo de goethita vitrificado
 Na_2O - CaO - ZnO - PbO - Fe_2O_3 - Al_2O_3 -
 SiO_2 system



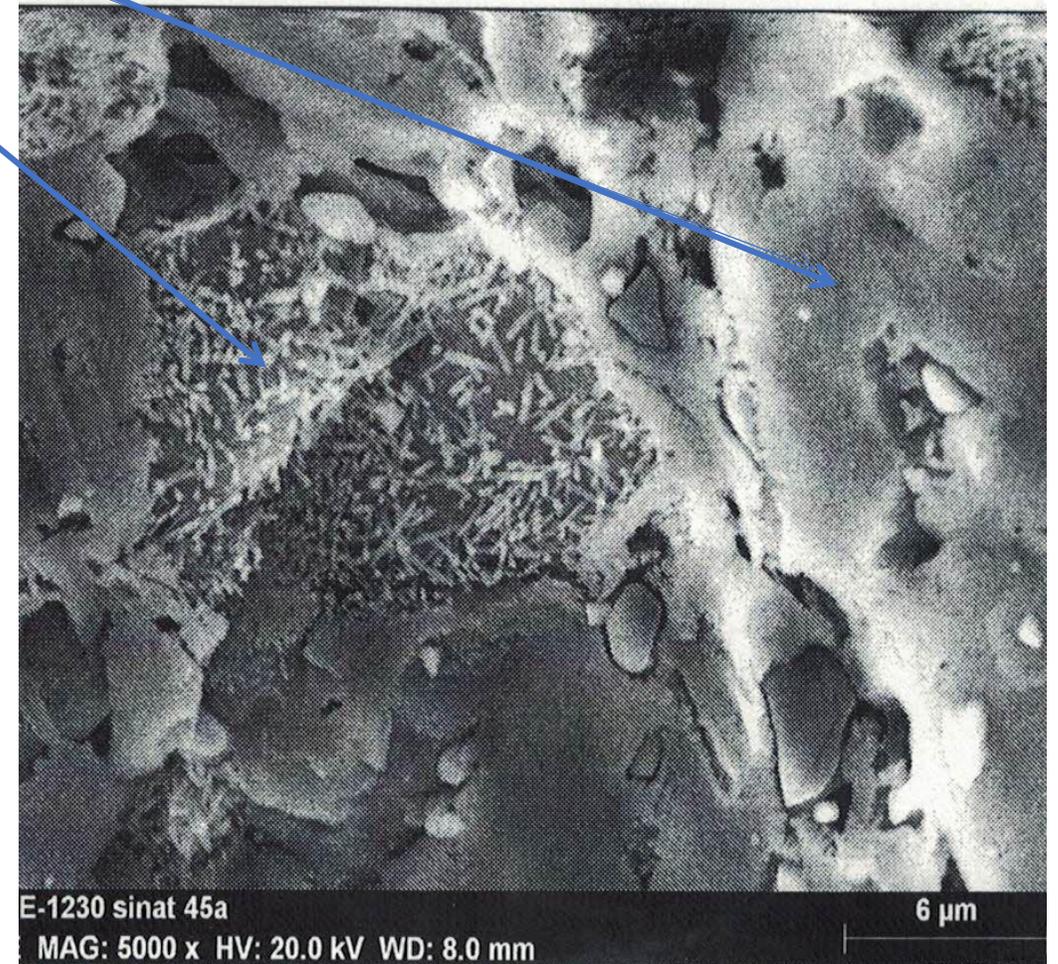
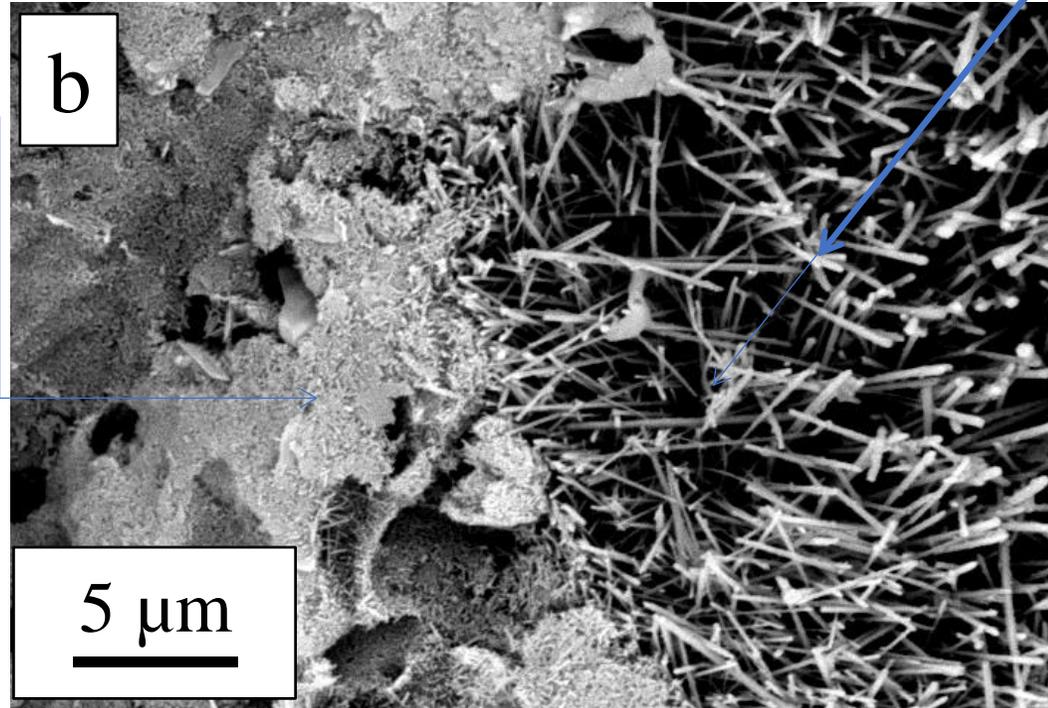
VITROCERAMICO CON ELEVADO CONTENIDO Fe_2O_3 (cerca del 40%) mostrando crecimiento dendrítico de piroxenos decorados con cristalitos de magnetita.
LO MAS INTERESANTE DE ESTA MICROGRAFIA TEM-REPLICA es que SE OBSERVA CON DETALLE LA ESTRUCTURA DE LA FASE VITREA RESIDUAL CON GOTAS DE S-F L-L



Rincón and Callejas, Aventurine optical effects produced at the surface of basalt and mica amblygonite glass-ceramics. Rivista della Staz.Sper.Vetro, 1 (1989) 153-157

Fase vitrea con cristalizaciones de mullita primaria

Agujas de mullita secundaria crecidas en la fase vitrea



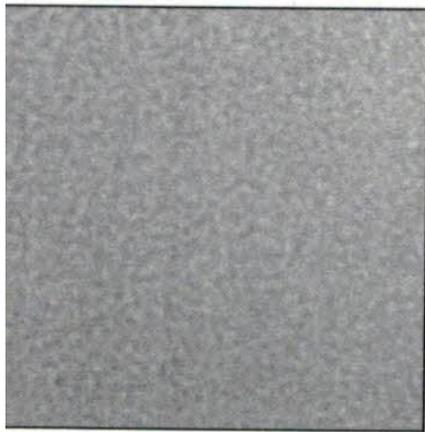
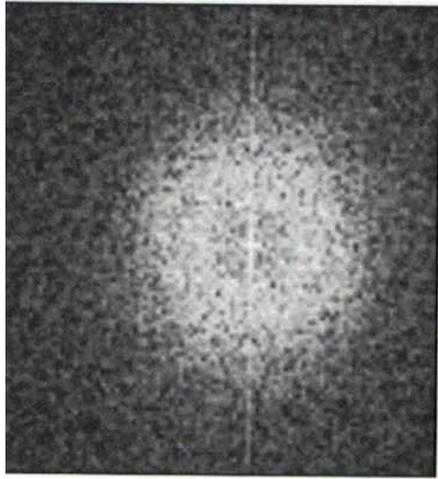
Micrográficas de un GRES PORCELANICO o “porcelanato” diseñado a partir de arcilla+ cuarzo+ un vidrio residual de la fabricarcion de fibras Alkali Resistentes del sistema $ZrO_2-Al_2O_3-SiO_2$

Martín-Márquez, Rincón, JECS 30 (2010) 1599-1607

GRES PORCELANICO HREM

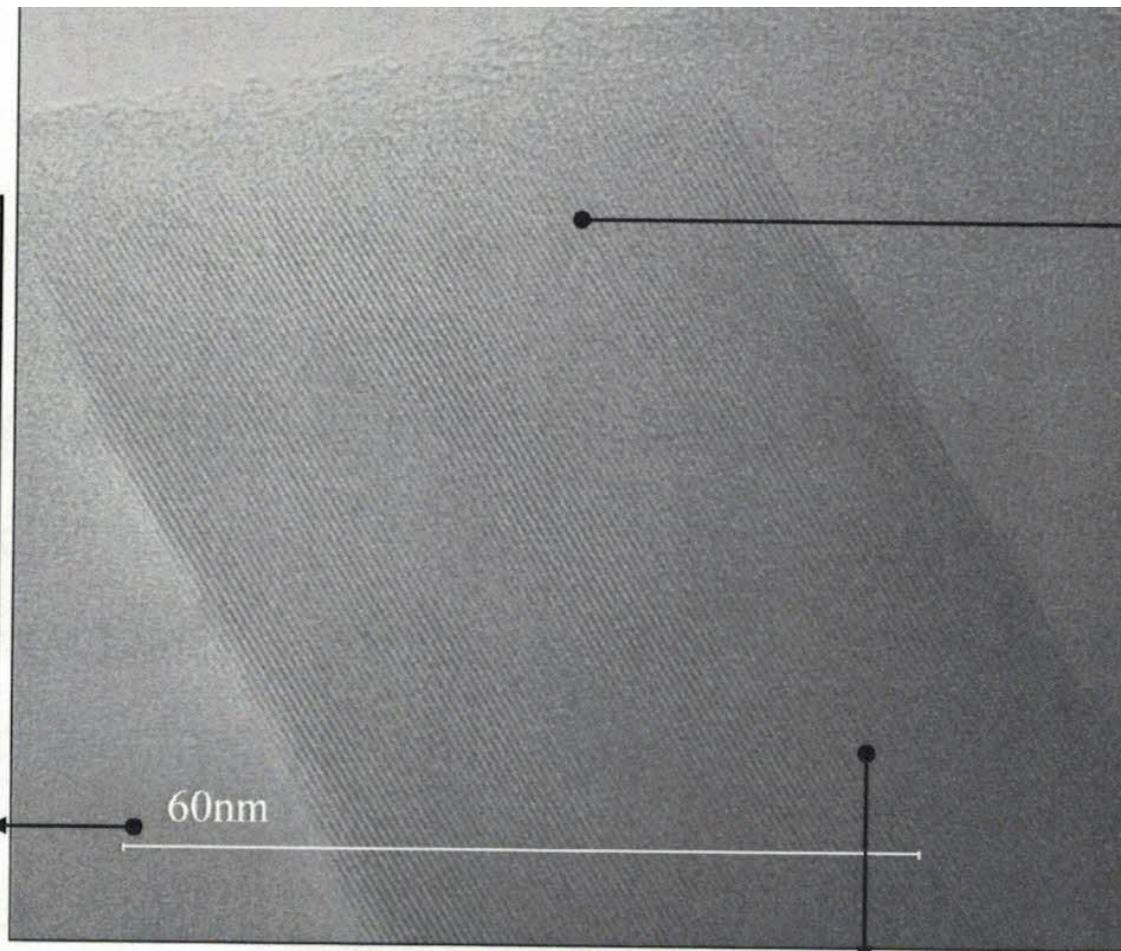
(Phillips Tecnai 20FEG

UCII, Madrid)

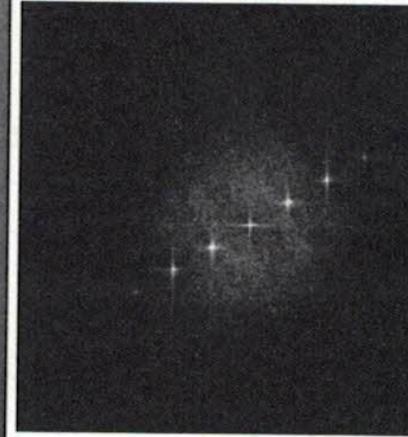
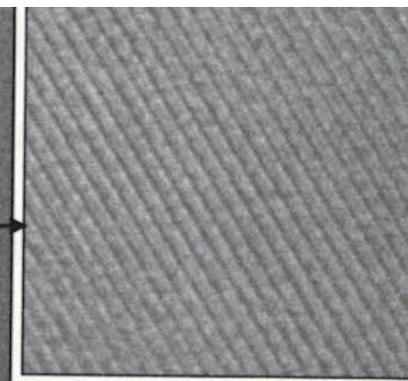


fase amorfa

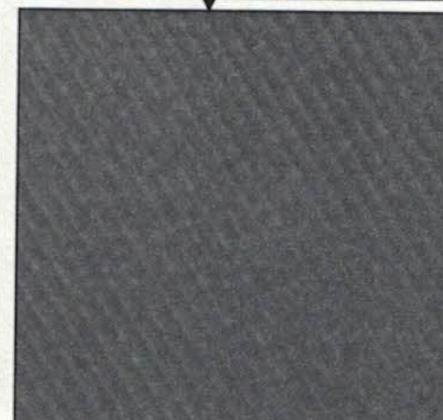
FASE VITREA



60nm

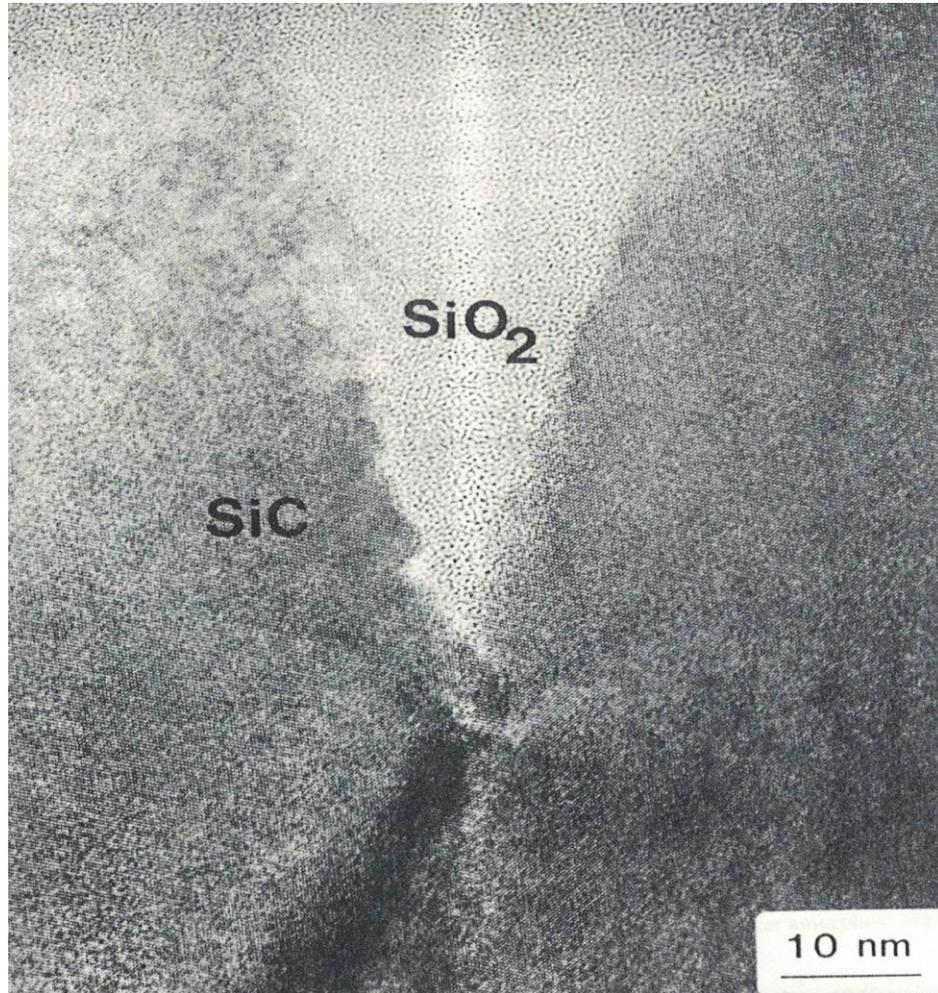


Cristal de MULLITE



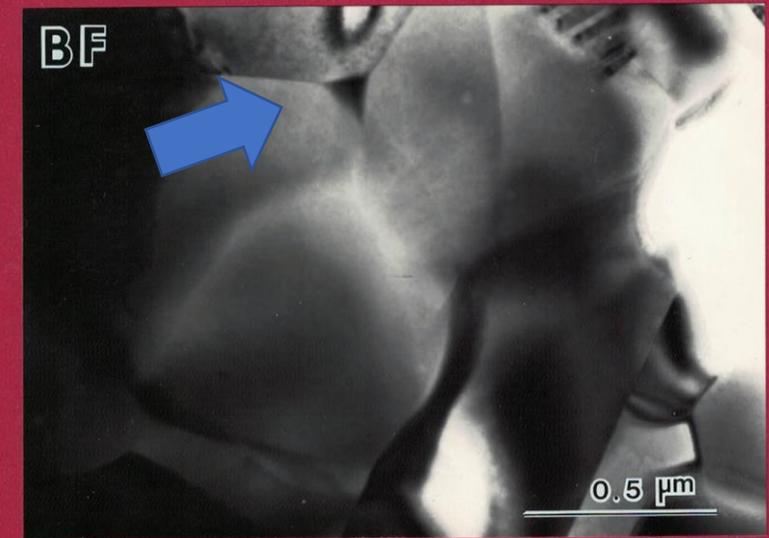
*Rincón and Martín- Márquez,
unpublished results, 2013*

“bolsos” (pockets) de fase vítrea observada por TEM-DF (dark field in amorphous zones)



Beta SiC film revealing notch tip and SILICA GLASS POCKET from decomposition of SiC

