

LITIO: RECURSOS y APLICACIONES en la ECONOMIA CIRCULAR



ISBN 978-84-18177-83-5

Libro- Documento sobre el LITIO

(que incluye en 189 paginas las 151 diapositivas expuestas en las Mesas Redondas del 17 noviembre 2023 y del 25 enero 2024 así como el coloquio final de discusión, celebradas en el Col. Químicos y Asoc. de Químicos Ingenieros Químicos, Madrid)



*Vestibulo, Universidad Pardubice
(J. Ma. Rincón, 2014)*

Editores: Jesús Ma. Rincón y Manuel Jordán Vidal
UMH-Elche, Departamento de Agroquímica y Medioambiente

Editores Asociados:

M^a. Carmen Clemente, Colegio Químicos y Asoc. Químicos Ingenieros de Madrid
Pío Callejas, Departamento de Agroquímica y Medioambiente, UMH-Elche

INDICE LOGICO de TEMAS

desde nº diapositiva ↓

- PREFACIO y NOTA de PRENSA 2 y 3
- CARATULAS y FOTOS sesiones sucesivas de las MESAS REDONDAS 6
- 1. MATERIAS PRIMAS NATURALES DE LITIO**
 - 1a. AFLORAMIENTOS NATURALES de LITIO en ESPAÑA , Javier Garcia Guinea 11**
 - 1b. LITIO EN PORTUGAL: OPORTUNIDADES y DIFICULTADES, Joao Labrincha..... 24**
 - 1c. COMPUESTOS de LITIO COMO MATERIAL ESTRATEGICO en BOLIVIA, Pio Callejas 50**
- 2. ALGUNAS APLICACIONES**
 - 2a. APLICACIONES de FUENTES de LITIO para la MANUFACTURA de MATERIALES VITROCERAMCOS, ESMALTES y VIDRIOS, Jesús Ma. Rincón 66**
 - 2b. APLICACIONES en CIENCIAS de los MATERIALES y de LA SALUD, Pio Callejas 103**
 - 2c. COMPUESTOS DE LITIO PARA LA PRODUCCION DE TRITIO EN REACTORES DE FUSION NUCLEAR, Fabiana Gennari y Fabricio Ruiz 115**
- 3. BATERIAS DE LITIO**
 - 3a. RECICLADO de BATERIAS de LITIO, Micheel Acosta 132**
 - 3b. RIESGOS de BATERIAS ION-LITIO: desde los SERVICIOS de BOMBEROS, David Ruiz de Leon... 147**
 - NOTAS de la DISCUSION FINAL 171

PREFACIO

Se pretende en el presente «DOCUMENTO PPT (POWER POINT)» estructurado en SIETE CAPITULOS COMO LIBRO en orden cronológico inverso desde el reciente 25-01-2024 al 17-11-2023 el recopilar las aportaciones o ponencias realizadas en la MESAS REDONDAS que sobre EL LITIO se celebraron en Madrid en dos sesiones consecutivas los pasados 17-09-2023 y 25-01-2024 con destacados participantes de Argentina, Portugal y España. Estos actos contaron con gran participación de asistentes en la sede del Colegio de Químicos y Anque de Madrid. La intención original al concebir la idea de convocar estas MESAS REDONDAS sobre EL LITIO, elemento de relevante interés y actualidad, era que se pudiera en un próximo futuro editar un libro o monografía impresa, recogiendo en texto estas participaciones.

Dado que hasta la fecha, ninguna editorial, asociación u organismo ha manifestado su interés en apoyar un proyecto editorial que convierta esta información aquí recopilada en un texto impreso de elevada difusión (aunque esta ilusión no la descartamos, si surgiera alguna oferta concreta en los próximos meses....), se ha optado por llevar a cabo esta recopilación con el fin de que sea útil no sólo para todos los ponentes que participaron generosamente en estas Mesa Redonda, sino que además sea además de utilidad para los asistentes interesados o ligados a las aplicaciones y problemáticas de LITIO en la actualidad.

*Por parte de aquellos que lo reciban espero comprensión por los posibles errores o faltas que contenga este **Documento sobre el LITIO**, ya que se insiste en que lo que se pretende es disponer de un documento de consulta en el que además todo el esfuerzo de convocatoria y realización que se llevó a cabo quede reflejado y sirva para futuras difusiones sobre las posibilidades de explotación y aplicaciones del LITIO.*

Conste, por último, el agradecimiento al COLEGIO DE QUIMICOS y ANQUE de MADRID por haber apoyado estas MESAS REDONDAS dedicadas al LITIO en la sede de COL QUIM, así como a los ponentes y participantes. Igualmente se queda muy agradecido a la Presidenta de la Sección Técnica de Ingeniería, Profesora M^a. Carmen Clemente Jul, por su constante apoyo.

Manuel Jordan, Catedrático, Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente y anterior Vicerrector de la UMH.
Jesús Ma. Rincón y Pio Callejas, Científicos Colaboradores Honoríficos, UMH. Elche-Alicante.
M^a. Carmen Clemente, Colegio de Químicos y Asociación de Químicos Ingenieros Químicos de Madrid

NOTA DE PRENSA sobre las MESAS REDONDAS del 25 de enero 2024 y 17 noviembre 2023:

PANORAMA INTERNACIONAL DEL LITIO

(difundida en revistas: Químicos del Sur, Técnica Cerámica y Revista ATC)

El pasado 25 de enero y anteriormente el 17 noviembre de 2023, tuvieron lugar en dos sesiones sucesivas unas interesantes **Mesas Redondas** en el Colegio de Químicos y ANQUE madrileño, en su sede de la calle Lagasca 27, sobre **Panorámica Internacional del Litio y sus Aplicaciones**. Estuvo presidida dicha mesa por la catedrática de la Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid y Presidenta de la Sección Técnica de Ingeniería del citado Colegio profesional, profesora **M^a del Carmen Clemente Jul**. Moderaron estas sesiones los Dres. **José Querol**, Secretario de dicha Sección Técnica, y **Jesús M^a. Rincón**, profesor de investigación del CSIC y científico colaborador honorífico de la Universidad Miguel Hernández de Elche (Alicante).

En dichas Mesas Redondas se expusieron varias temáticas sobre el Litio por los siguientes ponentes y que resumimos a continuación:

En la sesión del 25 de enero 2024 se planteó el tema de los **enclaves geológicos y posibles yacimientos de Litio** en la Península Ibérica, por lo que consideramos que es la primera vez que se plantea unida esta temática en nuestro país para el caso de los minerales conteniendo Litio. Para ello, participaron los profesores **Javier García Guinea** del **Museo de Ciencias Naturales-CSIC**, por parte de España, y **Joao Labrincha** de la **Universidad de Aveiro**, por parte de Portugal.

El profesor García Guinea expuso brevemente los afloramientos naturales de Litio estudiados geológicamente y bien conocidos en nuestro país y la situación actual de la explotación del Litio. Por su parte, el profesor Labrincha describió los yacimientos de Litio y situación de explotación de los existentes en Portugal en donde las explotaciones mineras están en un estado más avanzado. Se comentó por los moderadores y asistentes que había sido un acierto plantear conjuntamente ambos conocimientos geológicos, ya que desde el punto de vista natural ambos recursos de Litio pertenecen geológicamente a la misma zona pegmatítica de la Península Ibérica.

En segundo lugar, intervinieron dos científicos e ingenieros argentinos (Dres. **Fabiana Gennari** y **Fabricio Ruiz**) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONACYT), desde el Centro Atómico de Bariloche (CAB), exponiendo de manera muy concreta y didáctica sus investigaciones en síntesis de compuestos de Litio como **precursores de Tritio para los futuros reactores de fusión**, que están en experimentación en diversos países, y del que ya existen proyectos muy avanzados en Argentina con vistas a su comercialización en las próximas décadas.

Por último, el jefe director del Departamento de+D+i de la **empresa de residuos ENVIROBAT, Micheel Acosta**, la única existente en nuestro país dedicada al **reciclado de componentes de baterías de Litio**, presentó las diferentes líneas y procesos que se están llevando a cabo en esta innovadora empresa de Azuqueca de Henares (Guadalajara). Resaltó las grandes dificultades que entraña esta tarea tecnológica de reciclado de un producto que tiene infinidad de procedencias tanto por su fabricación y comercialización como por su alta dispersión una vez usados, lo cual implica un gran esfuerzo de investigación que se está superando con excelentes resultados y varios desarrollos y patentes innovadoras.

La sesión celebrada con antelación el 17 de noviembre del 2023 estuvo enfocada, principalmente, a las **aplicaciones del Litio tanto en materiales cerámicos como en vidrio, incluso en temas de la salud**. También a los riesgos de seguridad y medio ambientales derivados del uso de las **baterías de litio**. Así, las amplias aplicaciones de los recursos minerales y de compuestos de litio en la **obtención de materiales vitro-cerámicos, esmaltes y vidrios** fueron expuestas por el profesor **Jesús M^a. Rincón**, que ha sido pionero en nuestro país como científico dedicado durante más de 50 años en el CSIC y en la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche (Alicante) a investigaciones en esta línea de I+D+i. Posteriormente, el científico de la UMH y también del CSIC, Dr. **Pío Callejas Gómez**, dedicó una atractiva disertación sobre los compuestos de Litio como material estratégico en Bolivia y sus posibles aplicaciones en las Ciencias de la Salud y de los materiales. Finalmente, en dicha sesión el Dr. en Ciencias Geológicas de la Universidad Autónoma de Madrid, **David Ruiz de León** expuso como tema de gran actualidad los riesgos del uso de las baterías de litio con las perspectivas y experiencias en este problema desde su trabajo en los servicios de bomberos de la Comunidad de Madrid.