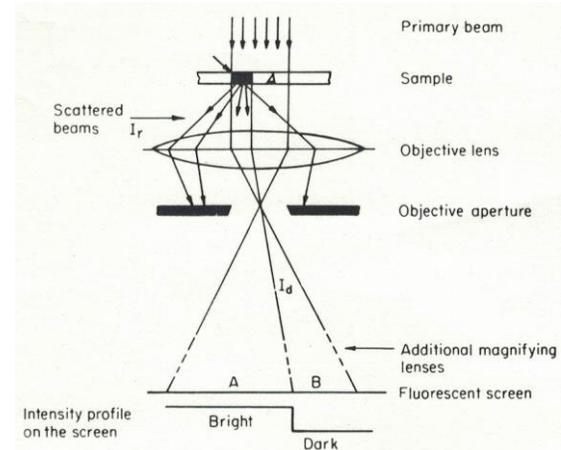
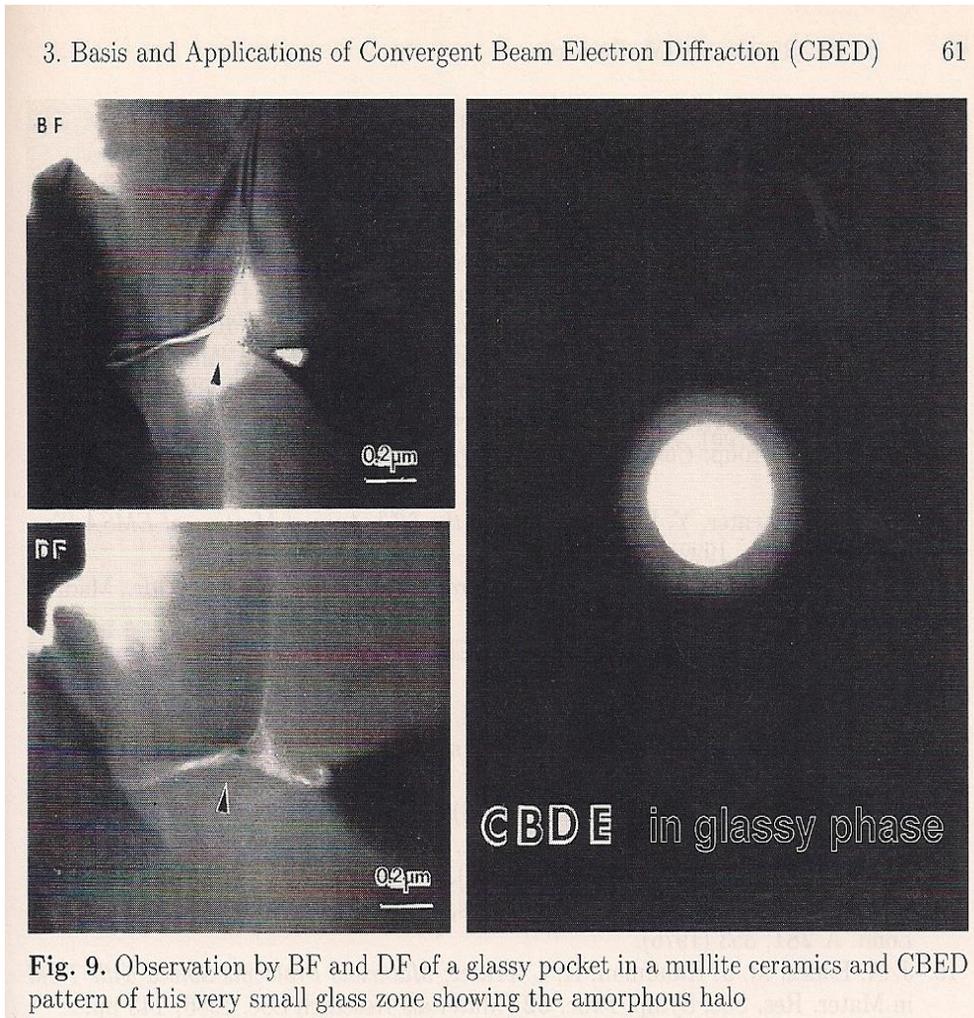
(Carter CH, Davis RF, Nutt SR, *J.Mater.Sci.* 1 (1986) 6, 811-817)



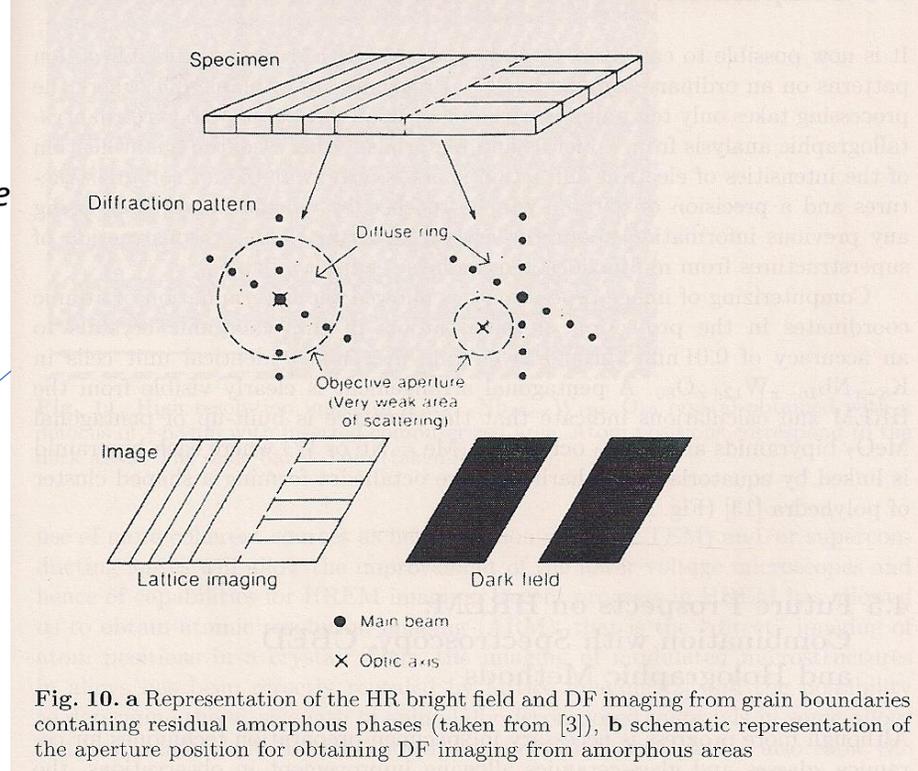
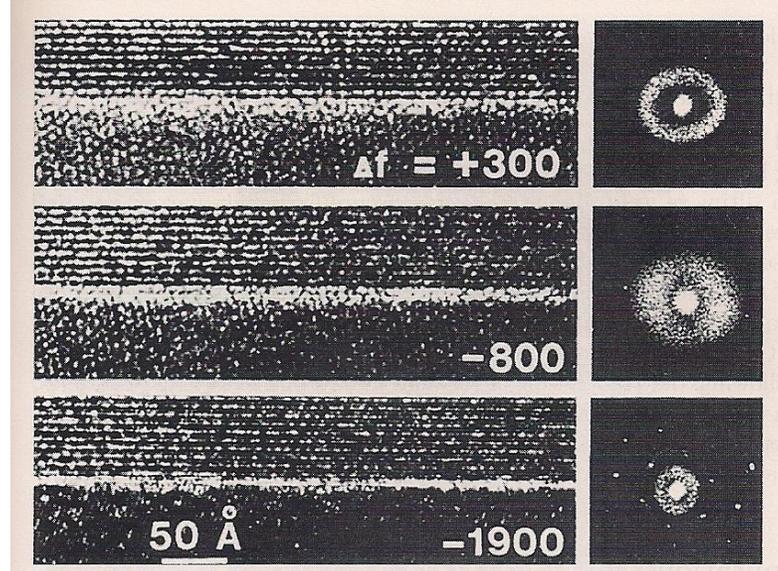
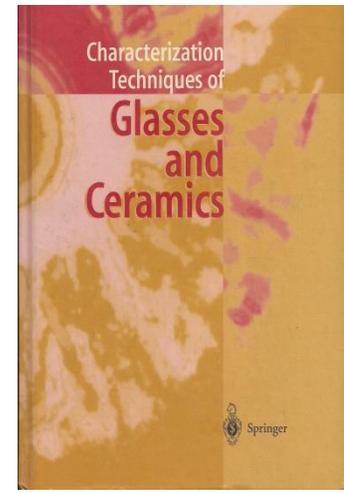
ZrO₂/MULLITE composite, TEM images

1984-85 non-yet published, 1984-85, Rincón results at Berkeley Lab research

IMÁGENES en CAMPO OSCURO PARA identificar la fase vitrea residual en materiales ceramicos

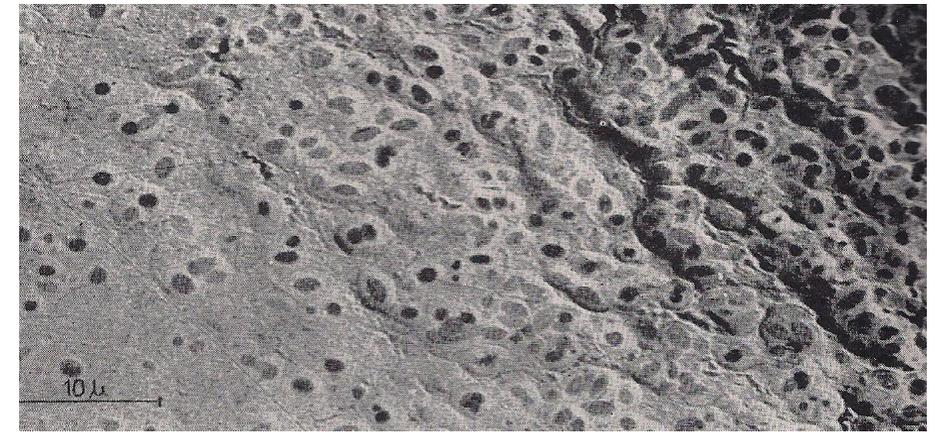
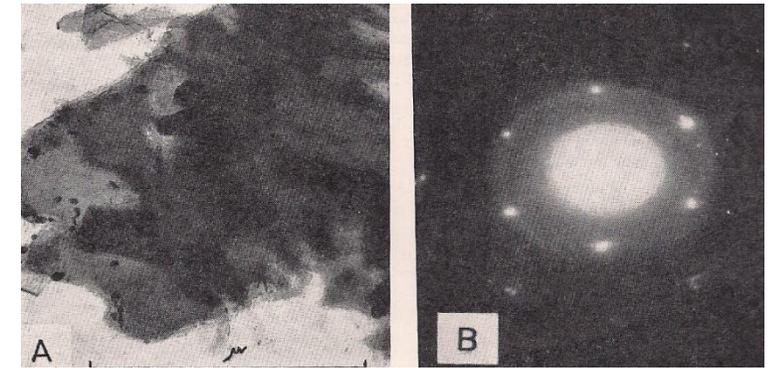
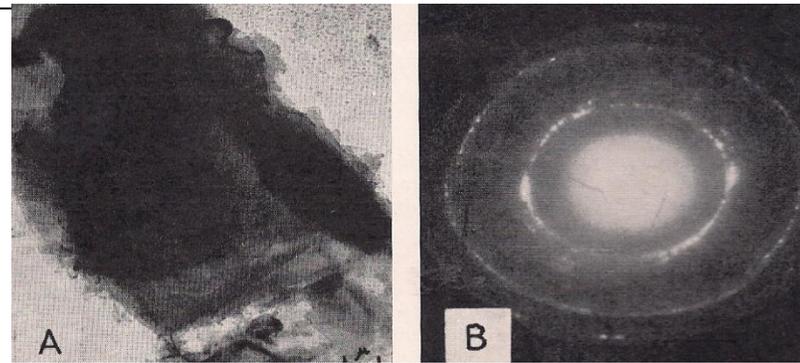
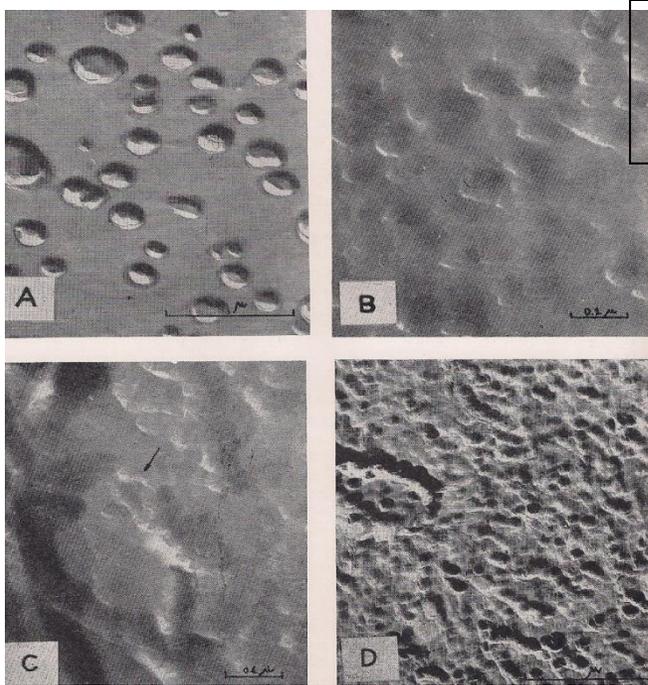


Reimer, 1984, TEM, Physics of Image Formation, Springer-Verlag

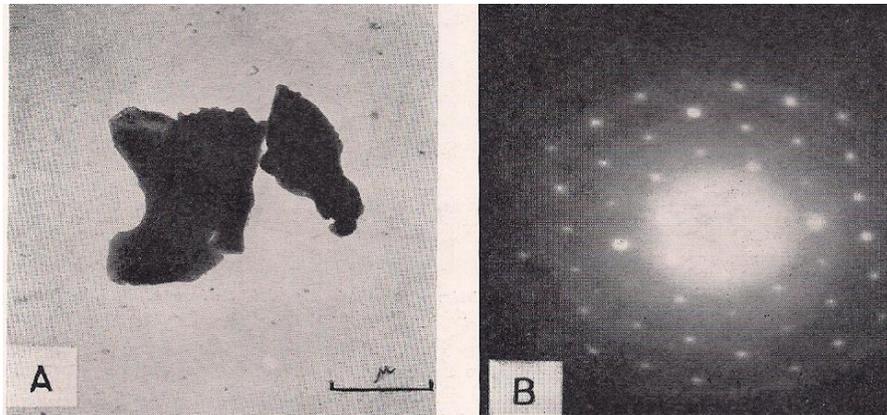


VITROCERAMICOS de $\text{Li}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$

(Beta espodumena- μ -cordierita = composicion ENCIMERAS DE COCINMA)



Photoemission electron microscope image in LMAS glass containing 12wt% TiO_2



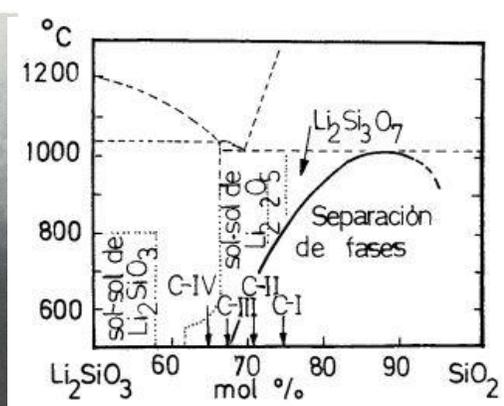
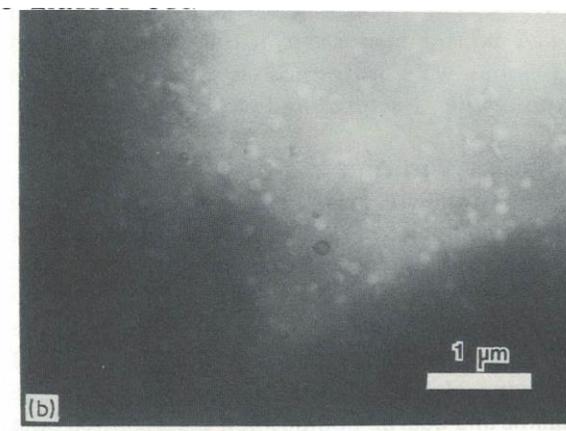
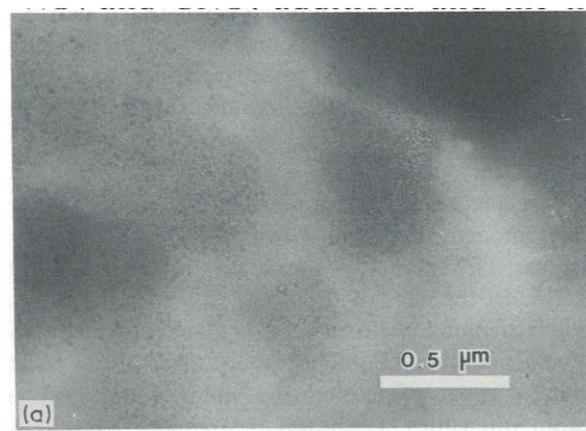
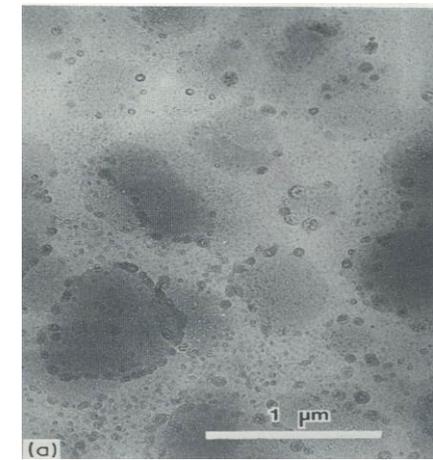
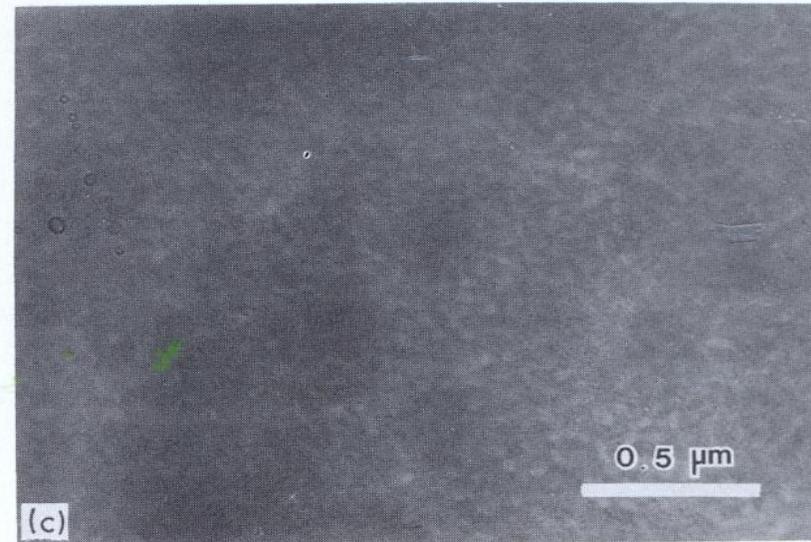
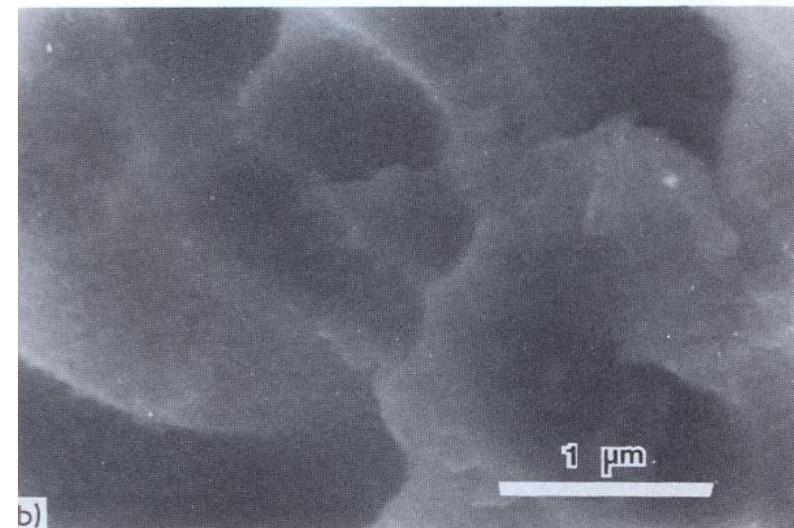


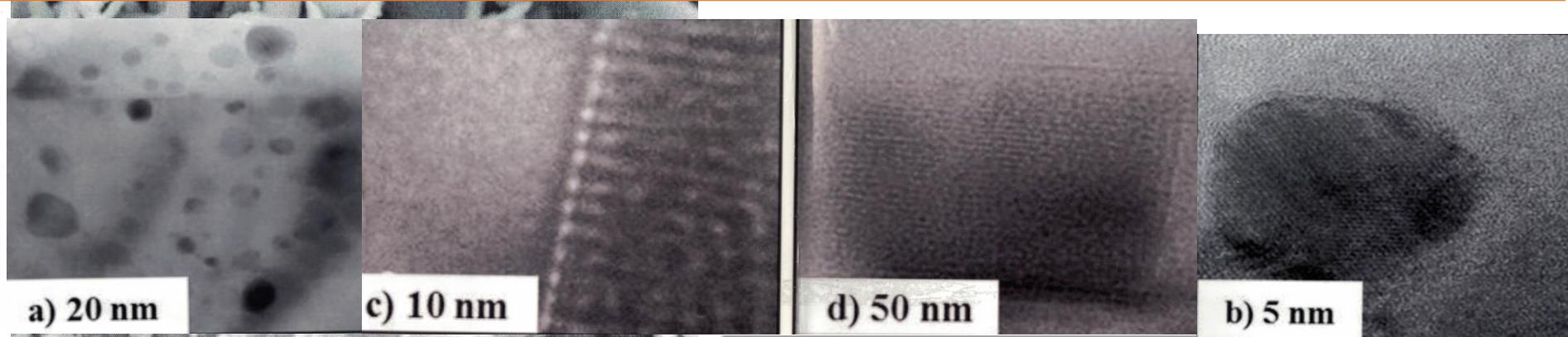
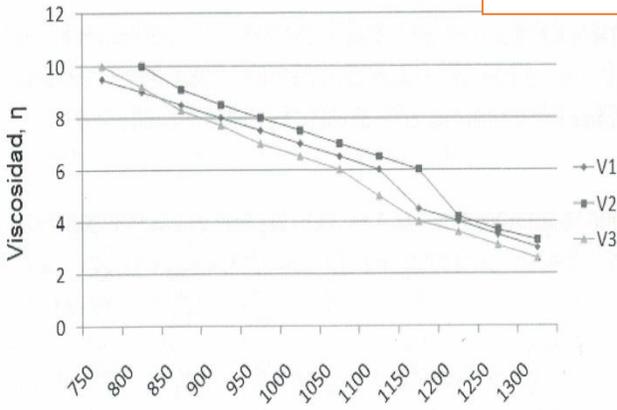
Figure 2 Transmission electron micrographs (thin foil) of C-III (V_2O_5) glass heat treated (a) at 450°C for 2h, and (b) at 550°C for 2h. (a) Replica-TEM, (b) SEM and (c) thin foil TEM.