Al final de ambas sesiones de Mesas Redondas dedicadas monográficamente al Litio, se mantuvo una animada Discusión Final con preguntas y comentarios de todos los asistentes, que en este caso llenaron el salón de actos de la sede del Colegio de Químicos de Madrid. El coloquio final estuvo moderado por el profesor **Jesús M^a. Rincón**.

Toda la documentación y sesiones de discusión han sido recopilados por el profesor J. M^a. Rincón en un “documento ppt”, del que se ha preparado su edición formal siguiendo un “índice lógico” de temas desde los afloramientos naturales de Litio en la Península Ibérica, pasando por las aplicaciones de los compuestos de Litio y concluyendo con las baterías de Litio, contemplando tanto su reciclado como los riesgos de uso de las mismas. Esta publicación será en principio de acceso libre, con la única condición normal para las publicaciones académicas de tipo científico de dar referencia de la misma (puede solicitarse a la siguiente dirección de mail: rinconjma@gmail.com)

Hasta donde conocemos, creemos que estas **dos Sesiones de Mesas Redondas** dedicadas al Litio han sido pioneras en ser planteadas conjuntamente en España y en Portugal e integrando las aplicaciones del Litio que representan el mayor interés en la actualidad para la I+D+i.

LITIO:

PANORAMA INTERNACIONAL de un ELEMENTO QUIMICO ESTRATEGICO:

*MATERIAS PRIMAS en la PENINSULA IBERICA,
APLICACIONES en VIDRIOS y CERAMICAS,
ALGUNOS ASPECTOS del RECICLADO y
de la SEGURIDAD ANTI-INCENDIOS*

*Ponencias o aportaciones orales a las
Mesas Redondas del COL QUIM + Asoc. de
Quimicos e Ing^{os} de Madrid y Col Quim
17 noviembre 2023 y 25 enero 2024*



17 noviembre 2023, 18:30 horas, c/Lagasca 27, 1ºE, Madrid

EL LITIO ELEMENTO ESTRATEGICO EN LA ACTUALIDAD: Algunas aplicaciones y problemas

MESA REDONDA organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química del Colegio
y Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de MADRID



→ 1. **APLICACIONES DE FUENTES DE LITIO EN LA MANUFACTURA DE MATERIALES VITROCERAMCOS , ESMALTES y VIDRIOS**

por **Jesús Ma. Rincón** , Científico Honorífico Colaborador, Depto de Agroquímica y Medioambiente
Universidad Miguel Hernández- Elche- Alicante y Profesor de Investigación del CSIC

Presencial: 20 minutos

→ 2. **COMPUESTOS DE LITIO como MATERIAL ESTRATEGICO EN BOLIVIA y posibles APLICACIONES EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES y de LA SALUD**

por **Pio Callejas Gómez**, Científico Honorífico Colaborador, Depto de Agroquímica y Medioambiente
Universidad Miguel Hernández- Elche- Alicante y Científico Técnico del CSIC

Presencial : 20 minutos

→ 3. **RIESGOS DE LAS BATERIAS DE ION-LITIO: PERSPECTIVAS DESDE LOS SERVICIOS DE BOMBEROS** por **David Ruiz de Leon** , Dr. CC Geológicas (UAM, Cantoblanco, Madrid)

presencial = 20 minutos

Presentación: M^a. del Carmen Clemente Jul , Catedrática Emérita UPM

Moderador: José Querol San Juan, Dr. en CC Químicas

COORDINADOR: Jesús Ma. Rincón, Científico Colaborador Honorífico- UMH- Elche y Prof Inv- CSIC



MESA REDONDA: EL LITIO ELEMENTO ESTRATEGICO EN LA ACTUALIDAD

PONENTES:

- ➔ **Jesús Rincón**, Profesor de Investigación del CSIC y Científico Col. Honorífico UMH-Elche
- ➔ **Pío Callejas**, Científico Col. Honorífico UMH-Elche
- ➔ **David Ruiz de León**, Especialista en Riesgos RBQ. Jefe de Grupo del Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid
- ➔ **Micheel Acosta**, Jefe de Proyectos de Environbat

MODERADORA:

- ➔ **Mª del Carmen Clemente**, Catedrática Emérita UPM. Presidenta ST Ingeniería Química



- 16 de noviembre
- Salón de Actos (C/ Lagasca nº 27 - 1º E)
- 19.00 horas
- [Acceso a la conferencia](#)
- Organiza: Sección Técnica de Ingeniería Química, Geoquímica, PRL y Medio Ambiente



25 enero 2024, 19:00 horas, c/Lagasca 27, 1ºE, Madrid

PANORAMA INTERNACIONAL DEL LITIO

MESA REDONDA organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química del Colegio y Asociación Nacional de Químicos y de Ingenieros Químicos de MADRID



→ 1. * **AFLORAMIENTOS NATURALES DE LITIO EN ESPAÑA** y * **LITIO EN PORTUGAL: OPORTUNIDADES y DIFICULTADES**

ESPAÑA por **Javier García Guinea**, Profesor de Investigación, Depto. Geología, MNCN,CSIC
presencial = 10 minutos

PORTUGAL por **Joao Labrincha**, Catedrático de la Universidad de Aveiro, Portugal
conexión desde Aveiro = 10 minutos <https://meet.jit.si/ponenteslitio2024>

→ 2. **COMPUESTOS DE LITIO PARA LA PRODUCCION DE TRITIO EN REACTORES DE FUSION NUCLEAR**

ARGENTINA por **Fabrizio Ruiz y Fabiana Gennari**, investigadores CNEA. Bariloche y CONICET
conexión desde Bariloche, Argentina = 10 minutos <https://meet.jit.si/ponenteslitio2024>

→ 3. **RECICLADO DE BATERIAS DE LITIO**

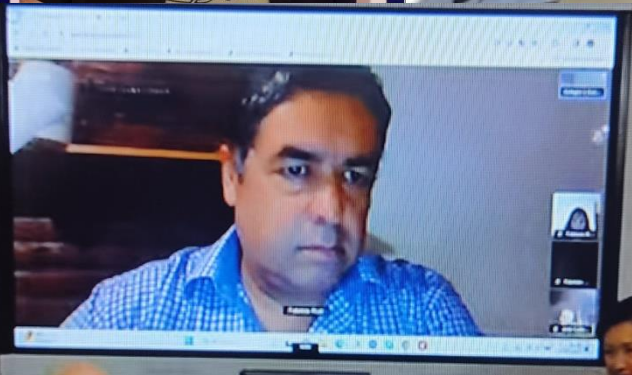
ESPAÑA por **Micheel Acosta**, Director Depto I+D+i, ENVIROBAT S.L., Azuqueca de Henares (Guadalajara)
presencial = 10 minutos

Presentación: M^a. del Carmen Clemente Jul , Catedrática Emérita UPM

Moderador: José Querol San Juan, Dr. en CC Químicas

COORDINADOR: Jesús Ma. Rincón, Científico Colaborador Honorífico- UMH- Elche y Prof Inv- CSIC

Ponentes y Moderadores de la MESA REDONDA LITIO - 25 enero 2024





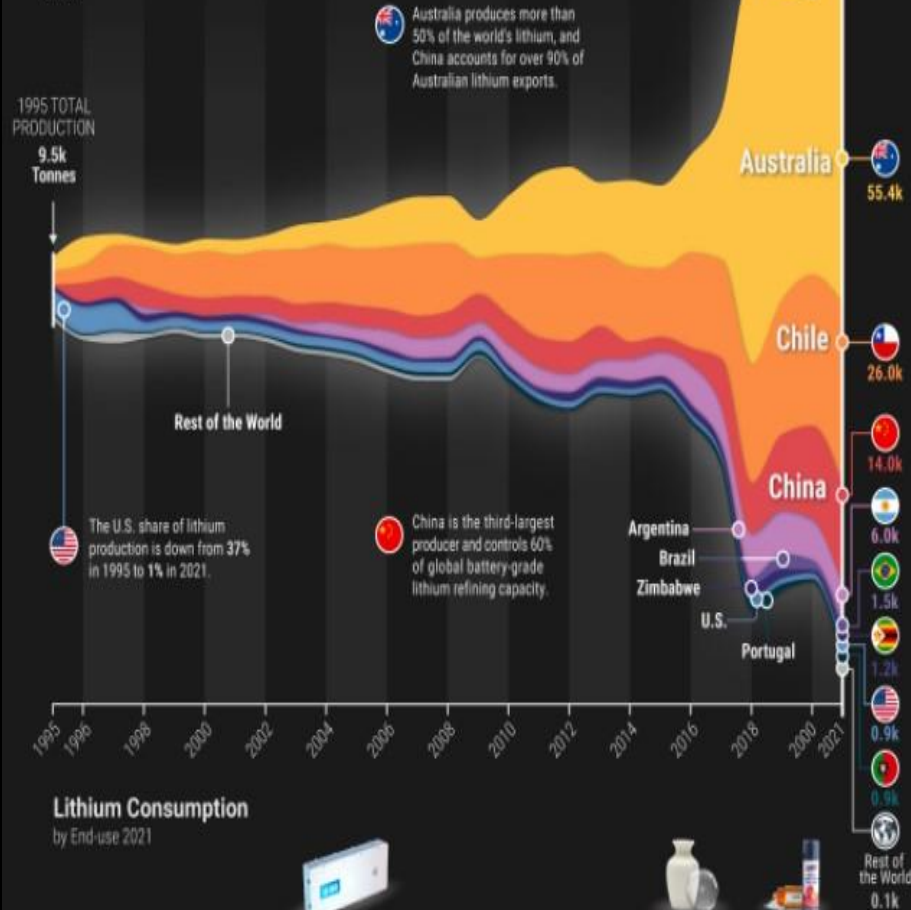
25 YEARS OF LITHIUM PRODUCTION

Global lithium production has quadrupled since 2010.