(J.Ma. Rincón et al. BSECV, 1983, 267-277)

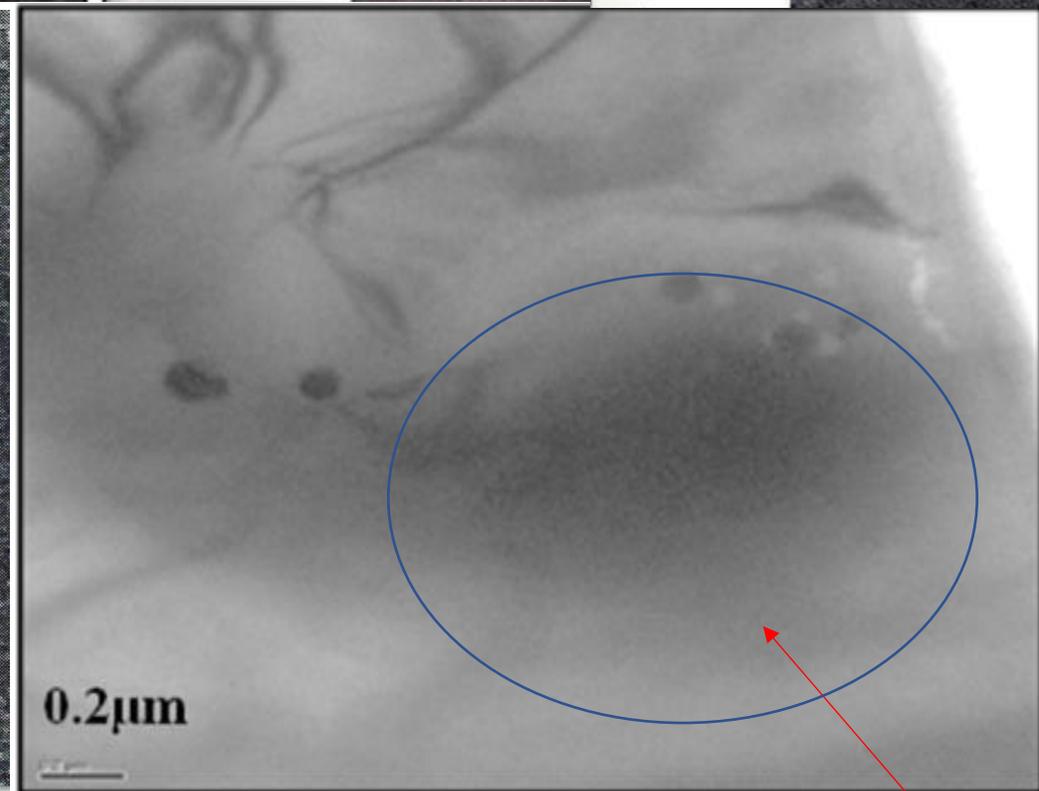
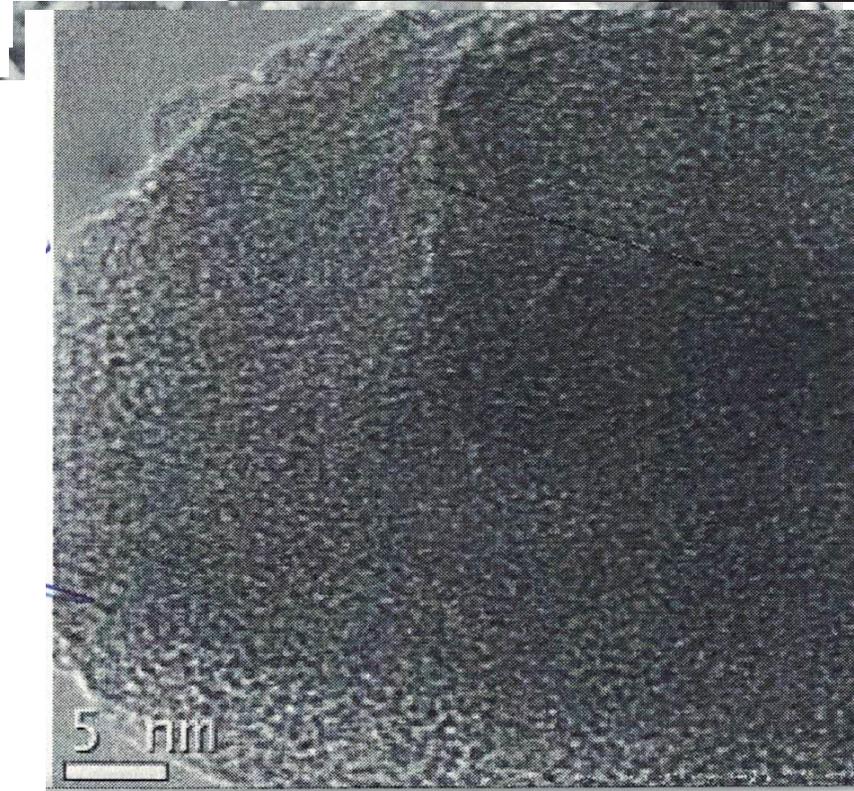
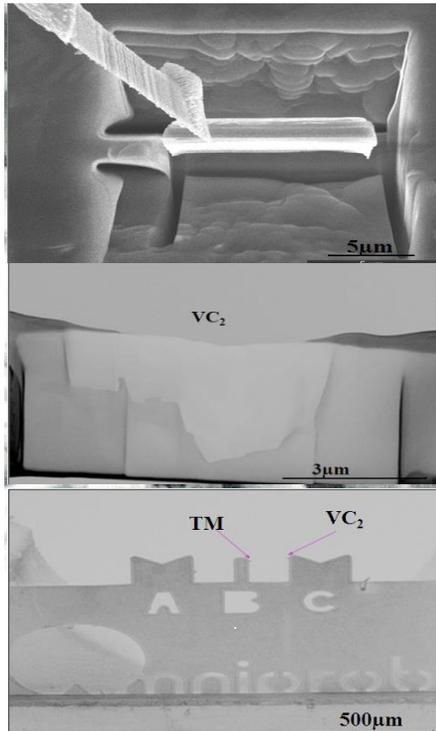


Replica and ion- milling thin foils of Li_2O - SiO_2 + V_2O_5 , Cr_2O_3 or MnO_2
 first stages of crystallization by heating at 550°C/ 2 hours

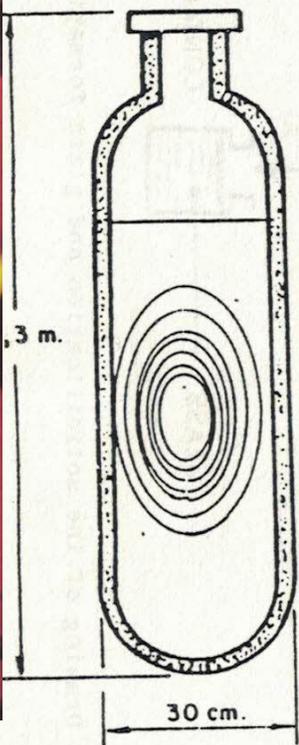
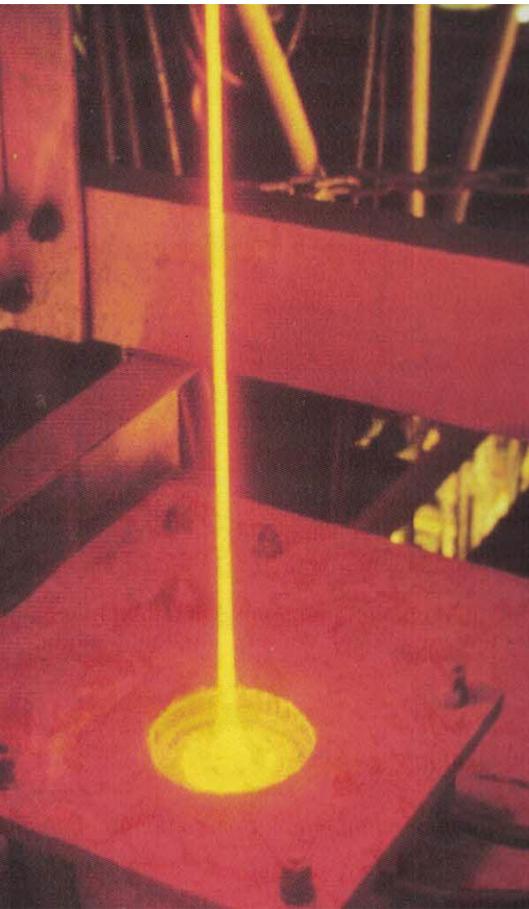
FIB-SEM+TEM in glasses encapsulating in a synthetic basalt composition the Cr 6+- wastes



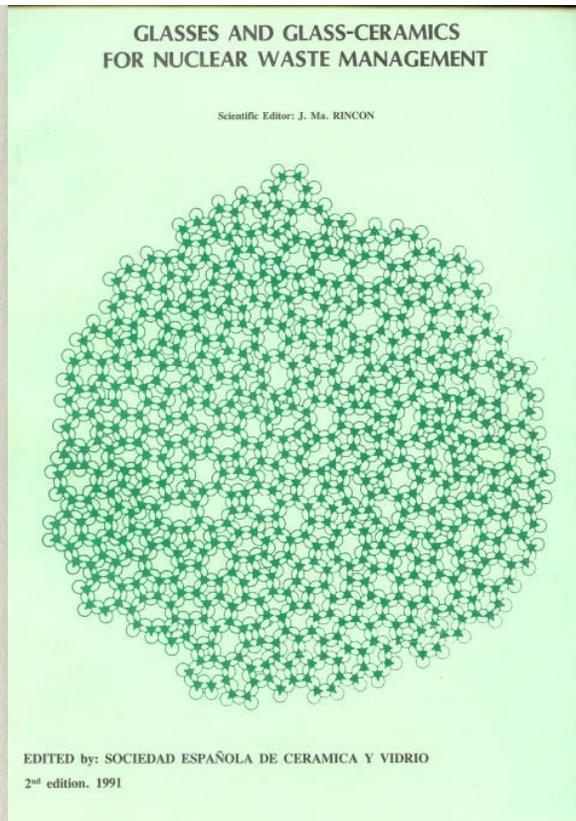
They are very fragile glasses



LA VITRIFICACION DE RESIDUOS RADIOACTIVOS PLANTEA TAMBIEN INTERESANTES CUESTIONES SOBRE LA ESTRUCTURA DE ESTE TIPO DE VIDRIOS



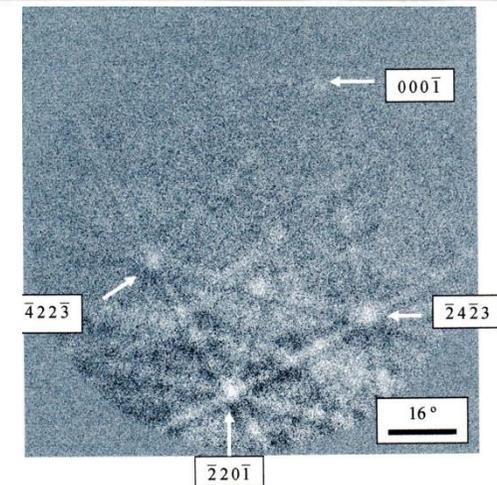
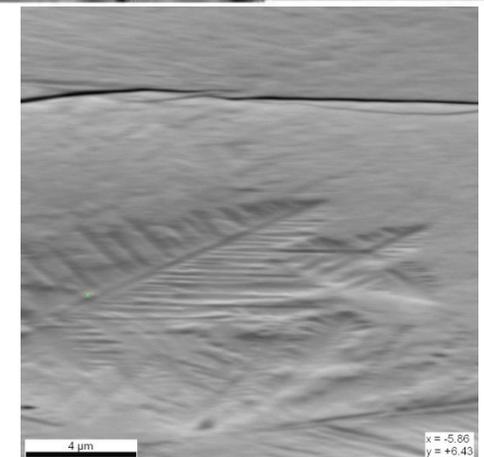
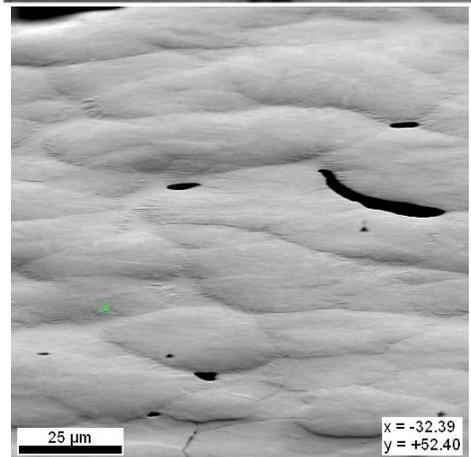
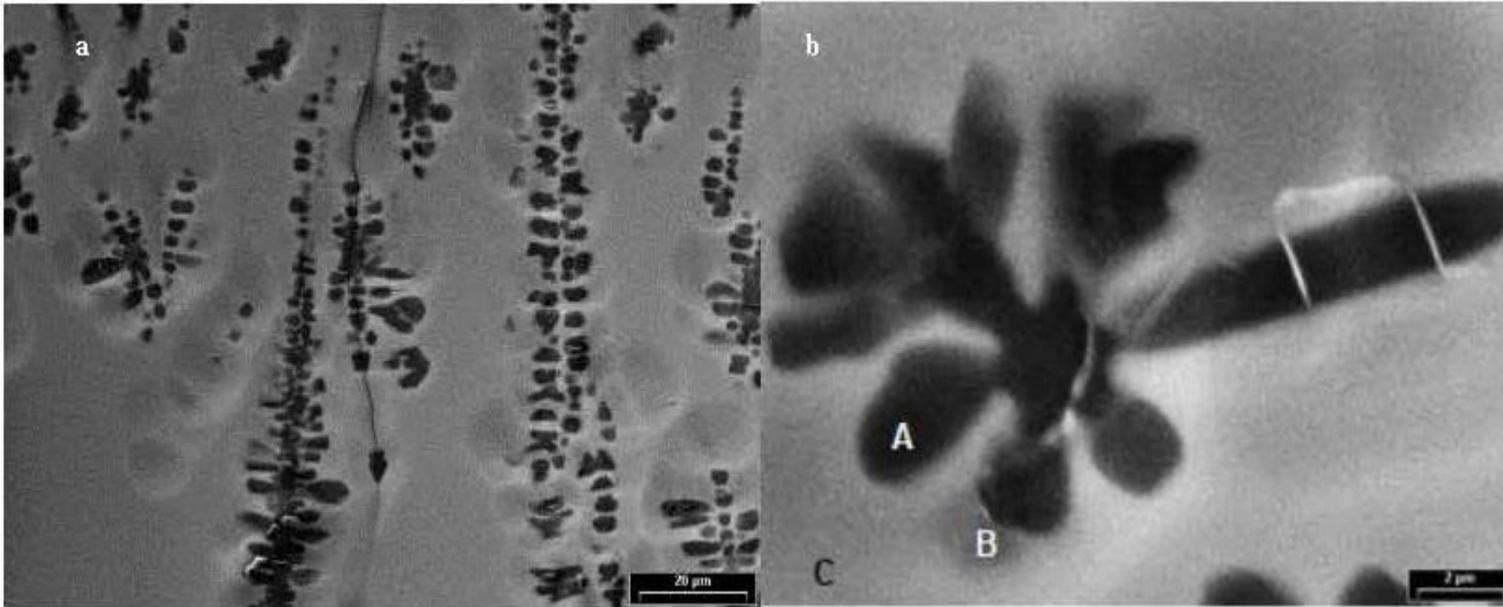
Cooling time years	heat genera tion Kw	Cumulative radiations per gr.	Dosis R/h. a 30 cm.
1	22	1.0×10^{17}	$1. \times 10^6$
5	~ 4.4		
10	3.1	2.5×10^{17}	6.2×10^4
100	0.36	7.1×10^{17}	5.8×10^3
1,000	0.02	1.5×10^{18}	1.6
10,000	0.006	3.0×10^{18}	1.3
100,000	0.003	6.1×10^{18}	0.6
Material	304L SS	160 Kg.	
Volume	210 ltrs.		
Content	630 Kg.	(equivalent to 2,5 t.U)	



En 10 años el calor generado baja un 98%
y la dosis R/h baja en un 99,4%

DIFRACCION DE ELECTRONES RETRODISPERSADOS (ESBD) EN VIDRIOS DE

FOSFATOS DE ALUMINIO Y HIERRO conteniendo óxido de Uranio- $UO_{2,67}$



J. Appl. Phys., Vol. 87, No. 5, 1 March 2000

Karabulut et al. 2

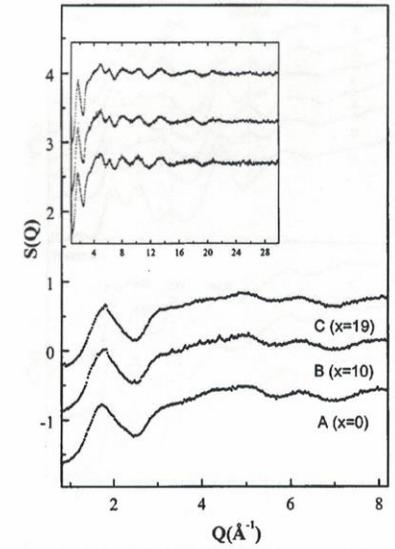


FIG. 1. The average neutron structure factors for the base glass and two uranium containing iron phosphate glasses $[(1-x)(40Fe_2O_3 - 60P_2O_5) - xUO_2]$, $x=0,10,19$, mol %]. The inset shows the full Q range without magnetic correction.

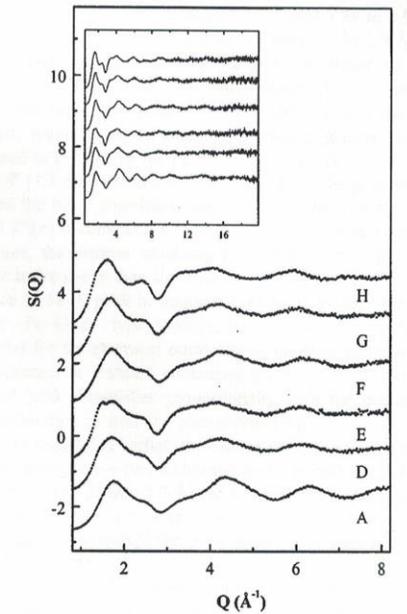


FIG. 2. The average x-ray structure factors for the base glass and uranium containing iron phosphate glasses $[(1-x)(40Fe_2O_3 - 60P_2O_5) - xUO_2]$, $x=0,10,19$, mol %]. The inset shows the full Q range without magnetic correction.

glasses as checked by EDAX are also given in Table I. Neu-

Karabulut et al., J. Applied Physics, 87 (2000)5, pág.2187

RDF by neutron scattering...etc...

EBSD pseudo.-Kikuchi

Rincón, Arboleda, González-Oliver et al, Glass Technol.: Eur. J. Sci.Technol. A, June 2013, 54 (3),111-118

+ en revision ahora en el Journal of Thermal Analysis and Calorimetry- Springer

EL MISTERIO DE LA ESTRUCTURA DEL VIDRIO

Entre los CIENTIFICOS DEL VIDRIO

La principal pregunta en la investigación del VIDRIO **sigue siendo EL MISTERIO DE SU ESTRUCTURA**

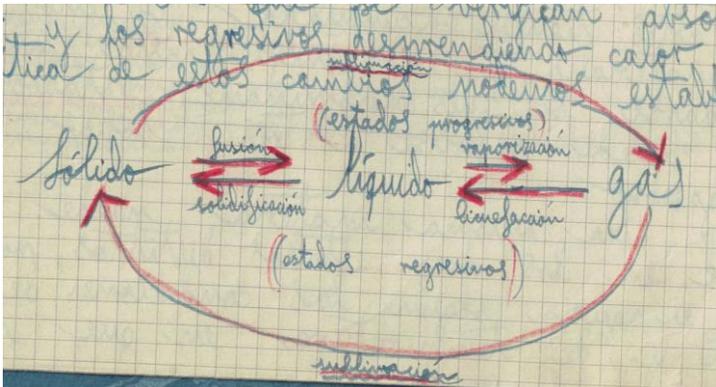
¿es un liquido ? ¿es un solido, pero con estructura de liquido ? ¿se puede considerar como se creía hace décadas que era un material amorfo?

Material metaestable, amorfo, desordenado estructuralmente, parcialmente ordenado ???...



familiares. Marchas por una ciudad labrada en cristal de roca. Tienes sed y la sed engendra delirios geométricos. Perdido en los corredores transparentes, recorres plazas circulares, explanadas donde obeliscos melancólicos custodian fuentes de mercurio, calles que desembocan en la misma calle. Las paredes de cristal se cierran y te aprisionan; tu imagen se repite mil veces en mil espejos que se repiten mil veces en otros mil espejos. Condenado a no salir de ti mismo, con-

La Hija de Rapaccini, Octavio Paz, 1990



En el lenguaje hay una GRAN CONFUSION entre la palabra CRISTAL y VIDRIO
LOS VIDRIOS "NO SON CRISTALES" ...son VIDRIOS

LA ESTRUCTURA DEL VIDRIO ESTA INTIMAMENTE LIGADA AL CONCEPTO DE ORDEN-DESORDEN

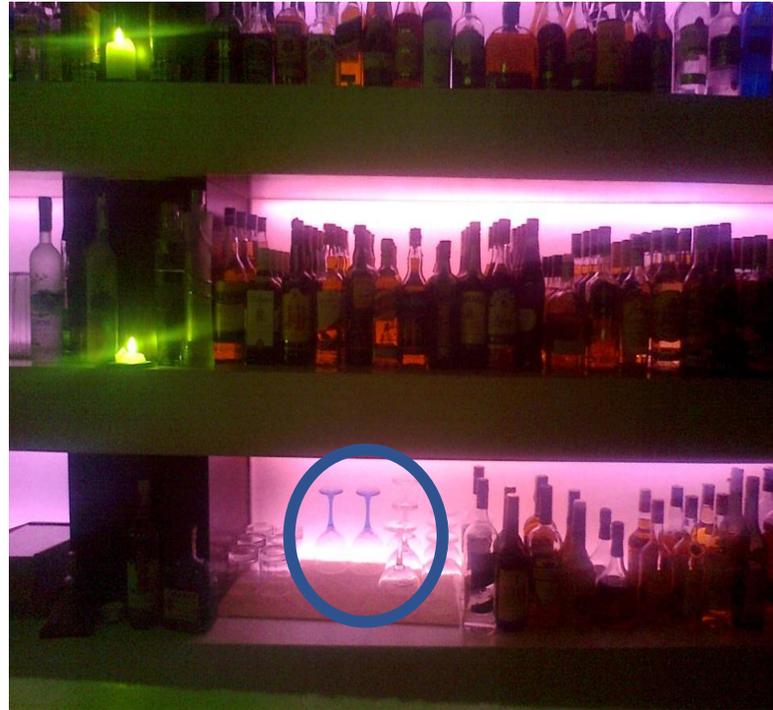
Nuestra idea intuitiva del ORDEN y del DESORDEN

ORDEN y DESORDEN



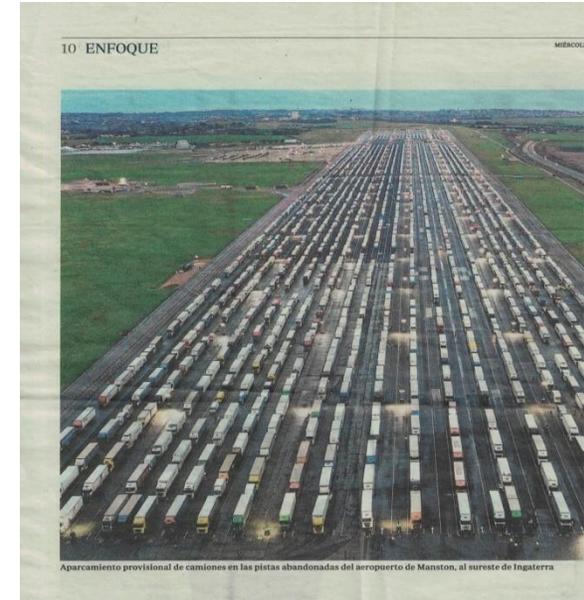
Orden de vidrios en largo alcance

(fotografías originales de J.Ma. Rincón)



Total desorden de vidrios,
AUN ASI...hay zonas de
Orden-de-corto-alcance

ORDEN – DESORDEN en ATASCO DE TRAFICO



IVAM

Últimas semanas



JOAN MIRÓ

orden y desorden

1961 Edited

IV. ORDER

58. ORDER.—*N.* order, regularity, uniformity, symmetry, harmony; course, routine; method, disposition, arrangement, array, system, economy, discipline, orderliness, subordination. gradation, progression; series, etc. (*continuity*), 69.

rank, place, etc. (*term*), 71.

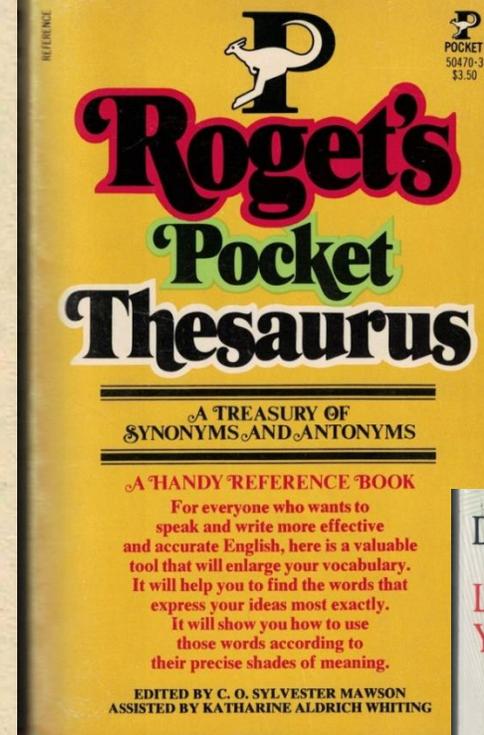
V. adjust, regulate, systematize, standardize; time.

Adj. orderly, regular; in order, in trim, neat, tidy, methodical, uniform, symmetrical, shipshape, businesslike, systematic, normal, habitual.

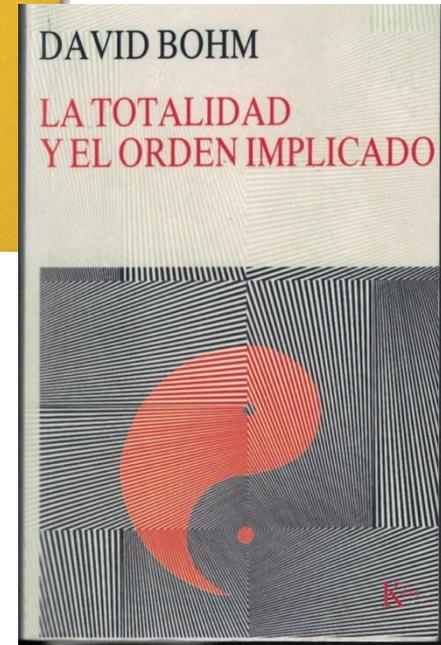
Adv. in order, methodically, in turn, in its turn; step by step; systematically, by clockwork.

59. DISORDER.—*N.* disorder, derangement; irregularity; untidiness; anomaly, etc. (*unconformity*), 83; anarchy, anarchism; disunion; discord.

confusion, disarray, jumble, botch, litter, farrago, mess, muddle, hodgepodge, imbroglio, chaos, clutter, medley.



1988



ORDEN IMPLICADO
y
ORDEN EXPLICADO

SIN EMBARGO, ESTE THESAURUS que conservo desde mi estancia en BERKELEY de 1984-85 no hay ninguna mención a los tipos de ORDEN que existen

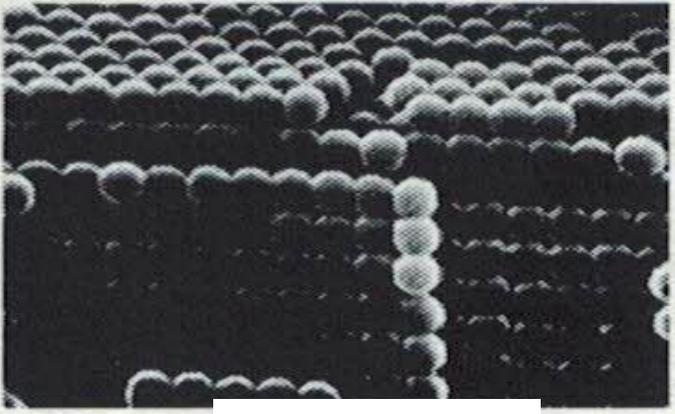
- Short Order (SRO)
- Medium Order (MRO)
- Longer Order (LRO)
- Porque son denominaciones del mundo científico....

ORDEN DE CORTO ALCANCE

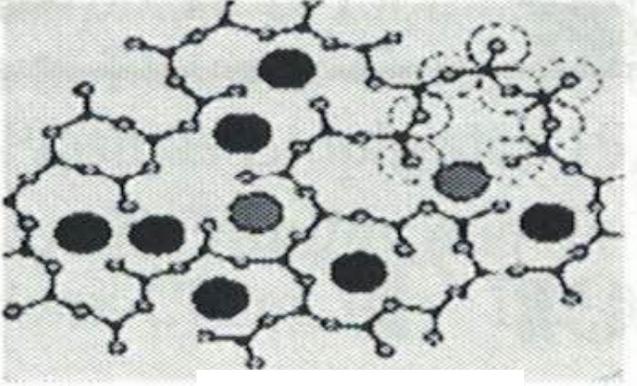
ORDEN DE LARGO ALCANCE



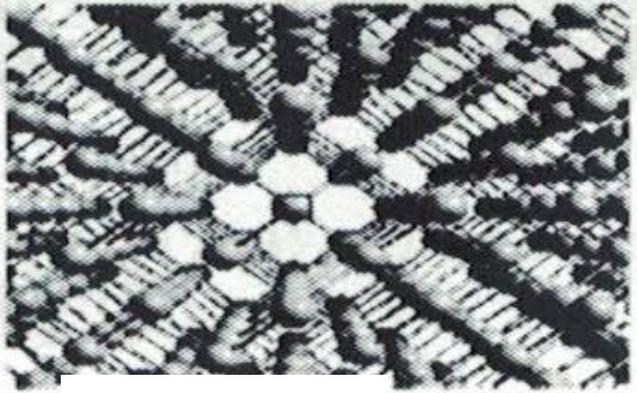
amorfo



opalina



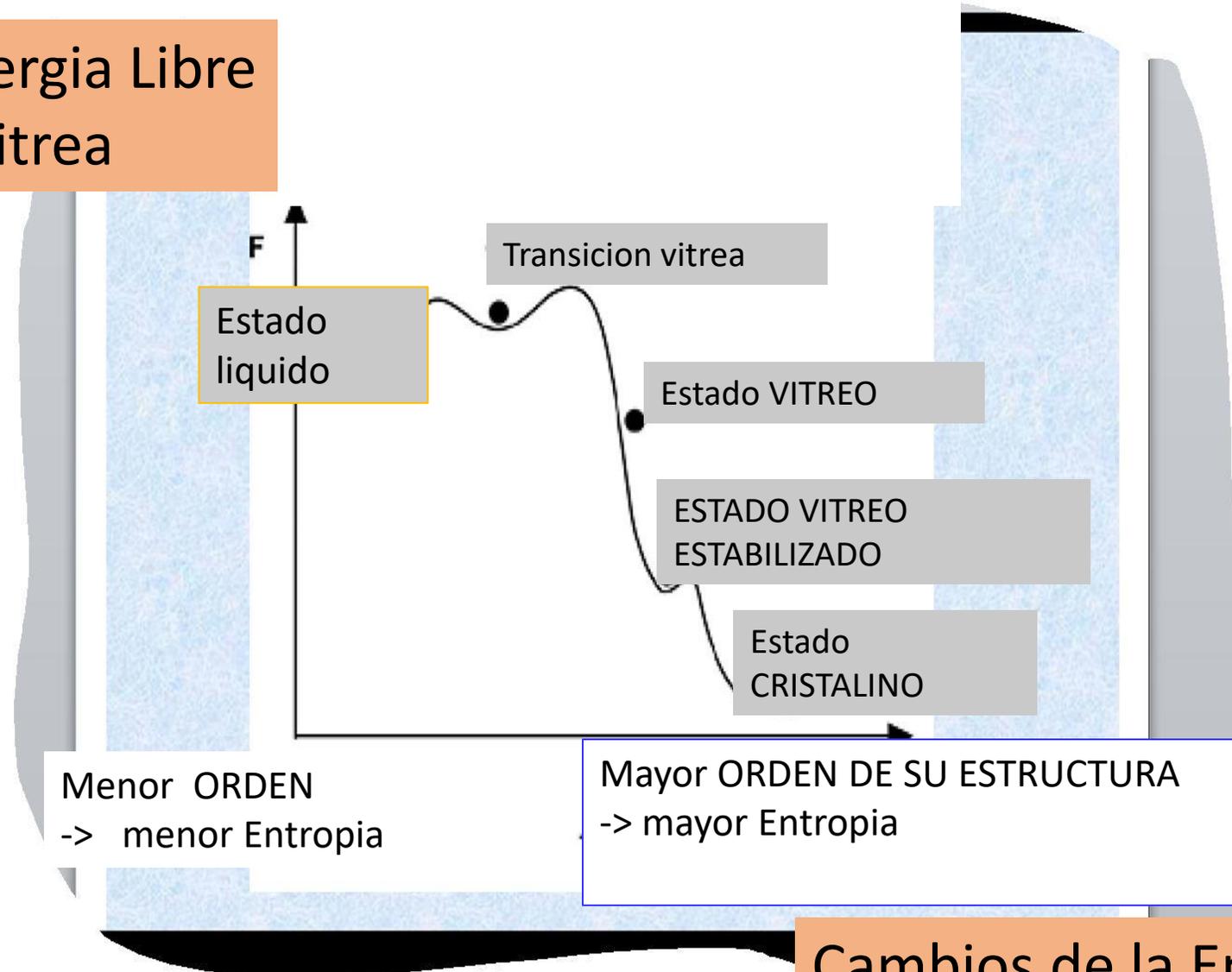
vidrio



Cristal

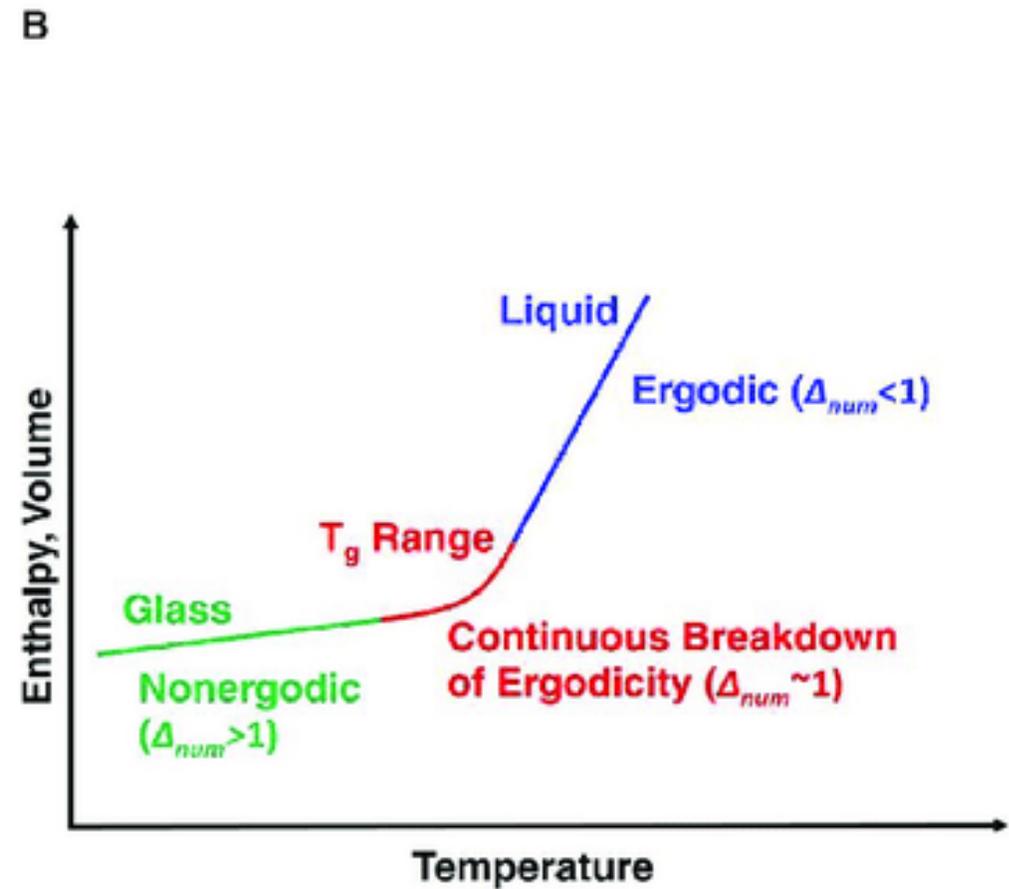
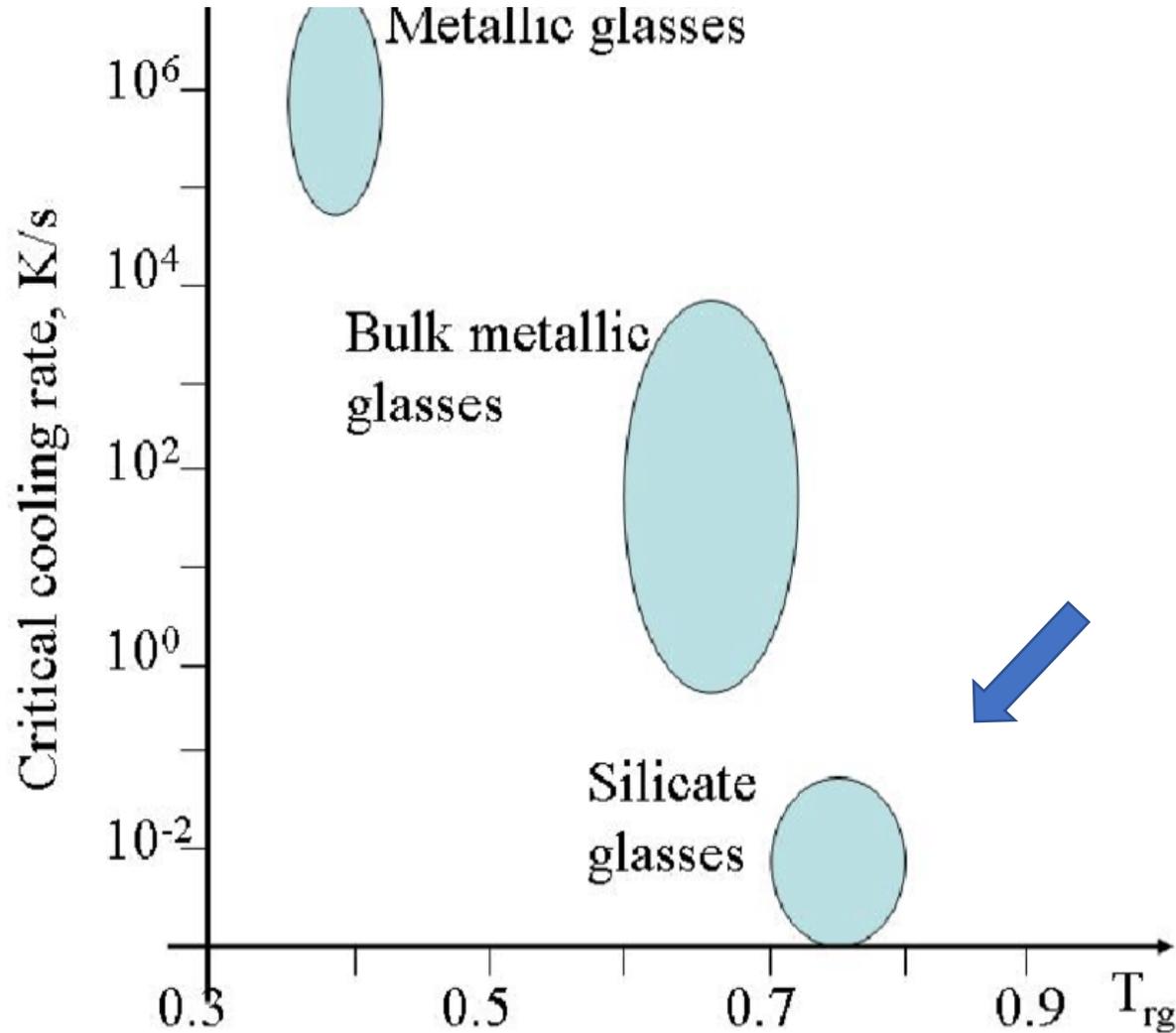
(Heide K, 2001, Natural glass- a fascinating material, Proc. Int. Congr. Glass, vol1, Edinburg, july, 193-197)