Which countries produce the most lithium, and how have they changed over time?

Mine Production of Lithium 1995-2021

Tonnes



Lithium Consumption by End-use 2021



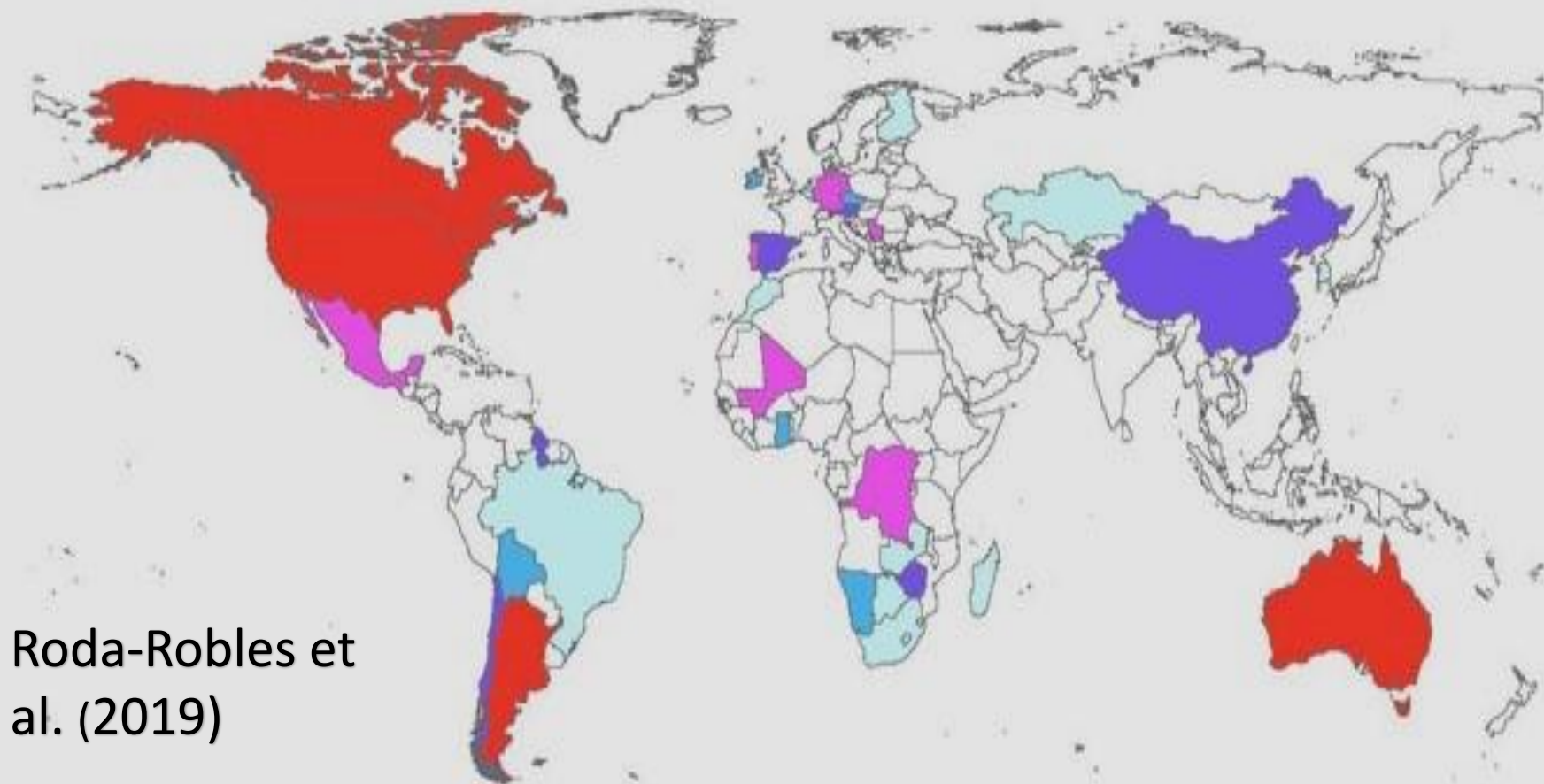
JAVIER GARCIA GUINEA

JAVIER GARCIA-GUINEA. Madrid (17-12-1953). Doctor Geólogo Mineralogista (1981). Profesor de Investigación del CSIC adscrito al Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Ha sido responsable científico de los Laboratorios de Técnicas No Destructivas y de las Colecciones Históricas de Geología del Museo hasta su jubilación en diciembre de 2023.

Autor de 250 publicaciones internacionales, 135 participaciones en congresos, 75 publicaciones divulgativas, 16 monografías o capítulos de libros y organizador de dos congresos internacionales.

Ahora mantiene el canal de Divulgación [GEOLOGIA EN EL CAMPO](#) en YouTube con 16.650 suscritos.

guinea@mncn.csic.es



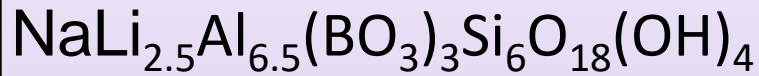
Roda-Robles et al. (2019)



Fig 6. Inversiones efectuadas en la exploración de litio por países en el año 2018, en millones de dólares estadounidenses (MUSD). Datos tomados de S&P Global Market Intelligence (2019).

MINERALES CON LITIO

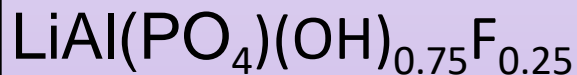
Elbaite



Ambligonita



Montebrasita



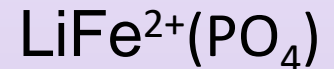
Spodumene $\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$

Lepidolite $\text{KLi}_2\text{AlSi}_4\text{O}_{10}\text{F}(\text{OH})$

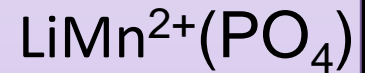
Petalite



Trifilita



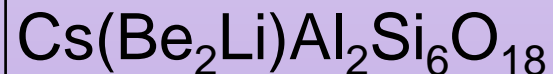
Litiofilita



Eucryptita



Pezzotaite



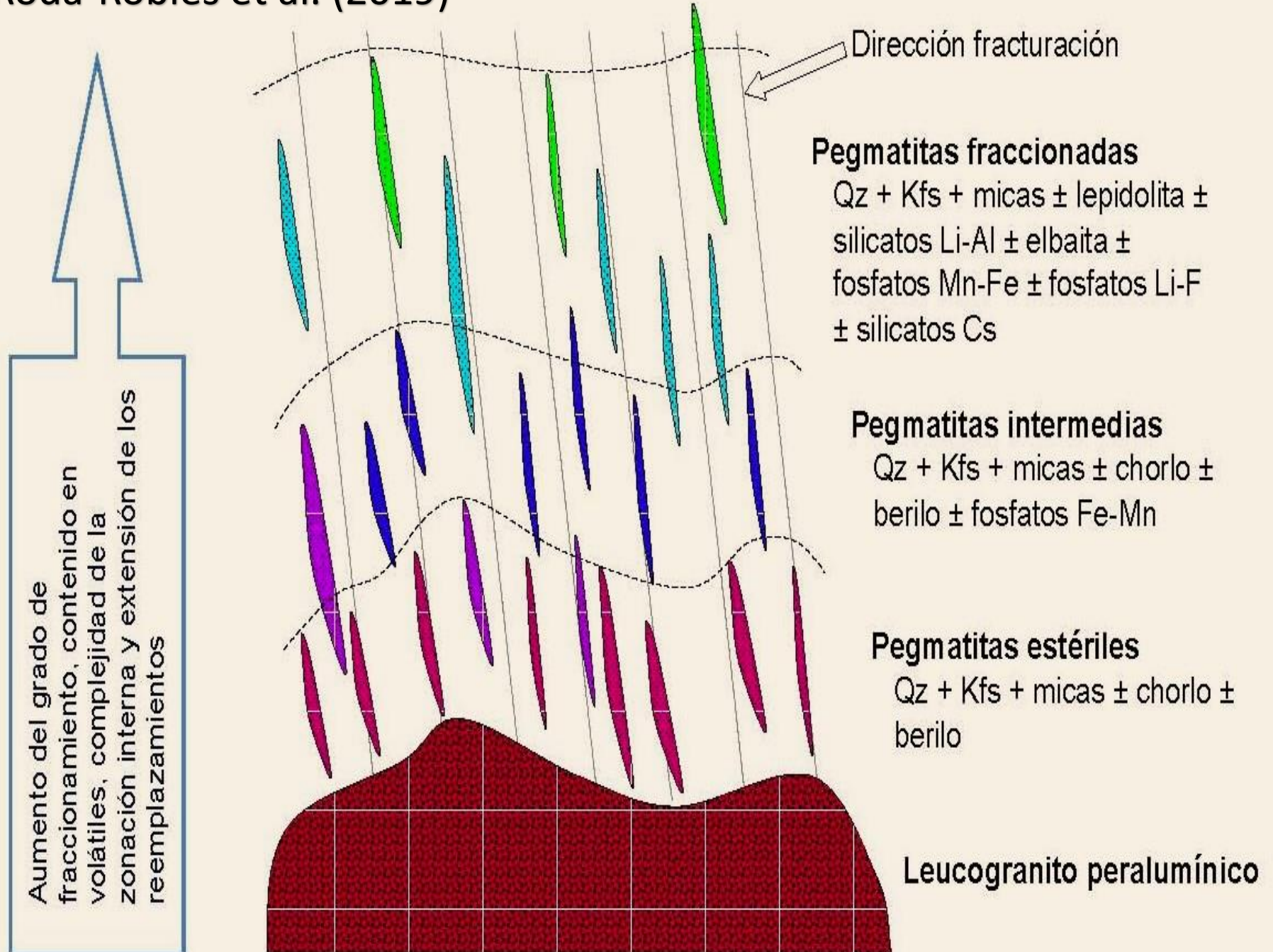


Tabla 2. Sistema de clases de la clasificación geológica, paragenética y geoquímica de las pegmatitas graníticas (Černý y Ercit, 2005).

| <i>Clase</i> | <i>Subclase*</i> | <i>Tipo</i> | <i>Subtipo</i> |
|--|-----------------------------|---|---|
| Abisal (AB) | AB-LREE AB-HREE | | |
| Moscovítica (MS) | | | |
| Moscovítica- elementos raros (MSREL) | MREL-REE MREL-Li | | |
| Elementos raros (REL) | REL-REE REL-Li | allanita-monacita euxenita gadolinita berilo complejas | berilo-columbita berilo-columbita-fosfatos espodumena petalita lepidolita elbaíta ambligonita |
| | albita-espodumena albita | | |
| Miarolíticas (MI) | MI-REE MI-Li | topacio-berilo gadolinita-fergusonita berilo-topacio MI-espodumena MI-petalita MI-lepidolita | |

Roda-Robles et al., (2019)



- Zona de borde**
Kfs + Qz + micas (grano fino)
- Zona de pared**
Kfs + Qz ± micas (textura gráfica)
- Zona intermedia**
Kfs + Qz ± micas (grano grueso a muy grueso, textura gráfica)
- Margen del núcleo**
Kfs + Qz ± micas ± minerales de Li ± fosfatos (textura en bloque)
- Zona de núcleo**
Qz ± Kfs (textura en bloque)
- Cuerpos de reemplazamiento**
Qz + mica o albita (grano fino)
- Cavidades miarolíticas**
Qz ± Kfs ± turmalina ± berilo (cristales euhedrales)

Roda-Robles et al., (2019)

PEGMATITAS MOSCOVÍTICAS Y ABISALES

| Principales | Secundarios y accesorios | Interés económico |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Plagioclasa (oligoclasa-albita) | Granate | Feldespato |
| Microclina | Apatito | Cuarzo |
| Cuarzo | Berilo | Moscovita |
| Moscovita | Xenotima | Berilo |
| Biotita | Zircón | Uraninita |
| Chorlo | Monacita | |
| | Uraninita | |

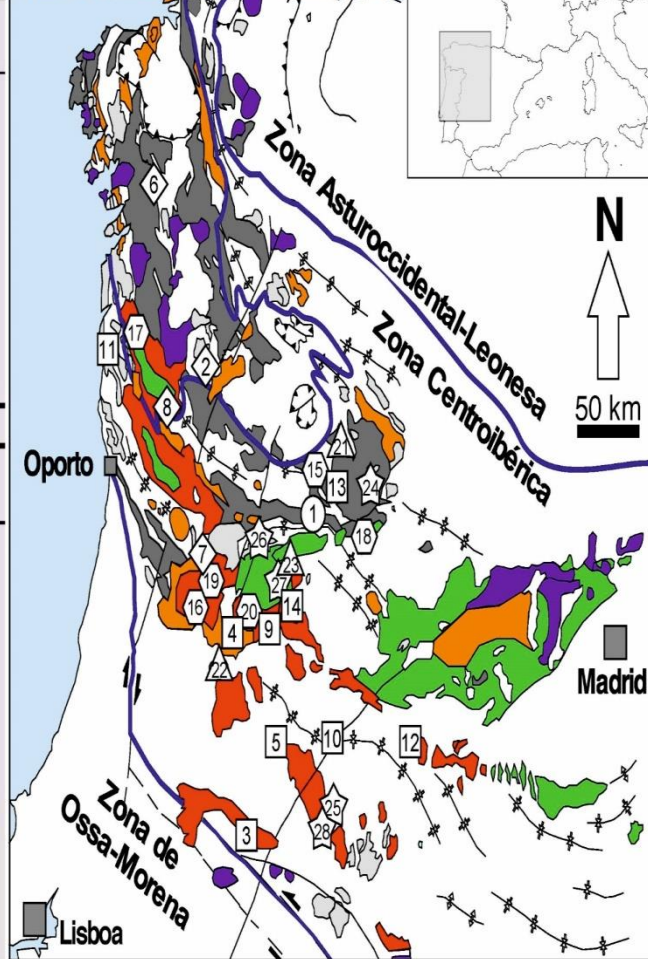
PEGMATITAS DE ELEMENTOS RAROS (Familia LCT)

| Principales | Secundarios y accesorios | Interés económico |
|-------------|--------------------------|-------------------|
| Albita | Moscovita | Espodumena |
| Cuarzo | Casiterita | Óxidos Nb-Ta |
| Microclina | Elbaita | Pollucita |
| Espodumena | Berilo | Berilo |
| Lepidolita | Amblygonita | Lepidolita |
| | Montebrasita | Amblygonita |
| | Petalita | Montebrasita |
| | Trifilita-Litiofilita | Casiterita |
| | Óxidos Nb-Ta | Petalita |
| | Pollucita | |

PEGMATITAS MIAROLÍTICAS (Familia LCT)

| Principales | Secundarios y accesorios | Interés económico |
|--|--------------------------|-------------------|
| Cuarzo (variedades cristal de roca y cuarzo ahumado) | Moscovita | Cuarzo |
| Albita | Amblygonita | Feldspatos |
| Microclina | Montebrasita | Topacio |
| Topacio | Lepidolita | Lepidolita |
| Berilo | Espodumena | Espodumena |
| | Petalita | Petalita |

Zona de Galicia-Trás-Os-Montes



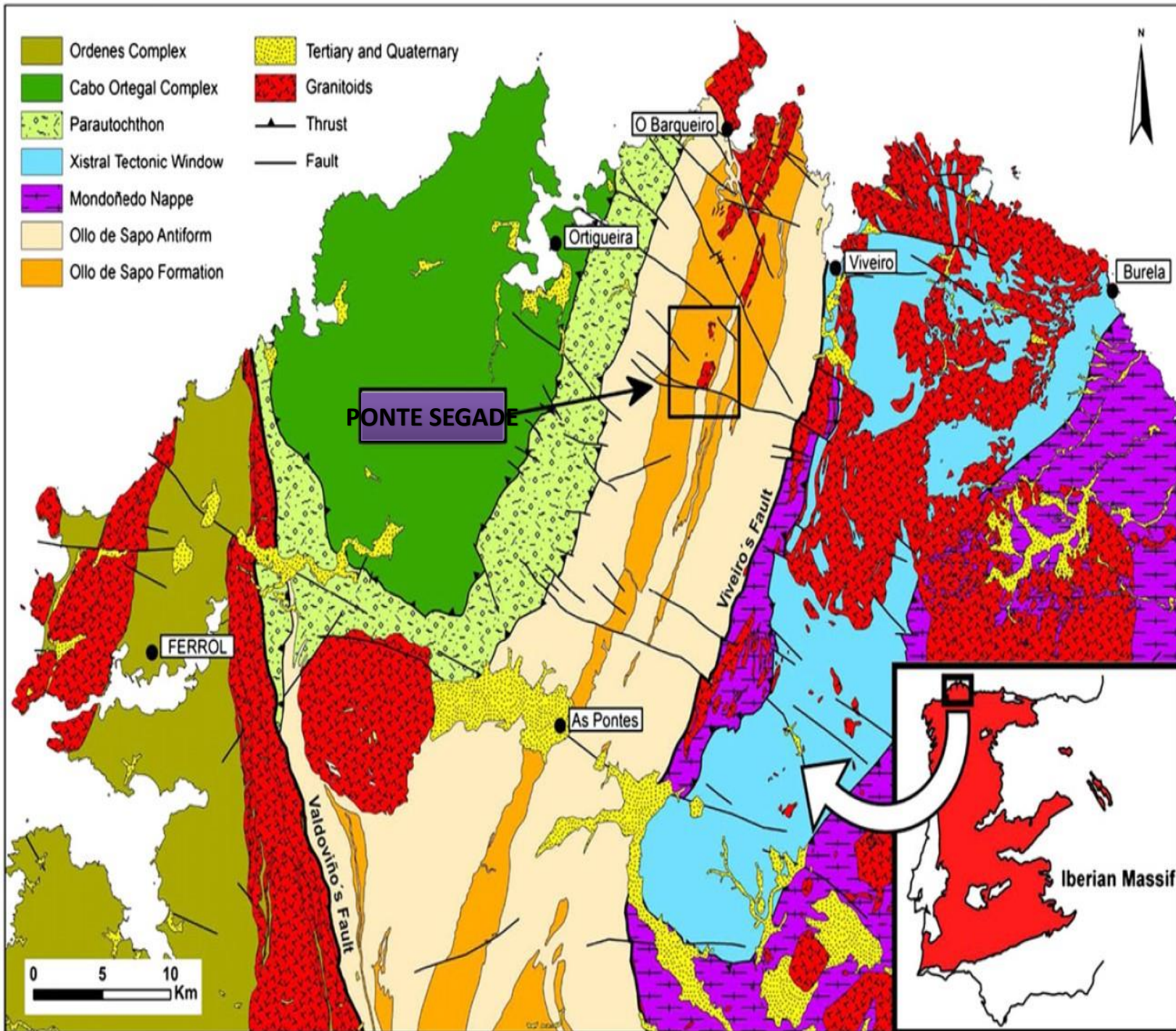
Granitoides Variscos de la ZCI

- Granitos tipo S1 (leucogranitos peraluminicos de dos micas)
- Granitos tipo S2 (altamente peraluminicos ricos en P)
- Granitos tipo S3 (moderadamente peraluminicos y pobres en P)
- Granitos tipo S4 (de ligeramente a moderadamente peraluminicos)
- Granitos tipo I (ligeramente peraluminicos)
- Otros granitos hercinicos