Cambios de la Energia Libre de la estructura vitrea



Cambios de la Entropia de la estructura vitrea

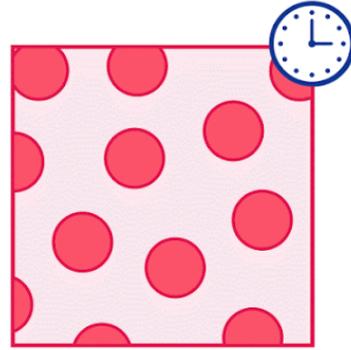
Δ = número de Deborah = t tiempo de relajación interno / t externo (times scales)
 para un número de Deborah $\Delta = 1$ no hay cambios en la entalpia o en el volumen del vidrio, es el caso de cintas vitreas



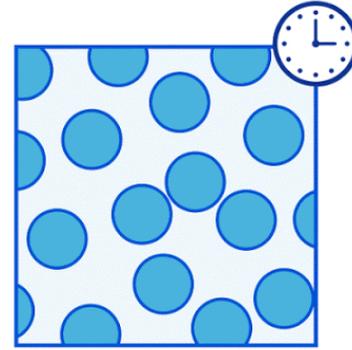
Mauro, *Through a Glass, Darkly: Dispelling Three Common Misconceptions in Glass Science*, *Int. J. Appl. Glass Science*, 2 (2011) 245-261) p.253, Fig.9

La formación de ESTRUCTURAS VITREAS depende

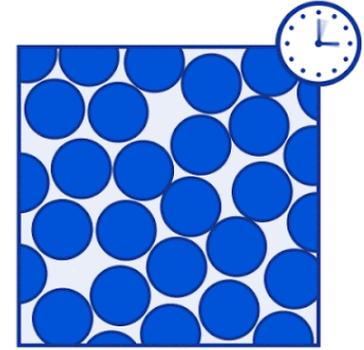
de la VELOCIDAD de ENFRIAMIENTO deL LIQUIDO o Material FUNDIDO



Liquid



Supercooled liquid



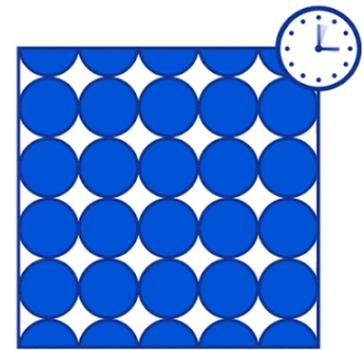
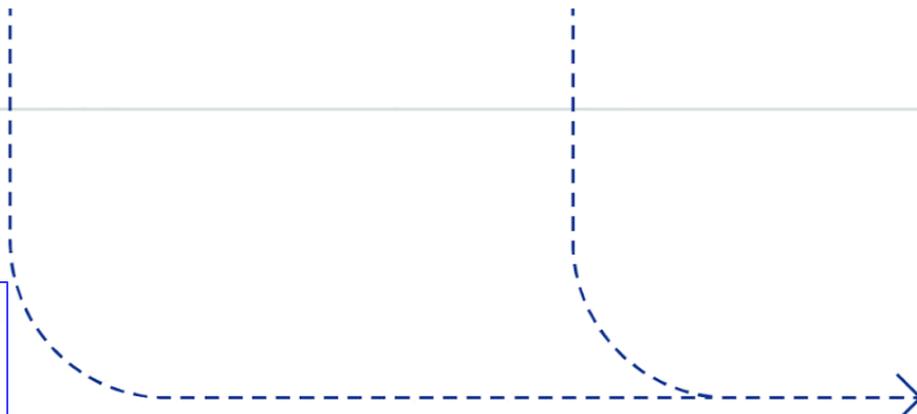
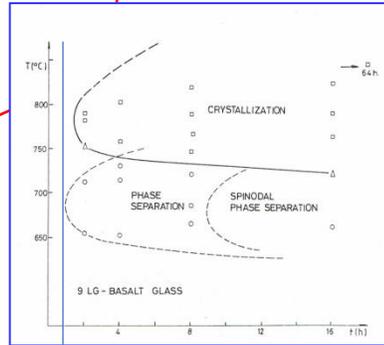
Glass



Disordered ^

Ordered v

CURVAS TTT o de TRANSFORMACION Temperatura- Tiempo



Crystal

¿LAS MAS RECIENTES TEORIAS ACERCA DE LA GENERACION DEL ESTADO VITREO ?

- TEORIA TERMODINÁMICA DE LA VITRIFICACION (TTV, english acronym)
- TEORIA DEL MODO ACOPLADO (MCT, english acronym)
- TEORIA CINETICA DE LA VISCOSIDAD MOLECULAR (MKTV, english acronym)

- Según NEMILOV, 1992, parece ser que la TTV es un caso particular de la TEORIA TERMODINAMICA GENERAL para la RELAJACION DE SISTEMAS
- Parece ser además que los mismos elementos que relacionan el flujo viscoso cerca de la $\sim T_g$, también actúan en las teorías MCT y en la MKTV

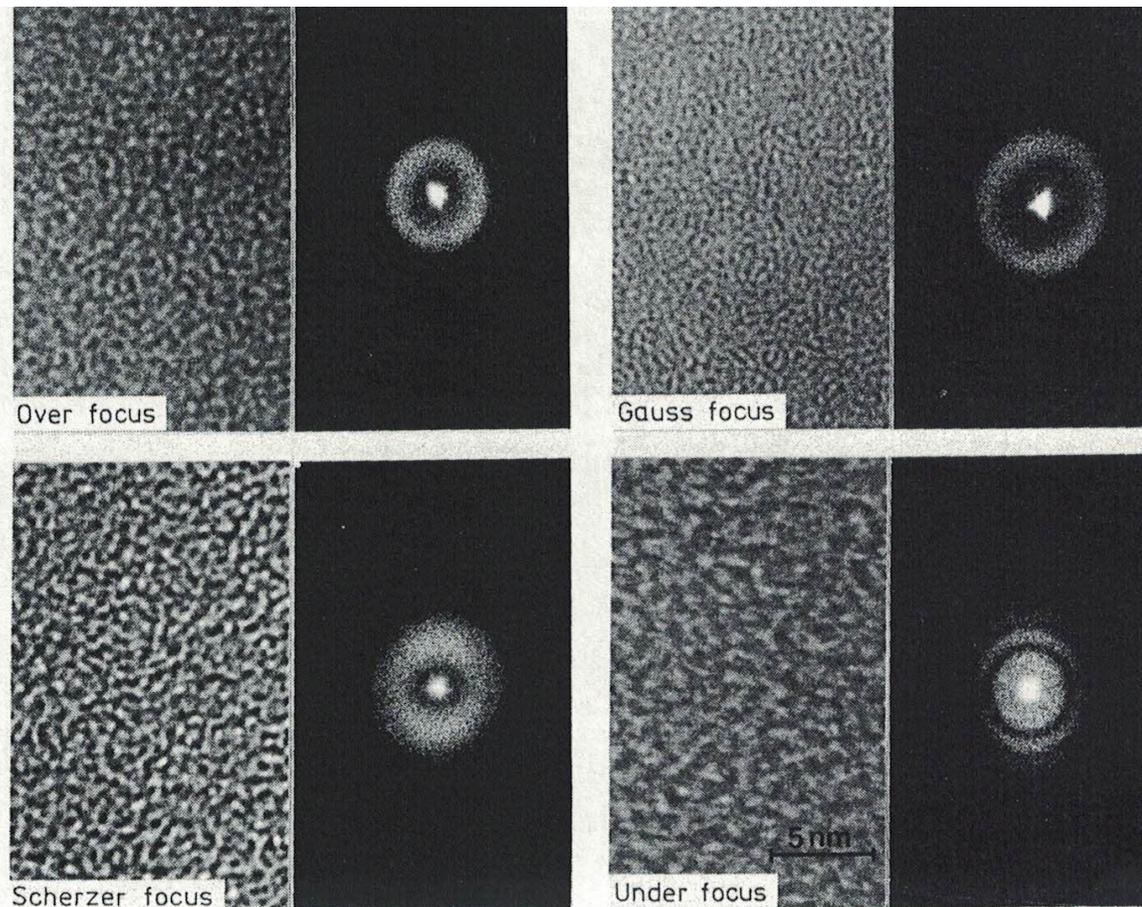
Asi pues, Nemilov ya propuso en esa fecha que seria posible llegar a una **TEORIA UNIFICADA DE LA VITRIFICACION**

Posteriormente, en el 2018 sugiere una “continuous entropy approach” cerca del 0 °K, lo que daría lugar a un valor positivo de la entropía en temperaturas cercanas al CERO KELVIN, basándose en el hecho de que de acuerdo con Gibb’s tanto la S como la H en vidrios no son funciones de estado, pero sin embargo son FUNCIONALES.

*Nemilov, **Entropy** 2018, 20,187, 11pages and Sov. J. Glass Phys. Chem. 18 (1992)5,415-429*

RADIAL DISTRIBUTION FUNCTION of diffuse diffraction rings:

X-rays, neutrons (Synchrotron) or electrons (TEM)

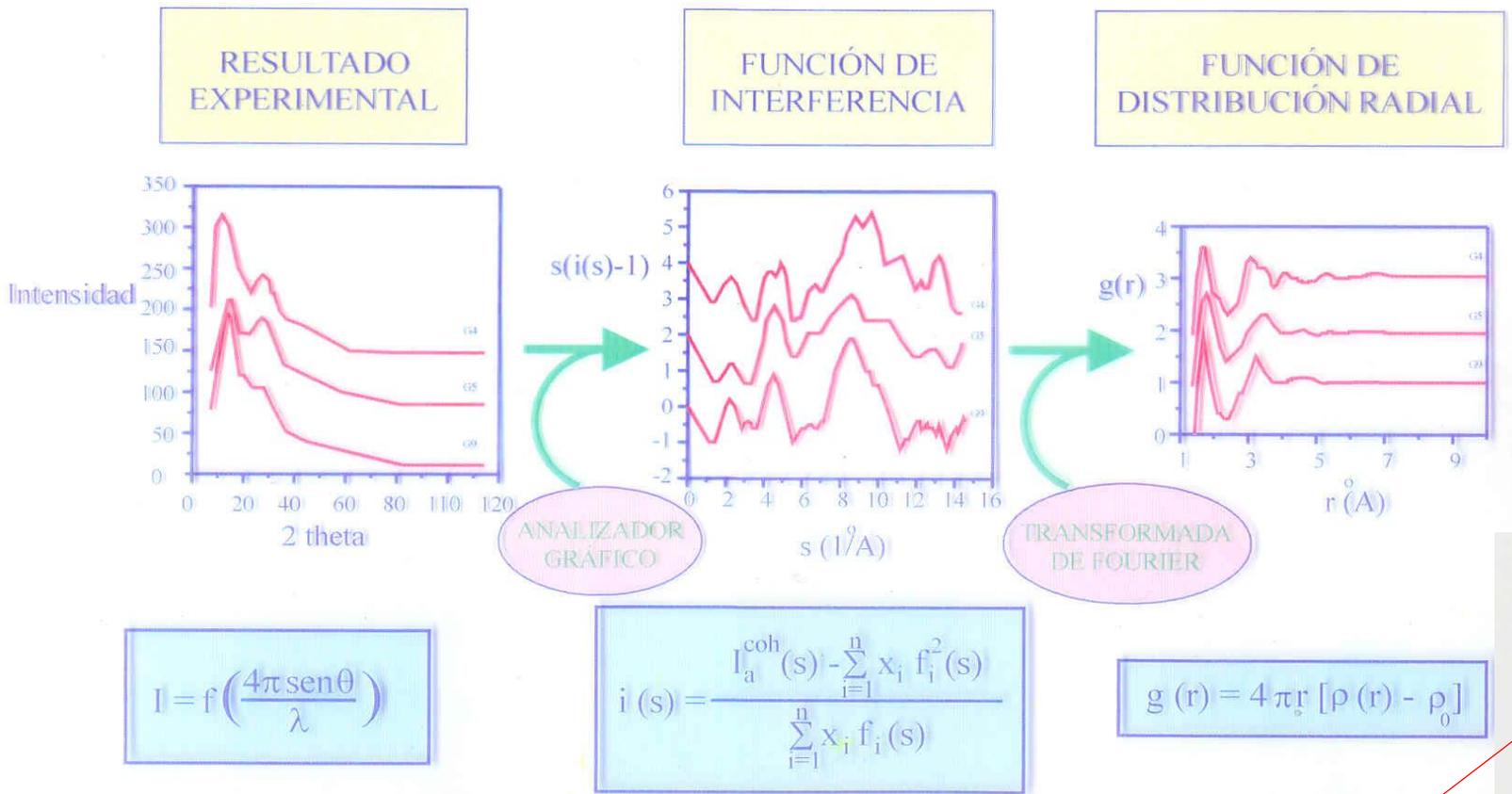


ELECTRANOGRAPHY Word (?):

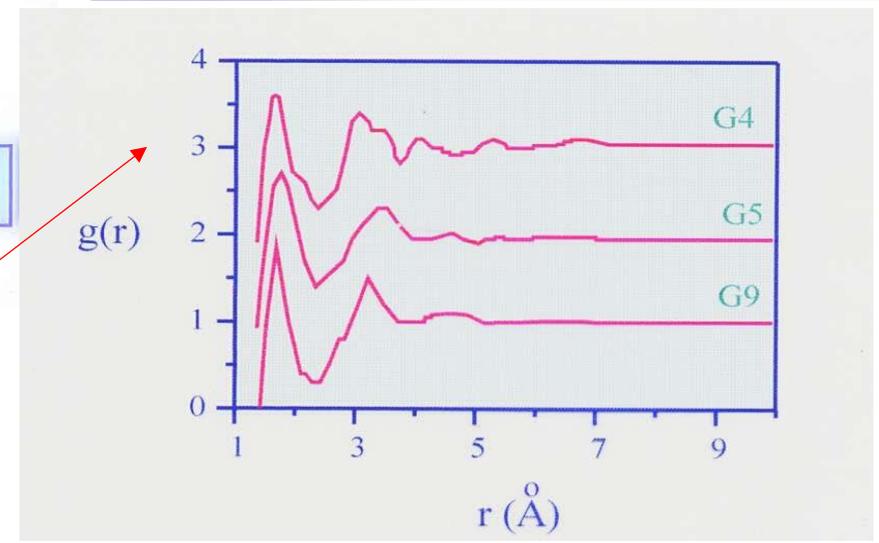
... "The microelectronograms received from short distance ordered zones of the glass skeleton in K_Na- Ca feldspars"

Funcion de DISTRIBUCION RADIAL de VIDRIOS obtenidos a partir de LODOS DE GOETHITA

AL (RDF)



	r (\AA)			
	TEÓRICO	EXPERIMENTAL		
		G4	G5	G9
Si - O	1.60	1.60	1.70	1.80
O - O	2.60	----	----	2.73
Si - Si	3.20	3.00	3.15	3.20
Al - O	1.88	1.85	----	----
Fe ³⁺ - O (T)	1.84	1.85	----	----
Fe ³⁺ - O (O)	1.99	1.85	----	----
Fe ²⁺ - O (T)	2.12	1.85	----	2.10
Zn - O	2.10	----	4.30	4.30
Pb - O	2.12	----	4.30	4.30



SE DEMOSTRÓ QUE HAY UN MAYOR GRADO DE ORDEN DE LARGO ALCANCE EN VIDRIOS CON MAYOR CONTENIDO EN OXIDOS DE HIERRO

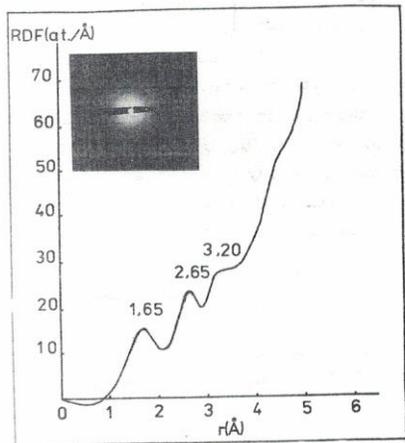
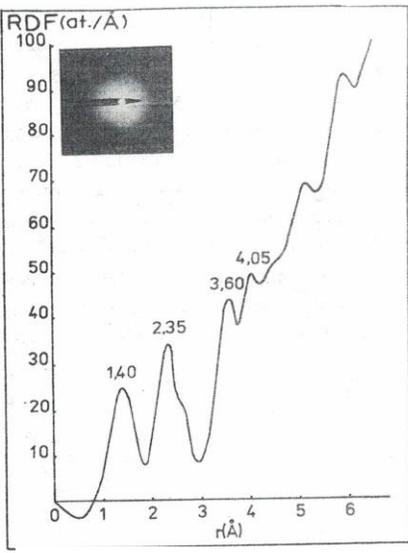
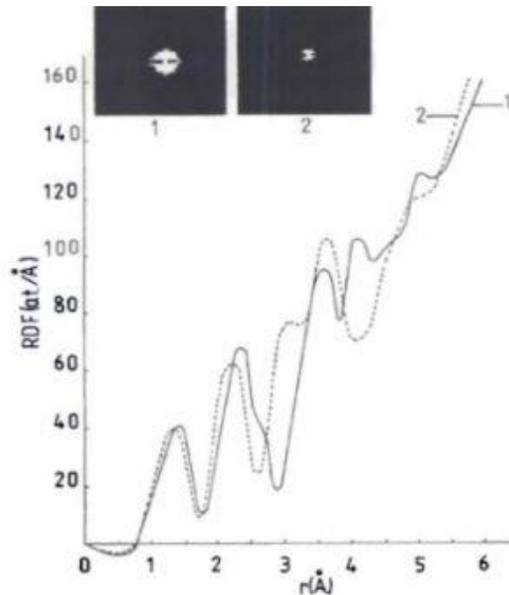