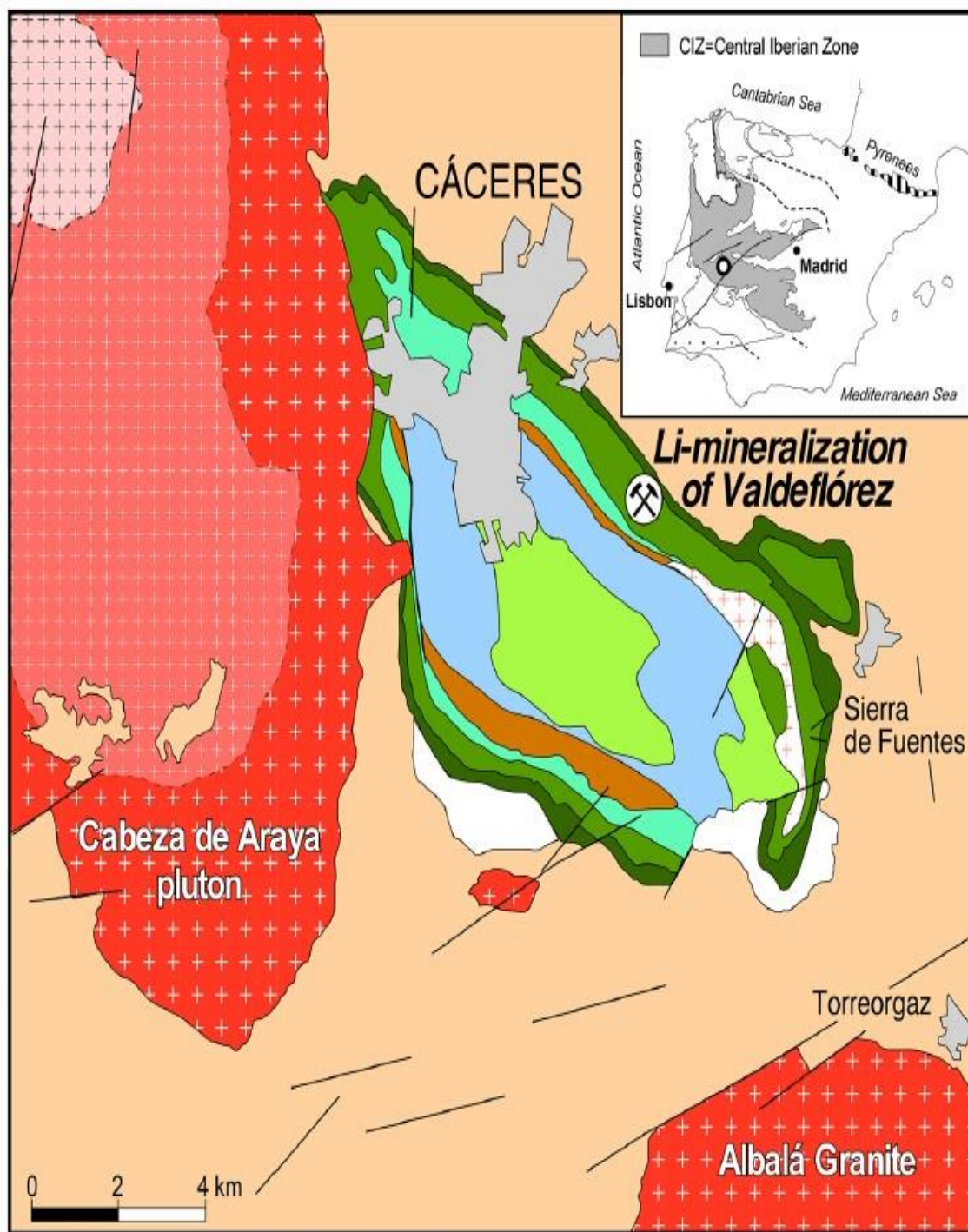
Tipos de mineralizaciones de Li

- Tipos 1 y 3
 - Tipos 1, 2 y 3
 - ◇ Tipos 2 y 3
 - ◡ Pegmatitas de berilo-fosfatos
 - △ Cúpulas leucograníticas
 - ☆ Diques de cuarzo (+ montebrasita)
- Campos aplo-pegmatíticos

Roda-Robles (2019)



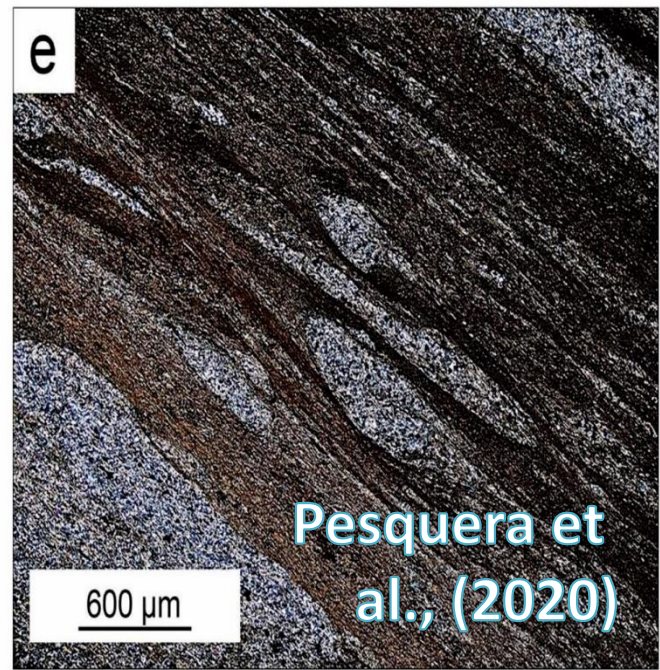
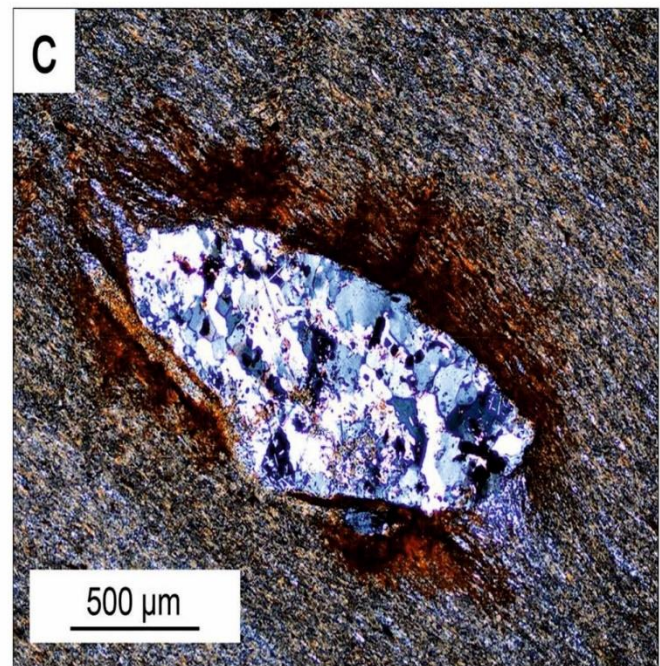
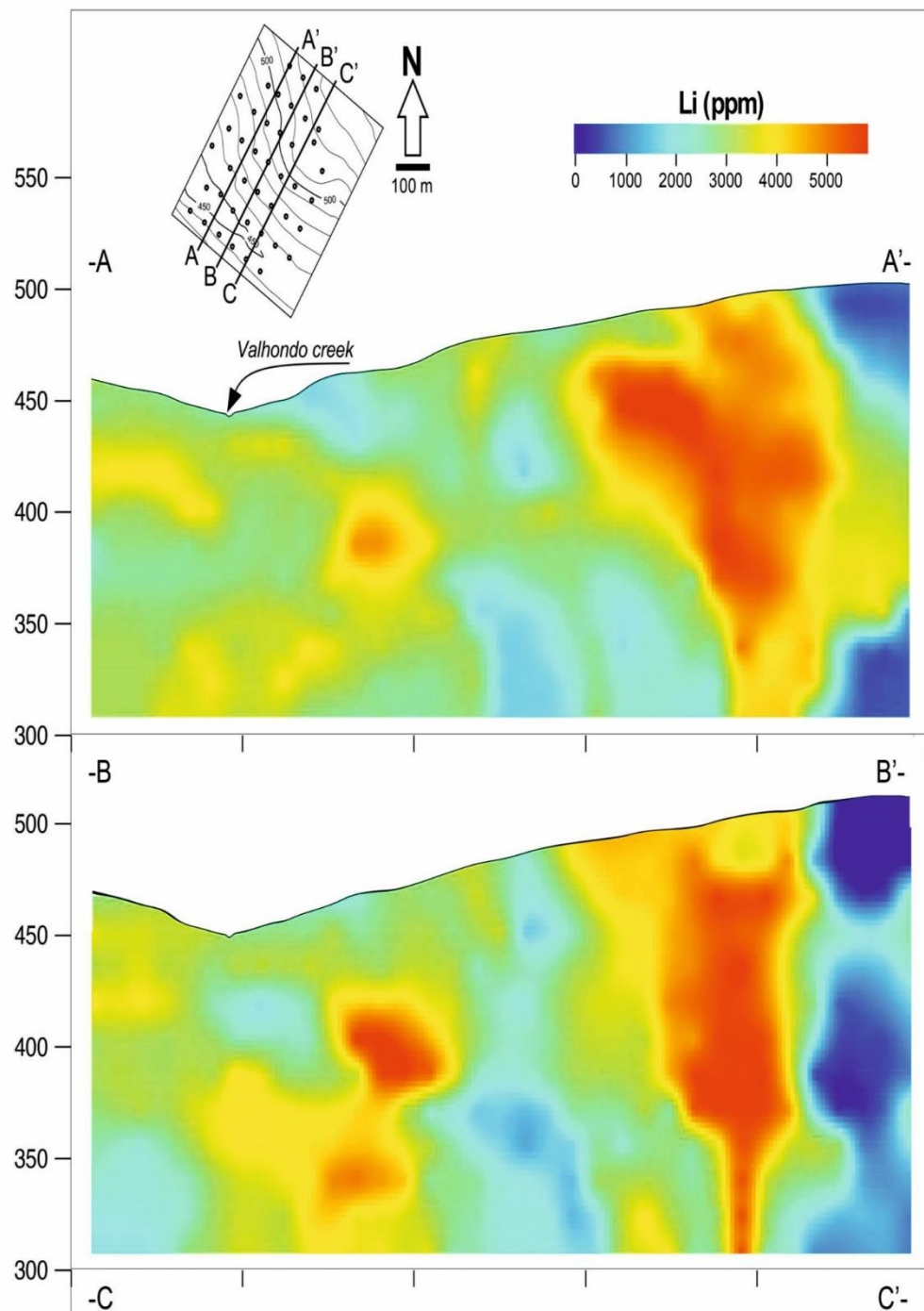
**Canosa
et al
(2012)**