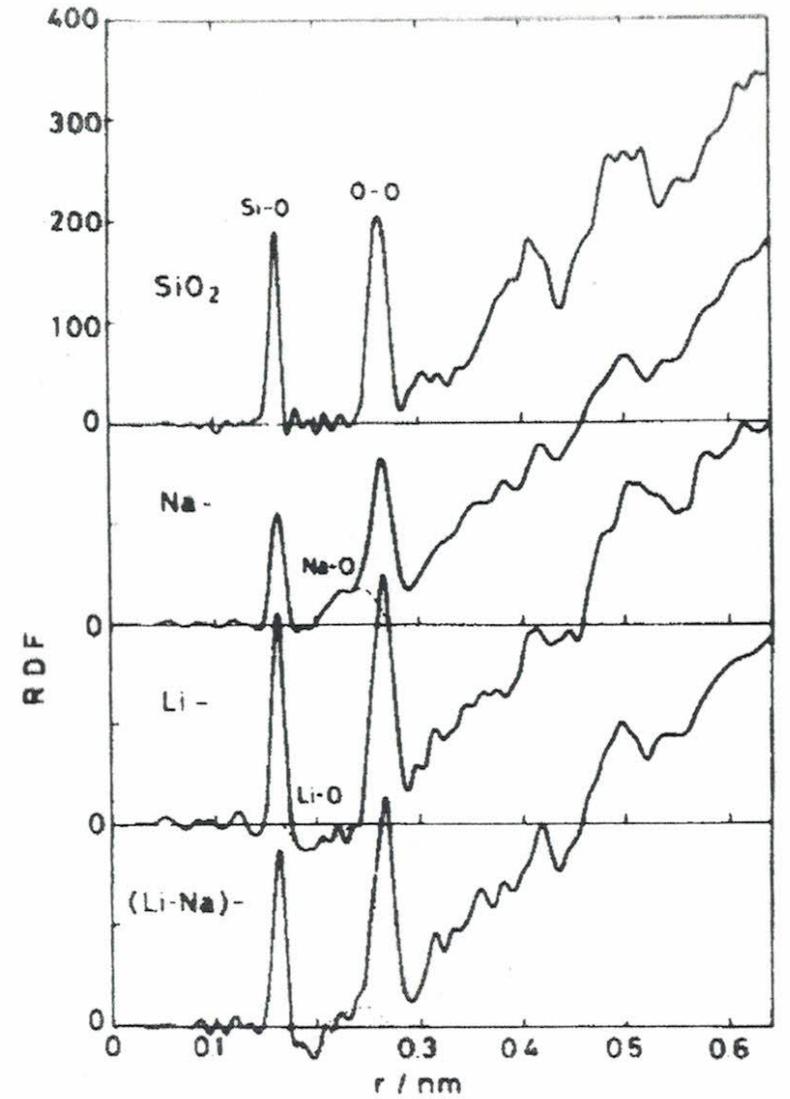
Fig. 1. RDF curve of SiO_2 glass



B_2O_3 glass



$\text{B}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2$ glass



Binary $\text{X}_2\text{O-SiO}_2$ glasses (Fig. 4 from ZARZYCKI J, *Glass Structure, JNCS 52 (1982) 31-43*)

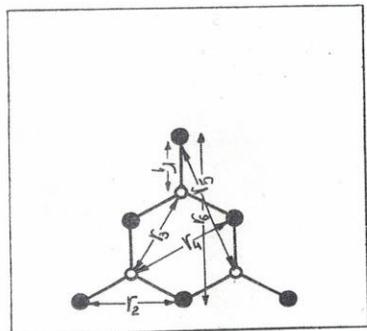
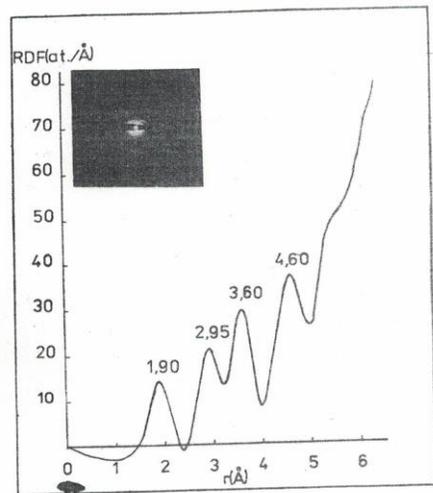
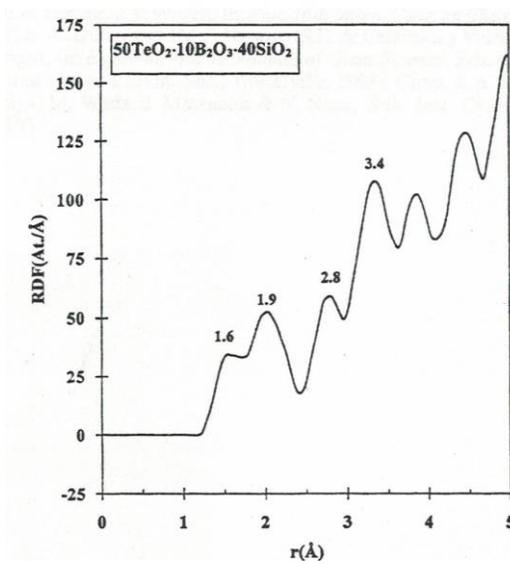


Fig. 3. Interatomic distances within



TeO_2 glass

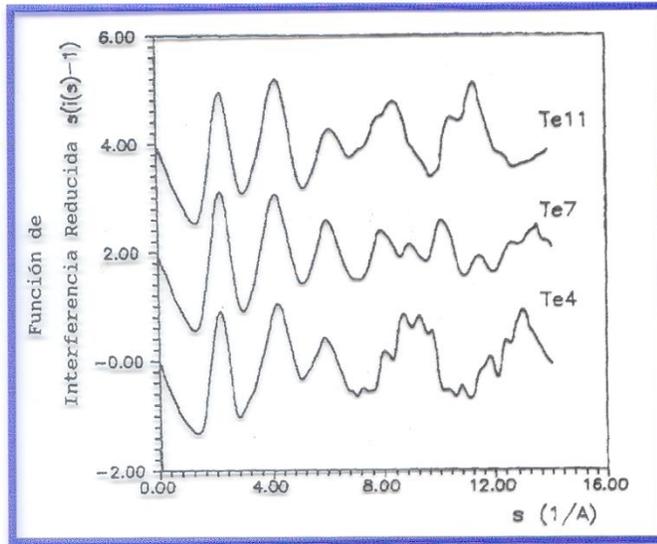


Boroxol B_3O_6 group

Vidrios del sistema $ZnO-CdO-Al_2O_3-TeO_2-SiO_2$

(Khozhukarov, Rincón and Zayas, 1993)

Reduced Interference Function
Versus $s = 4\pi \sin\theta/\lambda$

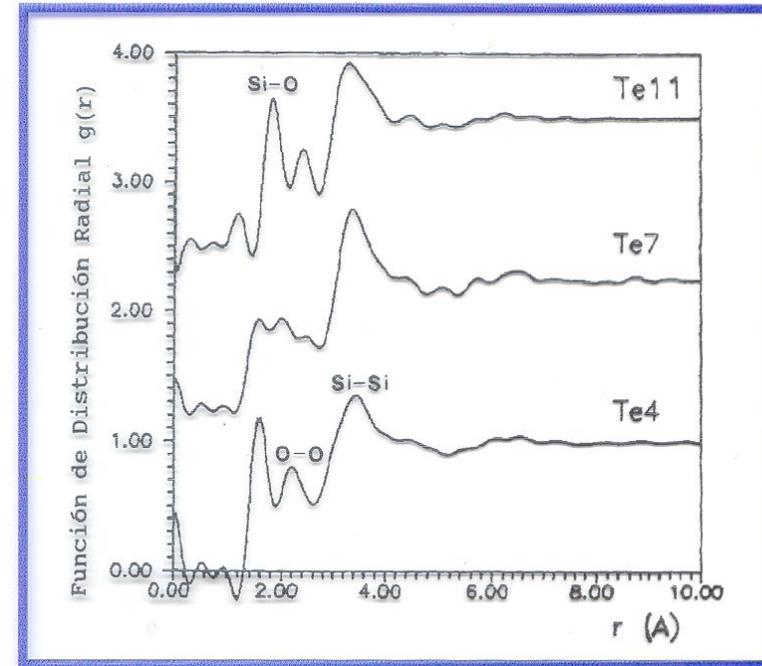


Mayor contenido en Te, caso del 7Te (7.24 % peso TeO_2)
Implica una mayor complejidad

Las distancias Si-Si = 3.40 Å son las mismas en estos vidrios, PERO EN EL CASO DE OTRO ENLACE como el O-O, las distancias son diferentes:

O-O = 2.25 Å → 11Te; 2.20 Å → 4Te y 2.05 Å → 7Te

FUNCION DE DISTRIBUCION RADIAL según las DISTANCIAS INTERATOMICAS (RDF)



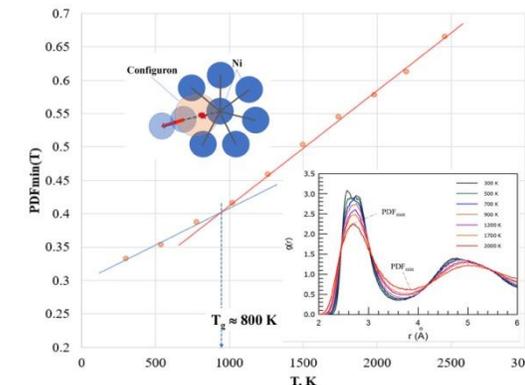
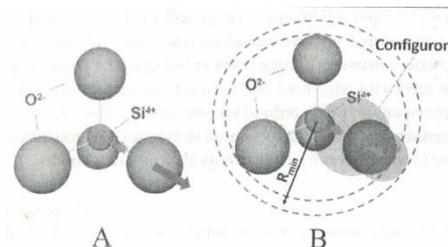
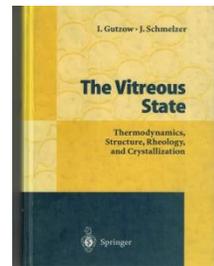
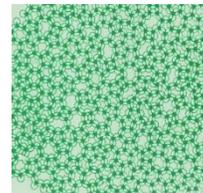
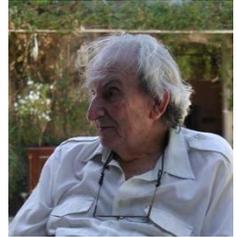
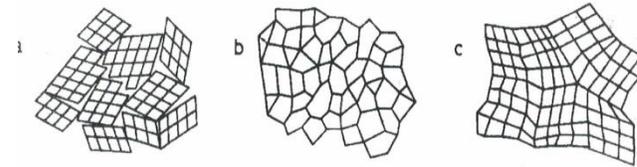
La FDR es similar en estos vidrios pero los que muestra estructuras más similares son los de composición 4Te and 11Te con mayor cantidad de puentes de oxígeno.

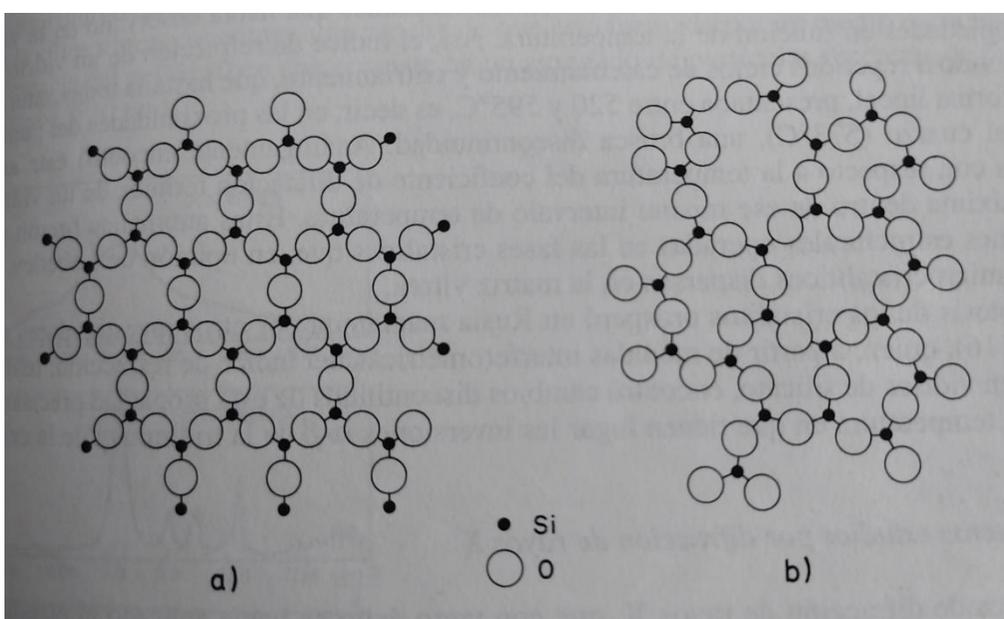
El vidrio 7Te tiene menor cantidad de puentes de oxígeno

DIVERSAS TEORIAS SOBRE LA ESTRUCTURA DEL VIDRIO

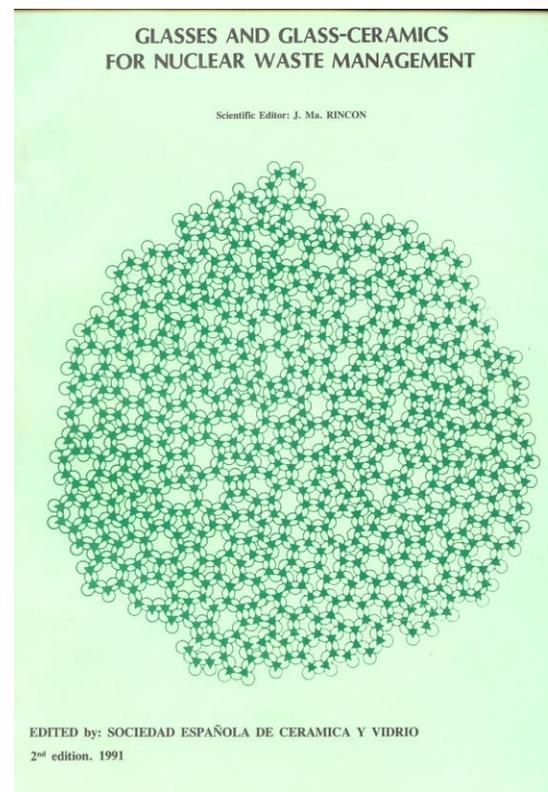
abstracted from the book EL VIDRIO, J.M^a. Fdez- Navarro, CSIC, 1992 and recent literature)

- REDES DESORDENADAS: Zachariasen,
- CRISTALITOS: Porai- Koshits (1966), Lebedev, etc...
- ORDEN DE CORTO Y LARGO ALCANCE -> pseudovitrocryst.: Zarczycki and like GEL STRUCTURE: Zarczycki
- HETEROGENEIDADES INTRINSECAS DE INMISCIBILIDAD: Vogel
- RED ESTRUCTURAL HUECA: Shackerfold
- LIQUIDO CON ENTROPIA RESIDUAL: Gutzow
- TEORIA DE LA CONECTIVIDAD- PERCOLACION DE LA TRANSICION VITREA o de los CONFIGURONES : Ojovan



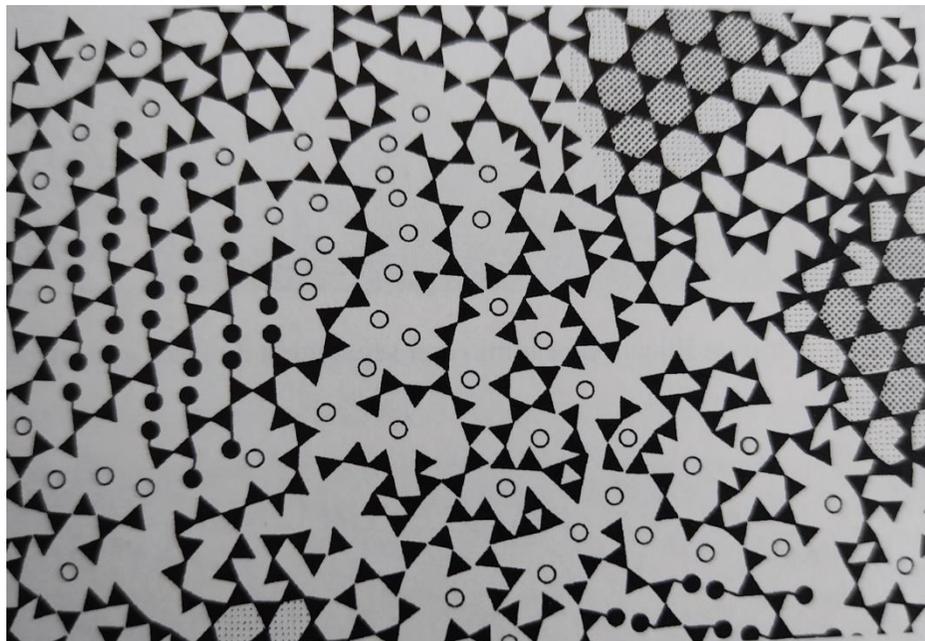
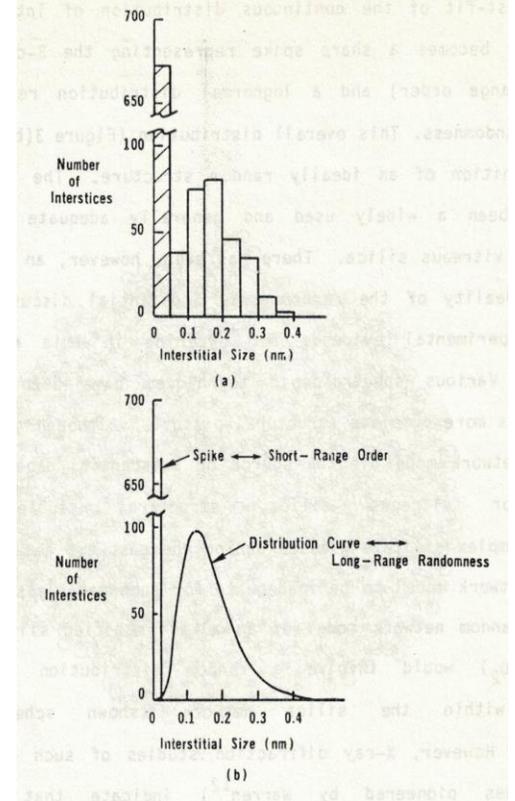


Zachariasen, 1932



Schackelford, 1987

En: Glasses and GCs for Nuclear Waste Management, edit. por Rincón y CIEMAT



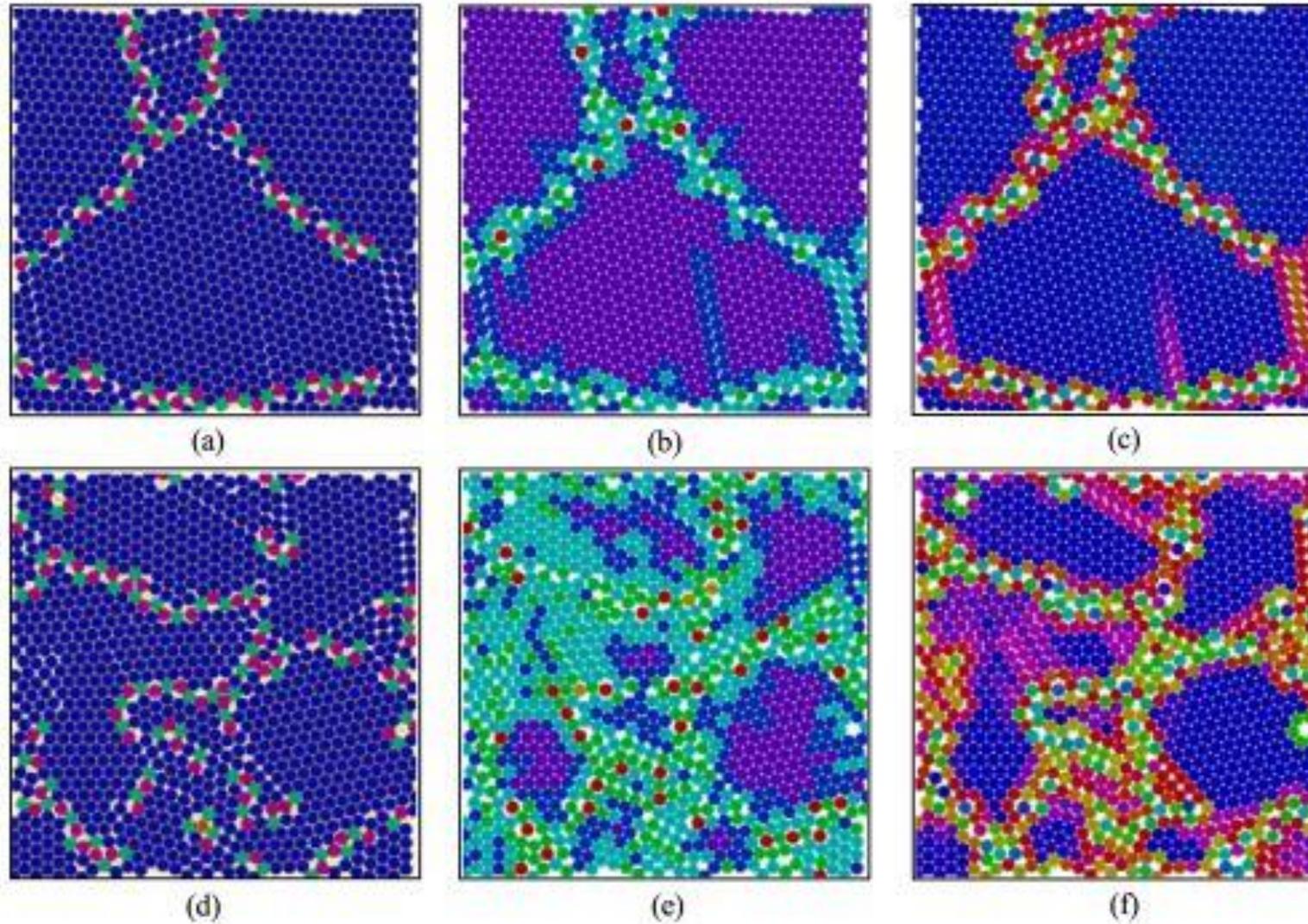
Porai- Koshits, 1959

OTROS ...

- **Dietzel**, MODIFICACION AZAR RED VITREA, Nature 31(1943)101-112
- **ML Huggins**, ESTRUCTURONES, Glastechnische Berichte 1943, y
- **M. L. Huggins** ... Journal of the American Ceramic Society **1955**, **38** (5) , 172-175. <https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1955.tb14923.x> ...

Figuras tomadas pag. 61 y 67 del libro EL Vidrio, 2003, JMª Fdez- Navarro, CSIC, Madrid

sistemas creado por presion-interferencia= "jamming point" o PUNTO DE MERMELADA-2020



- *Deng et al., Critical point of jamming transition in two-dimensional monodispersed system, Eur. Phys. J.E: 43 (2020) 75, pp.1-5*
- *Coulais et al., How the ideal jamming point illuminats the world of granular media Soft Matter 10(2014) 1519-1536*

serie VO



Basalts from:

El Hierro
Island, HI06



La Gomera
Island, LG 16



Tenerife
Island, TF1



Tenerife
Island, TF2



Gran Canaria
Island, GC02



Fuerteventura
Island, FT1

serie VR



VIDRIOS DE BASALTOS CANARIOS FUNDIDOS

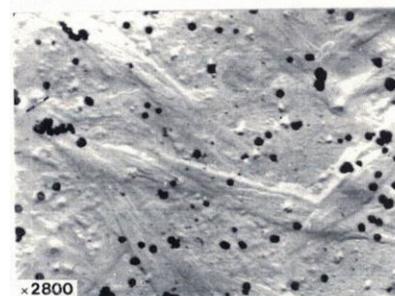
Melted at 1350°C
in Reducing (VR)

and

Oxidant (VO) series
atmospheres

-> XRD
backgrounds do
not show
remarkable
differences

-> both
microstructures
are different



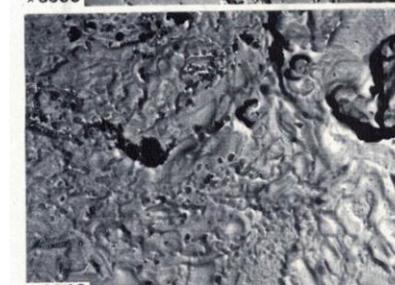
VOGC 19



VRGC 19

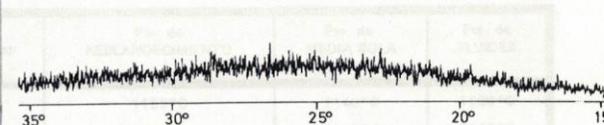
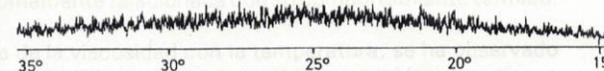


VOLZ 11

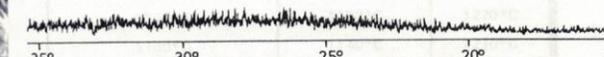
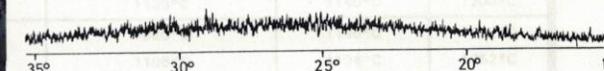


VRLZ 11

a



b



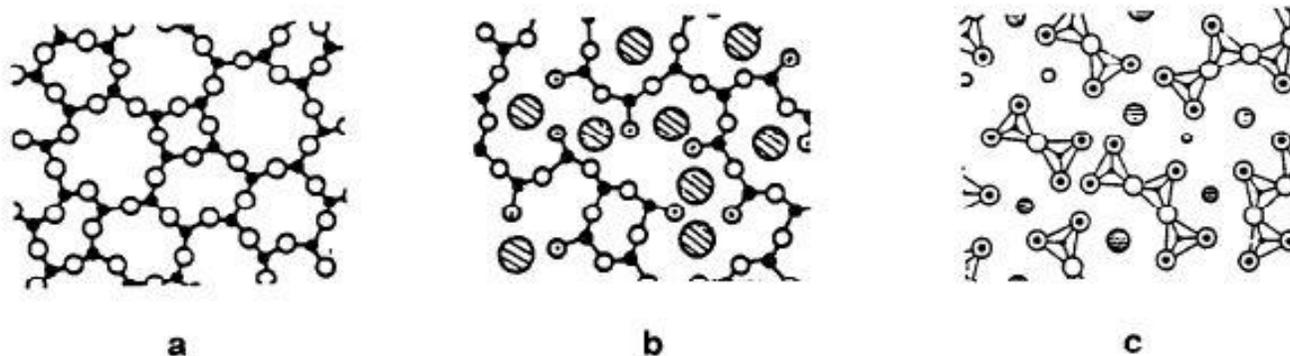
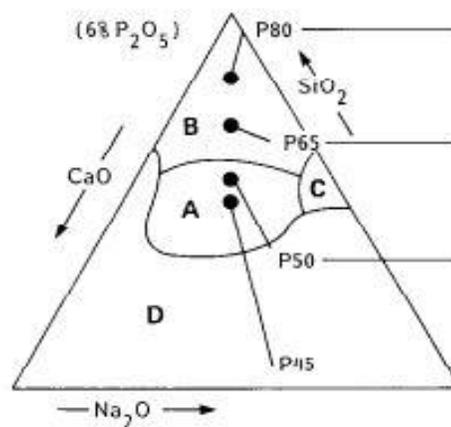


Figure 2 Two dimensional projections of the structure of glasses: ●, Si; ○, O^{2-} ; ⊙, O^{-} ; ⊗, Na, Ca: **a**, silica glass, $Y = 4$; **b**, silicate glass, $4 > Y > 2$; **c**, invert glass, $Y < 2$.

Strnad de República Checa estableció en 1992 que:

LA RAZON ORDEN- DESORDEN EN VIDRIOS ESTA RELACIONADA CON SU BIOACTIVIDAD en vidrios del sistema Na_2O - CaO - SiO_2 - P_2O_5



<i>In vitro</i> mutual bonding test (2 months)	<i>In vivo</i> test in dogs (2 months)	Y
(-) No bonding	(-) Fibrous tissue encapsulation	3.6
(-) No bonding	(-) Fibrous tissue encapsulation	3.16
(+) Strong bond (3 days)	(+) Osteo-integration	2.78
(+) Strong bond (1 h)*	(+) Osteo-integration	1.88

*Time required for formation of Ca, P film¹⁴

Regions after Hench¹

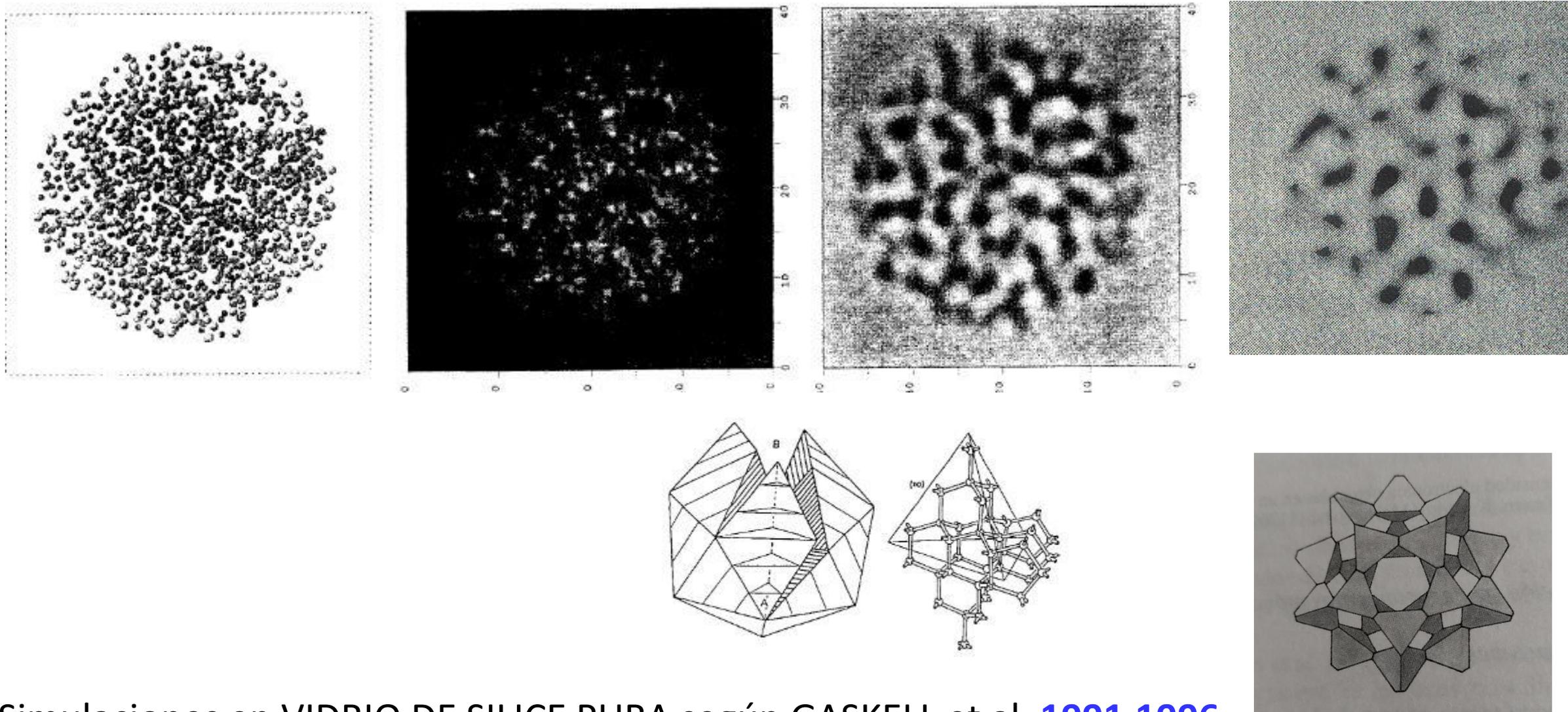
A(+) bioactive C dissolution
B(-) bioinert D non-glass-forming

Figure 3 The effect of the composition of glass in the SiO_2 - Na_2O - CaO system containing 6% P_2O_5 on bioactivity and calculated values of parameter Y .

Strnad, Z,

Biomaterials,

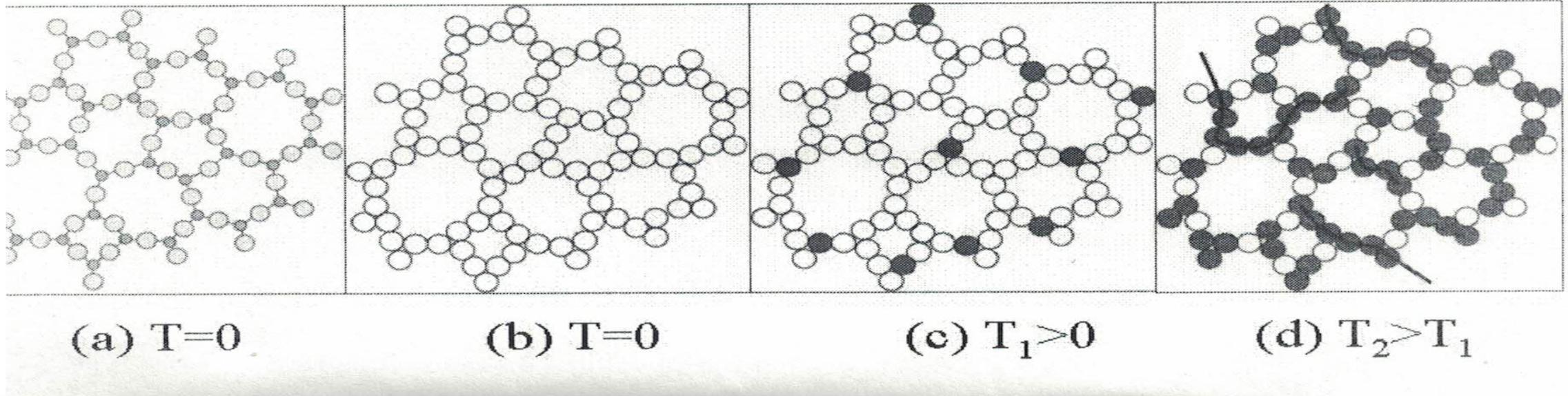
13(1992) 5,317-321



Simulaciones en VIDRIO DE SILICE PURA según GASKELL et al, [1991,1996...](#)

Estructura que recuerda la ya desechada TEORIA DE LOS VITRONES (20 tetraedros de SiO_4) de TILTON, [1957-60](#) (El Vidrio, JM^a Fdez-Navarro, CSIC,2003)

T es un parámetro fractal



Amorphous A_2B_3 , cations A^{3+} connected with bridging anions B^{2-}

Red de Enlace Congruente (CBL)

CBL con enlaces rotos (configurones no relajados = círculos negros)

Clusters o agrupaciones de enlaces rotos

EXCITACIONES ELEMENTALES DE LA RED VITREA QUE RESULTAN DE ENLACES ROTOS EN MATERIALES AMORFOS.

LA SIMETRIA SE ROMPE PORQUE CAMBIA LA DIMENSION DE LOS ENLACES DANDO LUGAR A UNA RELAJACION DE LOS CONFIGURONES

- Ojovan and Lee, Connectivity and glass transition in disordered oxide systems, JNCS, 356 (2010)2534-2540
- Ojovan, Configurons: Thermodynamic Parameters and Symmetry Changes at Glass Transition, Entropy (2008) 10, 334-364

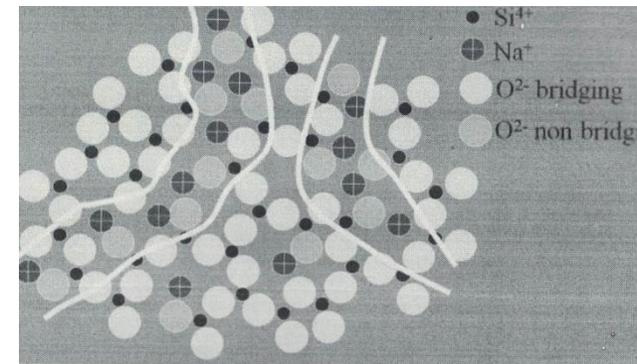
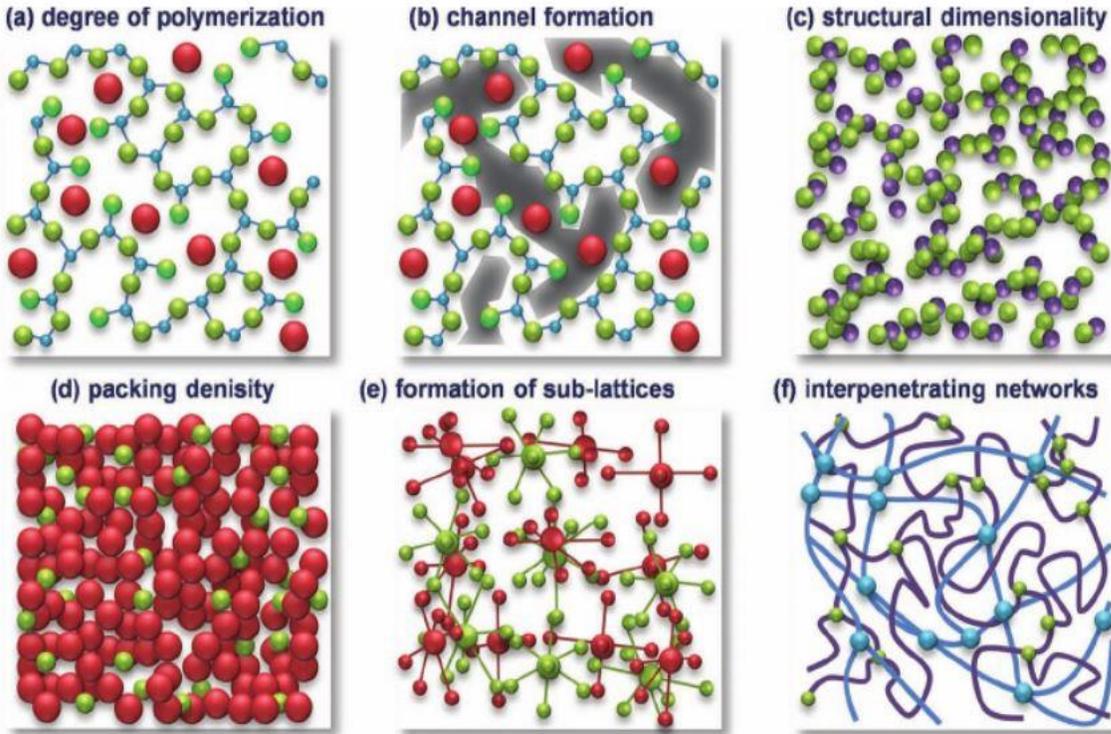


Figure 1. Schematic of modified random network (MRN) model of sodium-silicate glasses. The model shows a network of silicon ions (black dots) and sodium ions (grey dots) connected by bridging oxygen ions (white circles) and non-bridging oxygen ions (grey circles). The ionic radii are as follows: $r(Si^{4+}) = 54$ pm, $r(Na^+) = 116$ pm, $r(O^{2-}) = 126$ pm. The region shows large concentrations of network modifiers so that alkalis form ionic percolating channels.