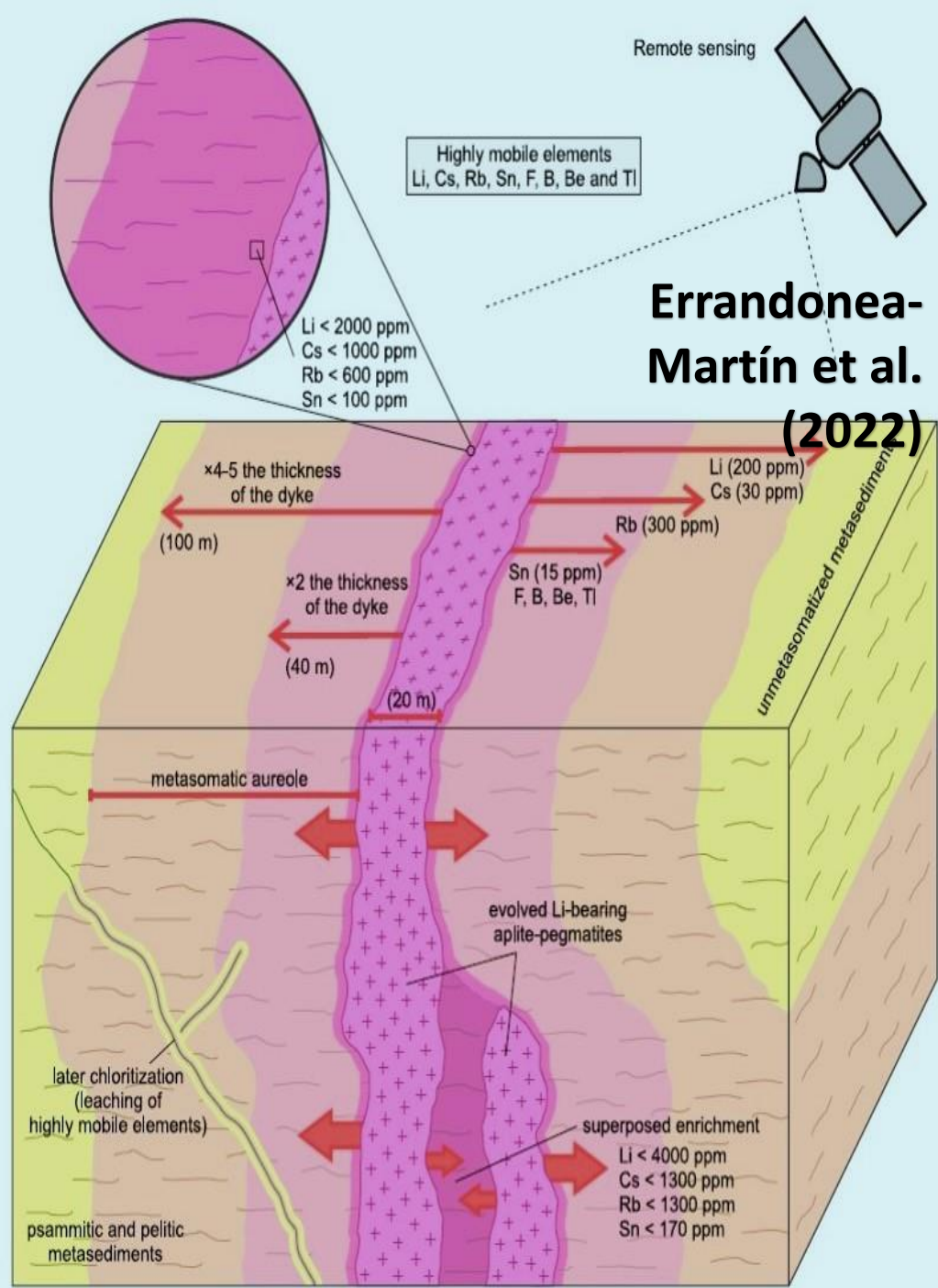
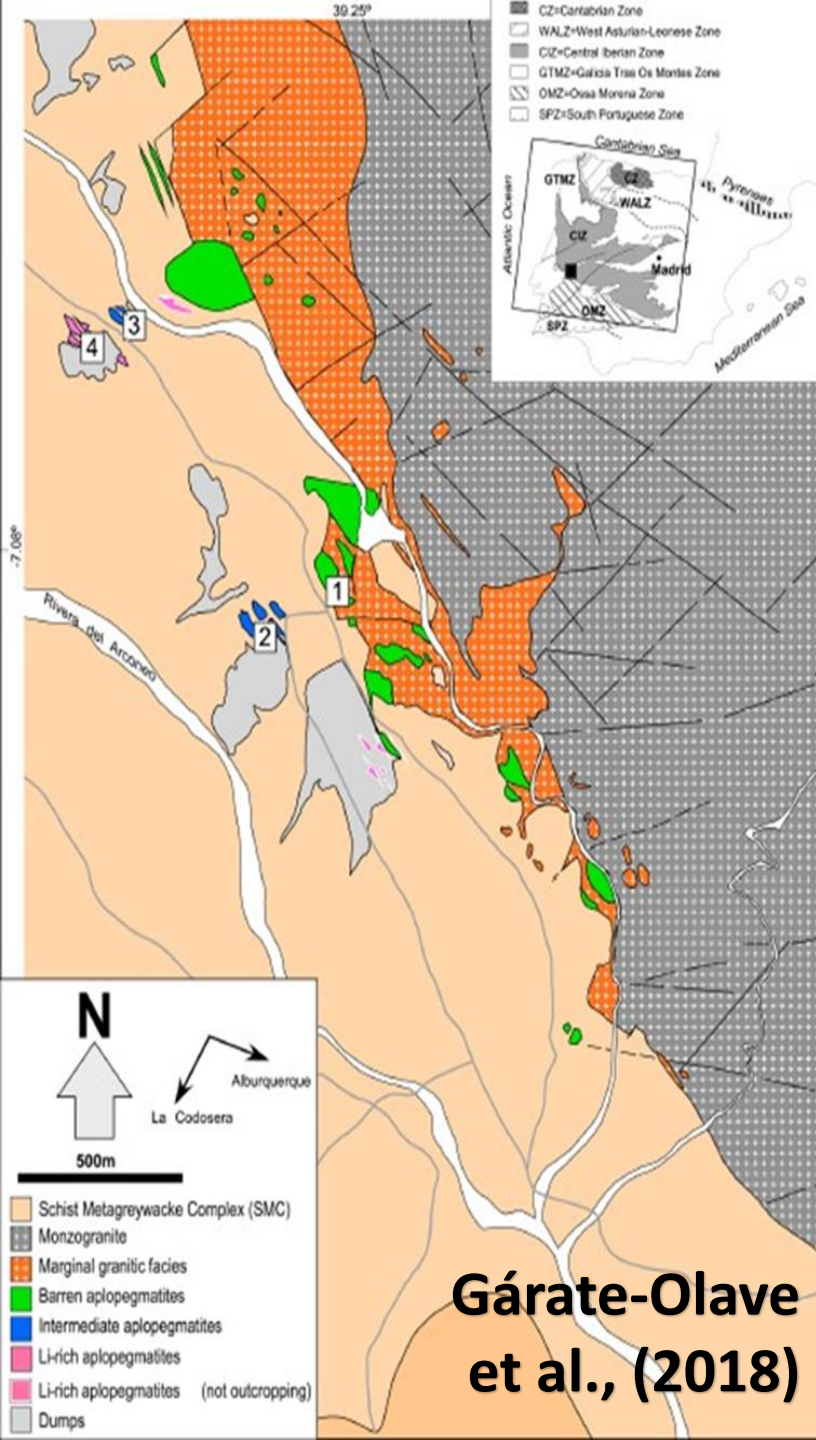


Legend

- Quaternary
- Limestones, Carboniferous
- Sandstones and shales, Devonian-Carboniferous
- Slates, quartzites, sandstones and limestones - Lower Devonian
- Shales, limolites and sandstones, Silurian
- Black shales and sandstones, Ordovician-Illanvirian
- Quartzites (armorican quartzite), sandstones and shales, Ordovician-arenigian
- Schist-Greywacke Complex (SGC)
- Altered granitoid with biotite ± amphibole
- Araya-type granites, external units
- Cabeza de Araya pluton, intermediate unit
- Cabeza de Araya pluton, inner unit

**Pesquera
Et al.
(2020)**





CORNING LITHIUM Ltd
en Cornualles, U.K.