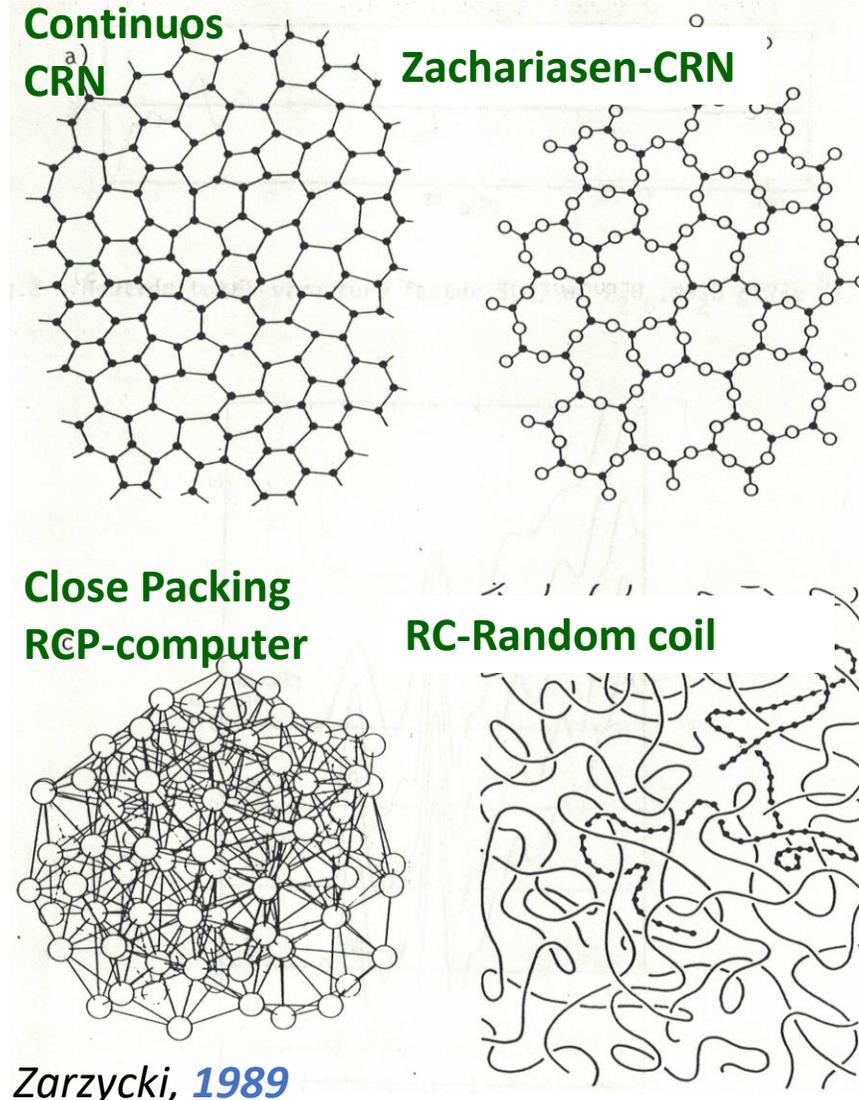
MODELOS DE ESTRUCTURAS DESORDENADAS

LA TEORIA de LA RED CONTINUA AL AZAR ampliamente aceptada debe ser contemplada con cuidado porque tiene sus limitaciones



Varias ESTRUCTURAS en MESOESCALA considerando la heterogeneidad del empaquetamiento de unidades estructurales y la ANISOTROPIA de los VIDRIOS

Rohrer GA and 25 more co-authors
 JACS (2012) 1-14, DOI: 10.1111/jace 12033



Zarzycki, 1989

Wright and Thorpe, 2013, EIGHTY YEARS OF RANDOM NETWORKS,
 Phys. Status Solids B, 1-6/DOI 10.1002/pssb.201248500

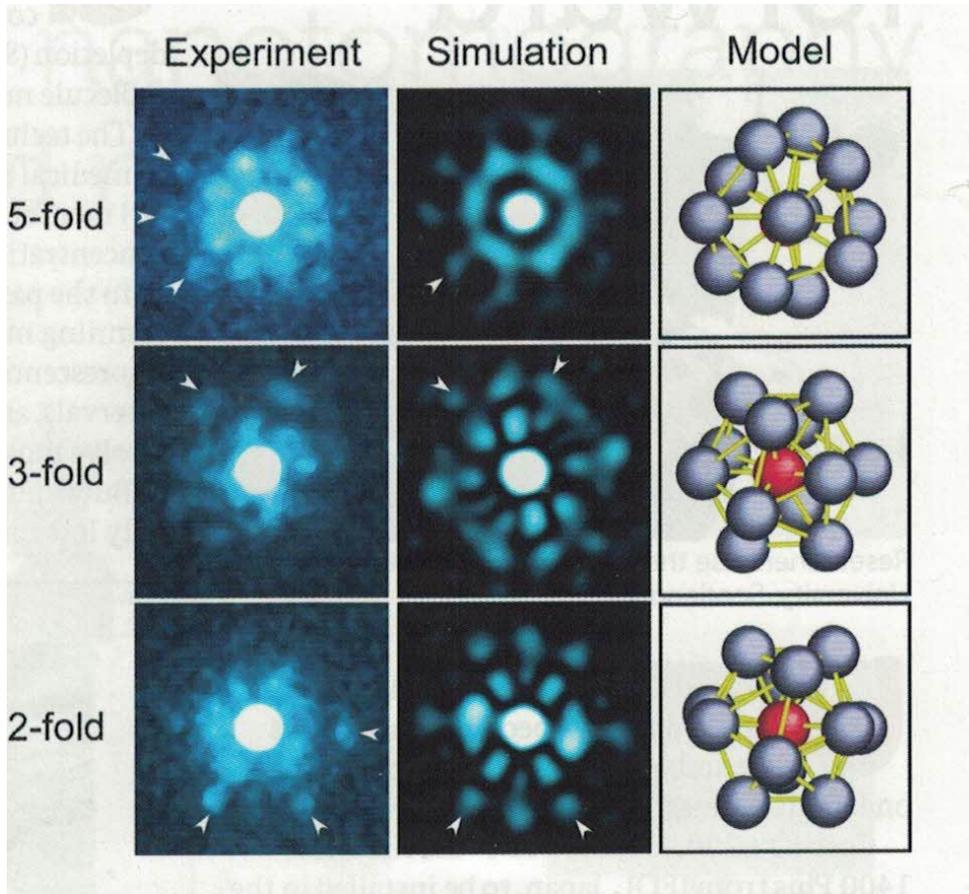
Wright, 2013 defiende más una aproximación a la estructura de la SILICE PURA con experimentos para un vidrio bicapa de SILICE usando imágenes del TEM

RECIENTEMENTE se ha descubierto por científicos chinos,
 la que parece ser DESDE MI PUNTO DE VISTA LA TECNICA y METODO DEFINITIVO (?)
 para conocer la ESTRUCTURA DEL VIDRIO

Molecular

(poliedros distorsionados con grupos estructurales rotacionales y rotos, caso de un vidrio de Zr-Pt)

**Usando un HAZ DE ELECTRONES ultrafino de 0,4 nanometros
 se puede detectar el ORDEN DE CORTO ALCANCE de los VIDRIOS**



STEM- ABED
 (Å Beam
 Electron
 Diffraction)

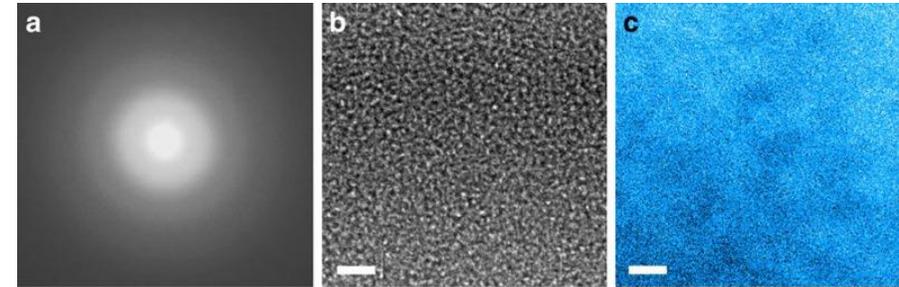
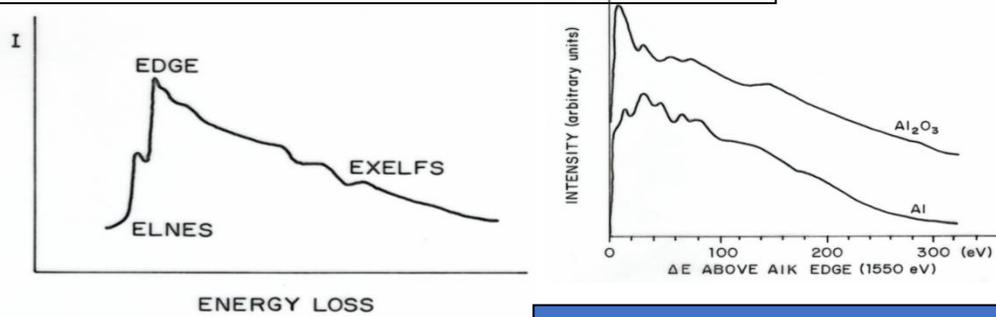


Icosaedro molecular distorsionado

Otra técnica de ME que puede aportar mucho a elucidar la estructura del vidrio:

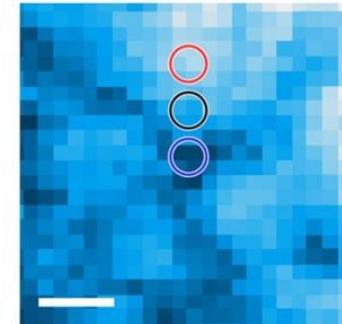
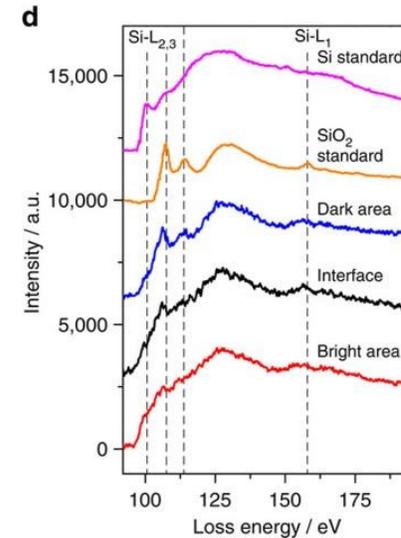
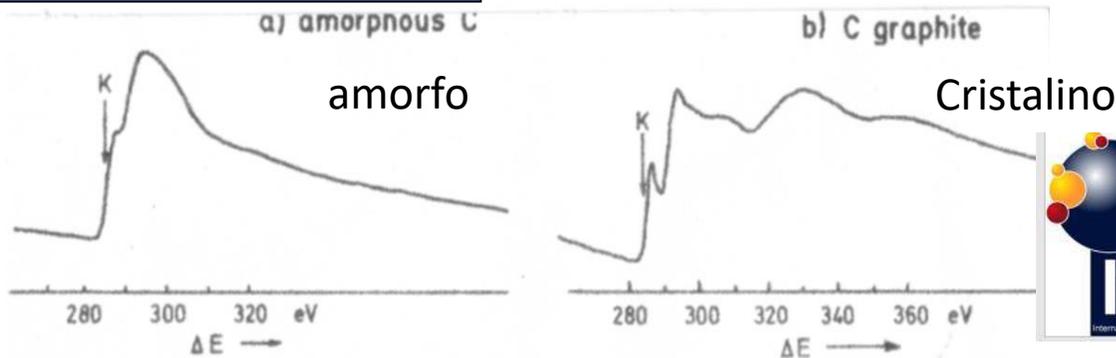
Espectroscopía de EELS (pérdida de energía de los electrones) en un TEM, para el estudio de la estructura del vidrio

Ejemplos simples de TEM-EELS

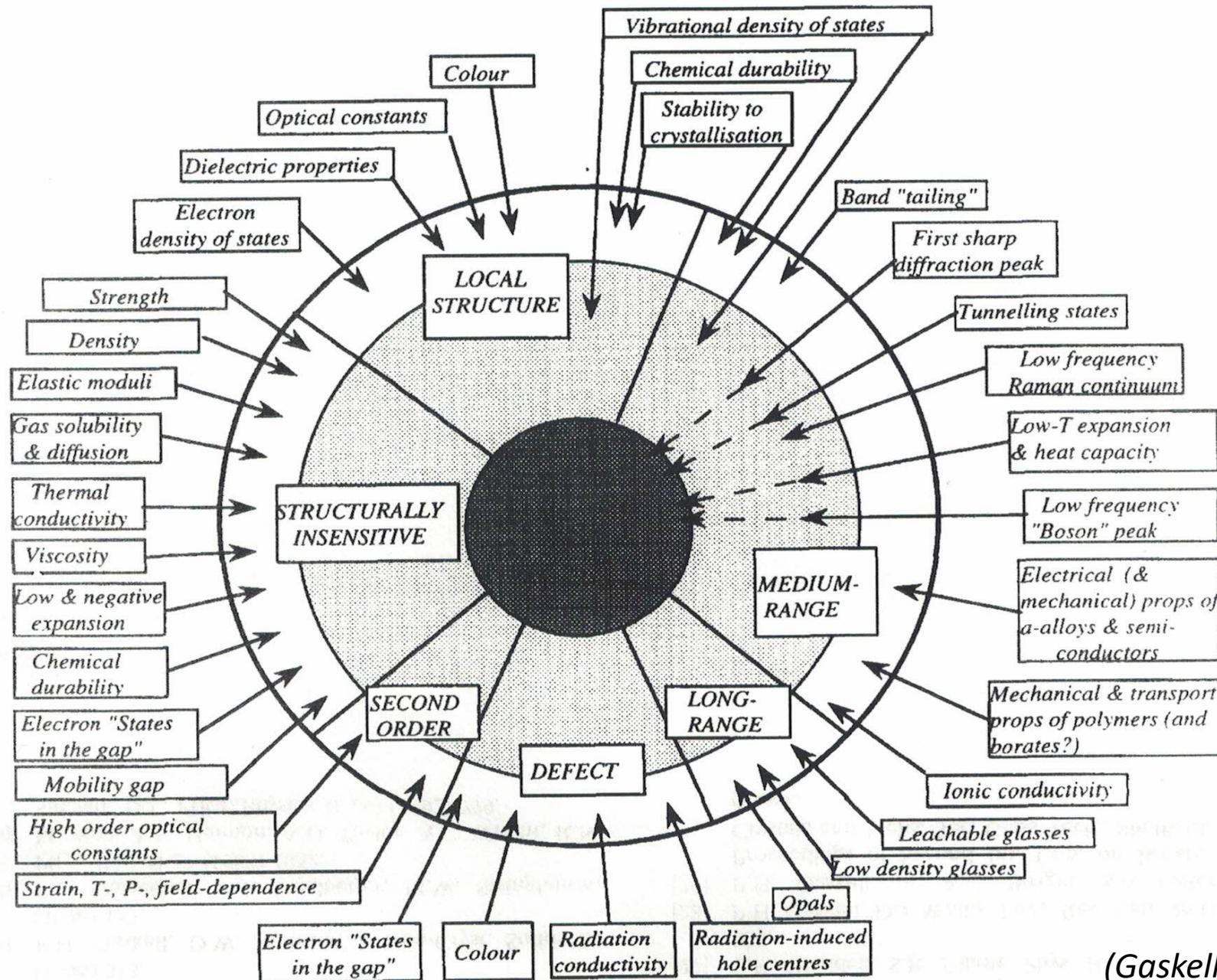


Estructura del carbono C por espectroscopia EELS

Espectros EELS de Aluminio Al y de Alumina Al_2O_3 tomados de *Reimer, 1984*



- Hirata A, Local structure análisis of amorphous materials by ABED, *Microscopy 2021*, 171-177
- Hirata+7co-authors+Chen, Atomic-scale disproportionation in amorphous silicon monoxide, (2016) *Nature Communications*



PROPIEDADES DE LOS VIDRIOS CON RESPECTO A SU RELATIVA SENSIBILIDAD CON LA CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES; es decir, Sus tipo o rangos de ORDEN ESTRUCTURAL

Long range	> 1.5 nm
Medium	= 1.5 – 0.6 nm
Local	= 0.5- 0 nm

(Gaskell, JNCS 222(1997)1-12, page 6, fig.3)

PASTA CUANTICA VITREA NUCLEAR EN LAS CORTEZAS DE LAS ESTRELLAS DE NEUTRONES...???

Editors' Suggestion

Glassy quantum nuclear pasta in neutron star crusts

William G. Newton, Sarah Cantu, Shuxi Wang, Amber Stinson, Mark Alexander Kaltenborn, and Jirina Rikovska Stone

Phys. Rev. C **105**, 025806 – Published 24 February 2022



Article

References

No Citing Articles

PDF

HTML

Export Citation

TIENE NUESTRO UNIVERSO UNA ESTRUCTURA VITREA???

ABSTRACT

We conduct a comprehensive survey of the shape parameter space of the nuclear pasta phases in neutron star crusts by conducting three-dimensional **Hartree-Fock** + BCS calculations. Spaghetti, waffles, lasagna, bicontinuous phases and cylindrical holes occupy local minima in the resulting constant-pressure Gibbs energy surfaces, implying multiple geometries coexist at a given depth. Notably, the bicontinuous phase, in which both the neutron gas and nuclear matter extend continuously in all dimensions appears over a large depth range. Our results support the idea that nuclear pasta is a glassy system. At a characteristic temperature, of order 10^8 – 10^9 K, different phases may become frozen into domains whose sizes we estimate to be 1–50 times the lattice spacing and over which the local density and electron fraction can vary. Above this temperature, very little long-range order exists and matter is an amorphous solid. Electron scattering off domain boundaries may contribute to the disorder resistivity of the pasta phases. Annealing of the domains may occur during cooling; repopulating of local minima during crustal heating might lead to temperature-dependent transport properties in the deep crust layers. We identify four regions distinguished by whether pasta is the true ground state, and whether the pasta structure allows delocalization of protons. The whole pasta region can occupy up to 70% of the crust by mass and 25% by thickness, and the layer in which protons are delocalized could occupy 45% of the crust mass and 15% of its thickness.

Issue

Vol. 105, Iss. 2 — February 2022



Reuse & Permissions

Access Options

[Buy Article »](#)

[Log in with individual APS Journal Account »](#)

Febrero
2022



A modo de
CONCLUSION

Profesor DAVID PYE de la Universidad de Alfred, EEUU:

ya expresó en el **2016** en una conferencia plenaria
Congreso Mundial del Vidrio:

*“EN ESTE SIGLO XXI hemos llegado a la **EDAD DEL VIDRIO**”*

Este siglo que es también el de... internet, de las redes, de los móviles, de la investigación planetaria.....y de tantas innovaciones

es y será también para todos aquellos que nos hemos dedicado a este fascinante material como

..... EL SIGLO DEL VIDRIO

Gracias por vuestra atención
y a los organizadores de esta Sesión Técnica del ANQUE y COL QUIMICOS



rinconjma@gmail.com



*70% del material aquí mostrado corresponde a investigaciones propias del autor.
Se han incluido las referencias de otros autores cuando ha sido posible y
si en algún caso algún autor no ha sido incluida,
esta falta será corregida en el texto completo que se editará próximamente*

APENDICE

CHALLENGES IN CERAMIC SCIENCE

REPORT FROM WORKSHOP ON EMERGING RESEARCH AREAS IN CERAMIC SCIENCE

“taking advantage” ...

1. Understanding rare events in ceramic microstructures
2. Understanding the phase-like behavior of interfaces
3. Predicting and controlling heterogeneous microstructures with unprecedented functionalities
4. Controlling the properties of oxide electronics
5. Understanding defects in the vicinity of interfaces
6. Controlling ceramics far from equilibrium
7. Accelerating the development of new ceramic materials
8. Harnessing order within disorder in glasses