Li em Portugal: oportunidades y dificultades

João A. Labrincha

jal@ua.pt

universidade de aveiro
theoria poiesis praxis



ciceco
instituto de materiais de aveiro

JOAO LABRINCHA

JOÃO LABRINCHA es experto en procesamiento de cerámica. Tras su doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales (Universidad de Aveiro, 1993) implementó una línea de investigación sobre Reciclaje de Residuos y Uso Sostenible de Recursos, impartiendo disciplinas sobre temas afines.

Como Profesor Catedrático de la Univ Aveiro, ha supervisado 17 tesis de doctorado y 56 tesis de maestría y ahora tiene 4 nuevos estudiantes en progreso. Ha participado en 25 proyectos de I+D (9 como líder/responsable) y en 16 contratos financiados/en cooperación con industrias. Tiene además 22 solicitudes de patentes (dos de ellas como PTC Internacional) y 390 artículos (SCIndex) con mas de >13300 citas e INDICE DE IMPACTO h = 62 (Scopus). Es editor asociado de Journal of Sustainable Metallurgy y ACerS - International Journal of Ceramic Engineering and Science. Autor /coautor de 8 capítulos de libros y coeditor de 7 libros. Entre diciembre/2012-2016 fue miembro del Grupo Operativo #2 de la Asociación Europea de Innovación en Materias Primas de la Unión Europea.

Principales intereses científicos

Desarrollo de ecomateriales multifuncionales. Productos a base de residuos (geopolímeros, cementos y morteros, pigmentos) para una economía circular.

<http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7003372169>

jal@ua.pt

Nowadays, materials are extracted and acquired globally between nations with autonomy and their own agenda.



This change brings with it **material supply risks** that intensify as demand increases.

Materials, distribution risks

In this sense, materials of high strategic or commercial interest are assessed regarding the risks associated with their extraction/distribution, and in some cases the materials are classified as “critical”.

Many of the **critical materials** come from one location or a small number of nations, exposing their distribution chain to geoeconomic or geopolitical restrictions.



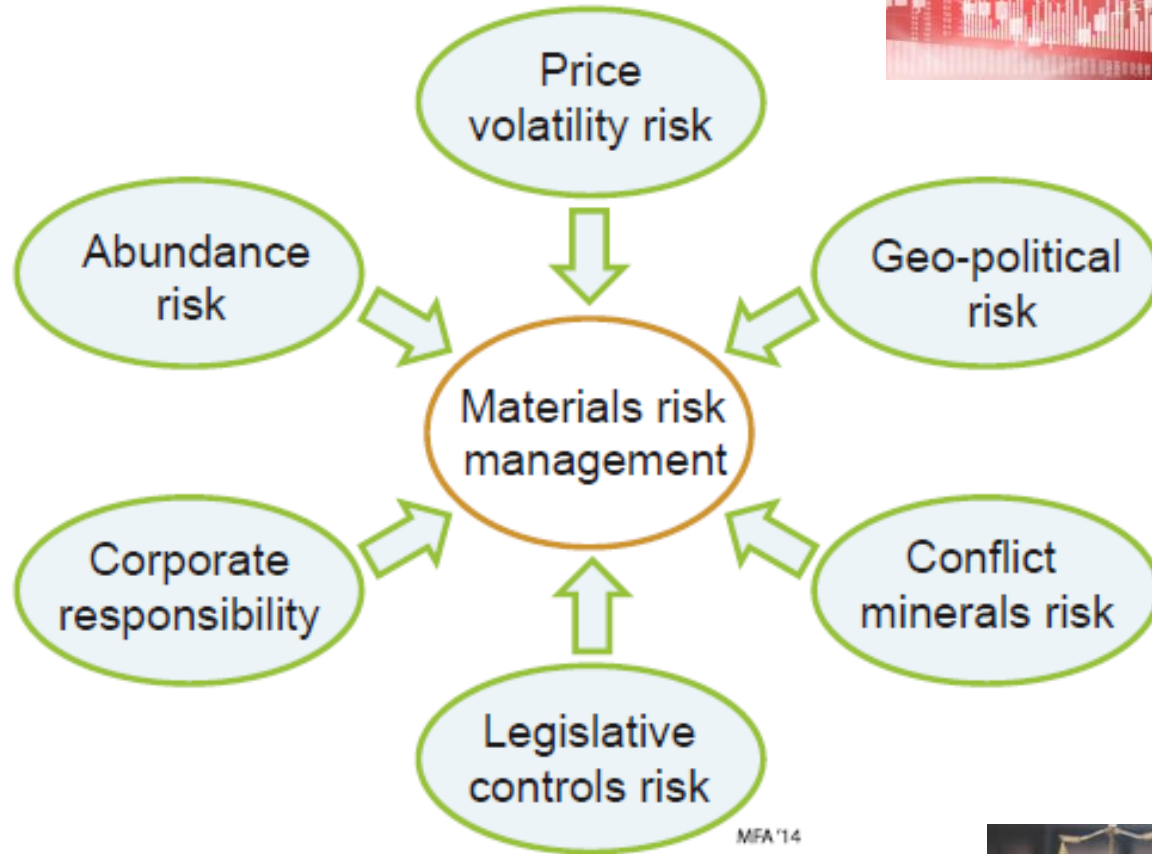
CE - “critical elements”

Strategic materials in the development of new technology (e.g. for "clean" energy generation – wind mill, photovoltaics), but which may not be available in quantity and/or competitive price to allow large-scale development.

Any element might be considered critical, for distinct reasons, such as:

- Scarce in the earth crust (eg. tellurium and rhenium);
- Low concentration in the ores;
- They are mainly obtained as a co-product or by-product of the refining of other primary ores, especially copper, zinc, lead and aluminum;
- Being produced in “critical” countries.

Materials, distribution risks



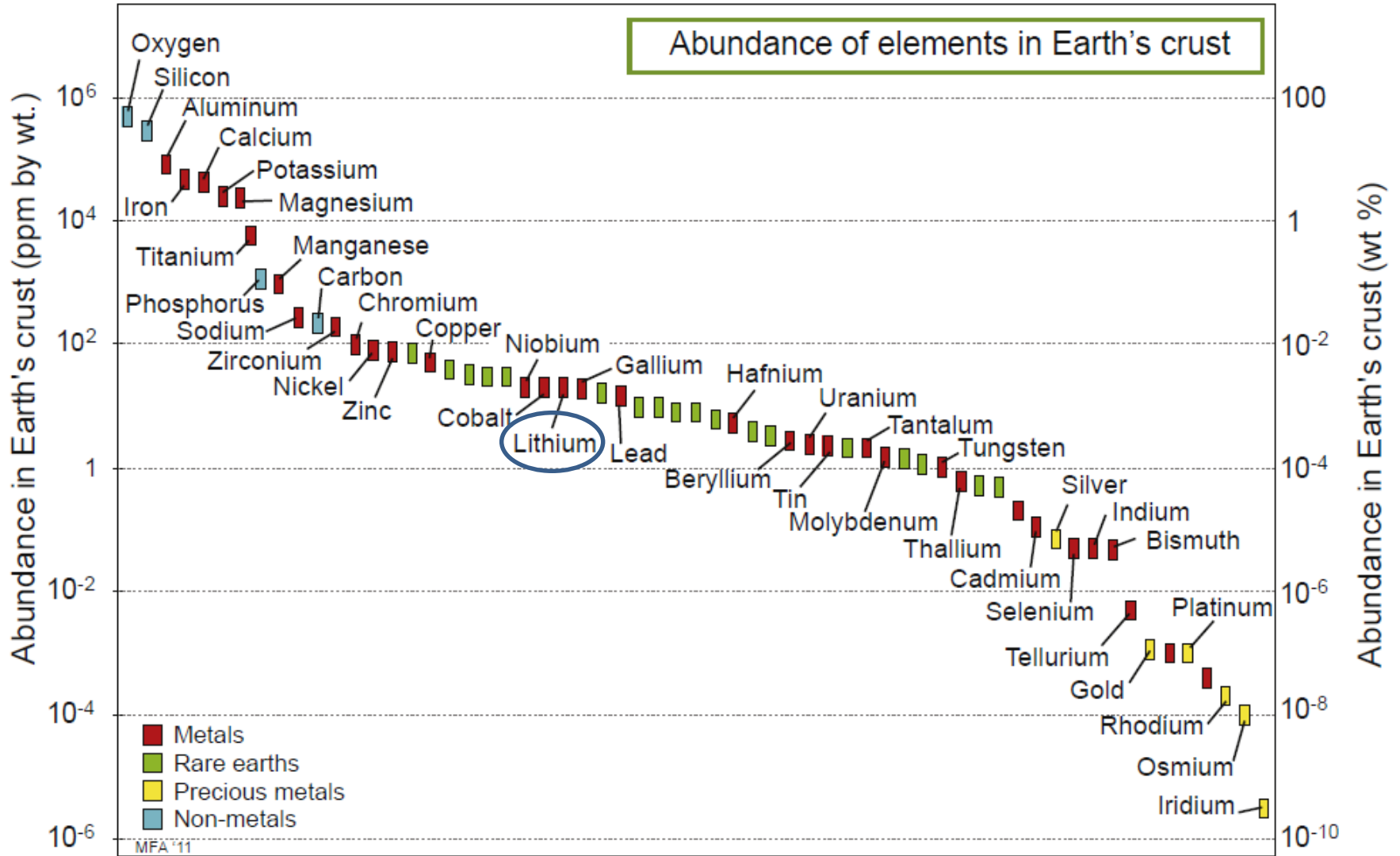
MFA '14



#10866849



Materials: shortage risk



Europe in race to secure raw materials critical for energy transition

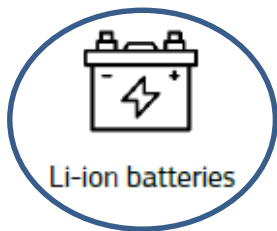


Critical raw materials

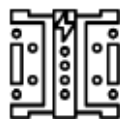
| 2023 CRMs vs. 2020 CRMs | | | |
|-------------------------|------------------|----------------|---------------------------|
| aluminium/bauxite | gallium | phosphate rock | vanadium |
| antimony | germanium | phosphorus | arsenic |
| baryte | hafnium | PGM | feldspar |
| beryllium | HREE | scandium | helium |
| bismuth | lithium | silicon metal | manganese |
| borate | LREE | strontium | copper |
| cobalt | magnesium | tantalum | nickel |
| coking coal | natural graphite | titanium metal | indium |
| fluorspar | niobium | tungsten | natural rubber |

Legend:
 Black: CRMs in 2023 and 2020
 Red: CRMs in 2023, non-CRMs in 2020
 Strike: Non-CRMs in 2023 that were critical in 2020

Strategic technologies for the EU



Li-ion batteries



Fuel cells



Electrolysers



Wind turbines



Traction motors



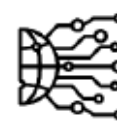
Solar photovoltaics (PV)



Heat pumps



Hydrogen direct reduced iron and electric arc furnaces (H2-DRI)



Data transmission networks



Data storage and servers



Smartphones, tablets and laptops



Additive manufacturing (AM)



Robotics



Drones



Space launchers and satellites

Source: JRC elaboration based on flaticon.com

Li-ion batteries: critical raw materials

Copper: as current collector foil at anode side, in wires and other conductive parts



Graphite: natural or synthetic high-grade purity in anode electrode in all Li-ion batteries



Silicon: in future anodes to enhance energy density



Titanium: in future anode materials and coatings, in LTO, for battery packaging

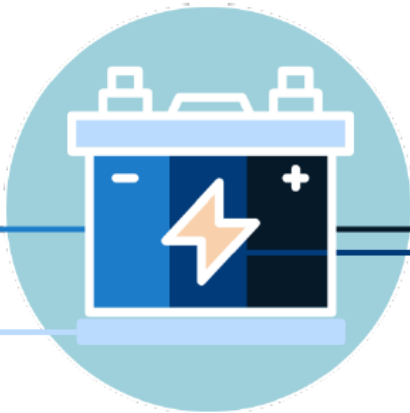


Phosphorous: in cathode materials in LFP batteries



● Strategic Raw Material

● Critical Raw Material



Aluminium: for battery packaging or as current collector foil (cathode), in cathode materials of NCA batteries, high purity alumina (HPA) in coatings



Niobium: in future anode and cathode material (coatings) to improve stability and energy density



Cobalt: in cathode materials in LCO, NCA and NMC batteries



Lithium: in cathode materials (LMO, NMC, NCA, LMO, LFP, etc.) and as salt (electrolyte). Li metal in future anodes

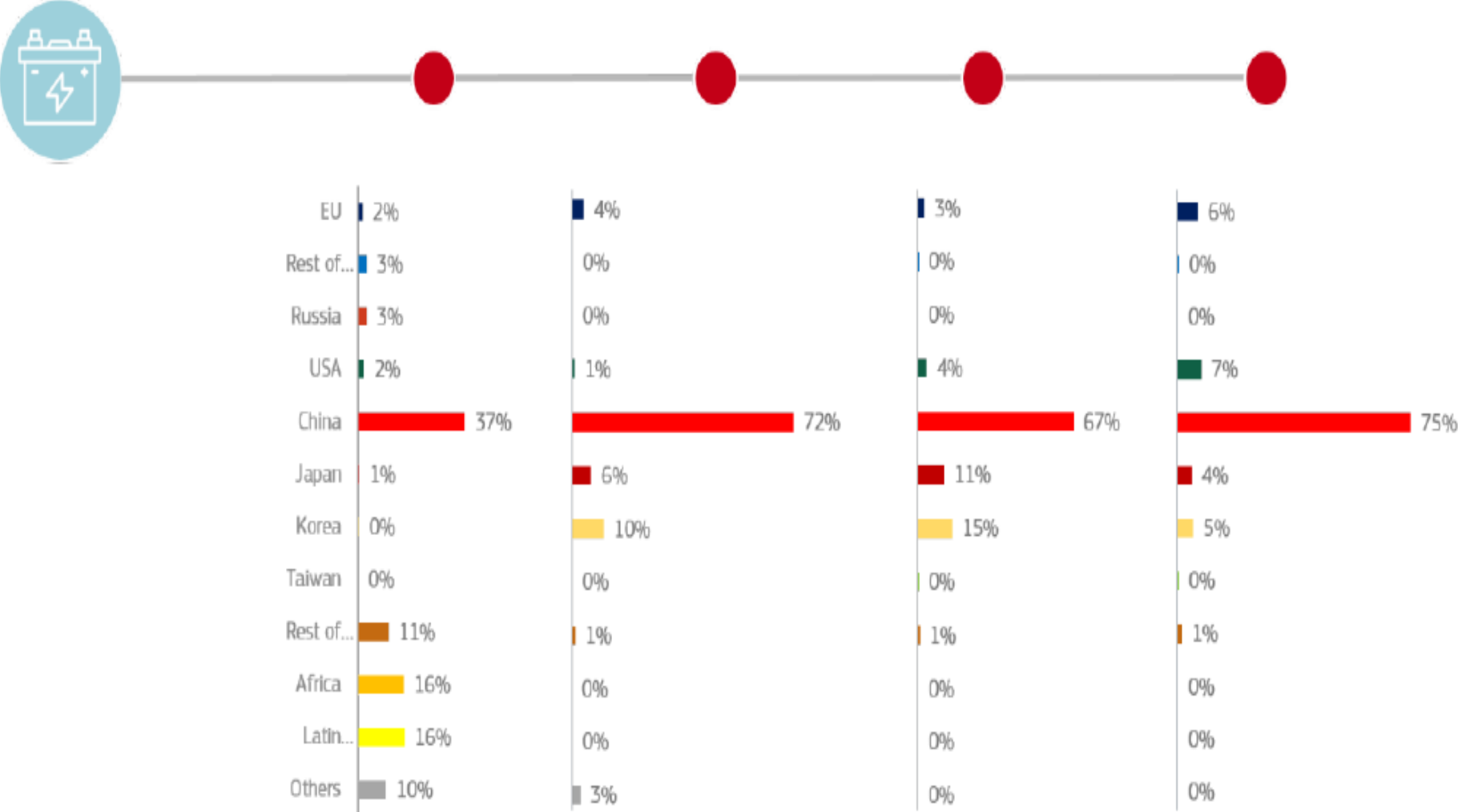


Manganese: in cathode materials for NMC and LMO batteries



Nickel: as hydroxide or intermetallic compounds in NMC, NCA batteries

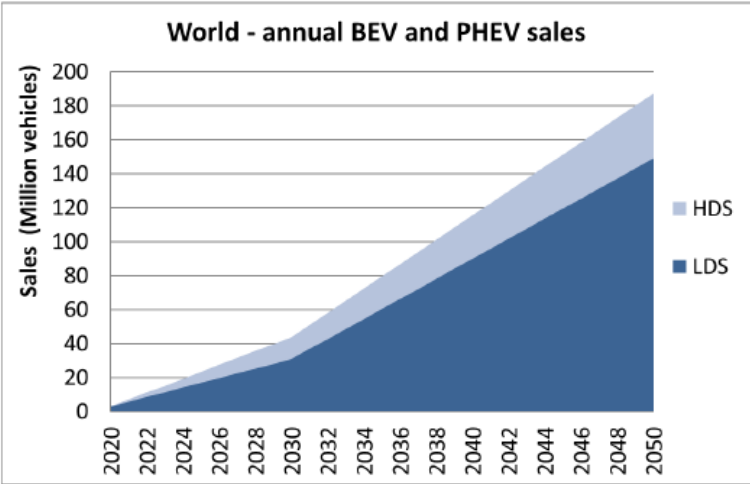
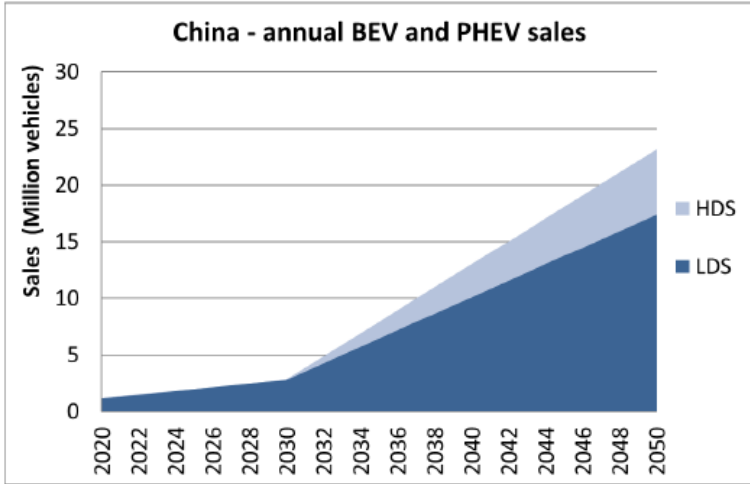
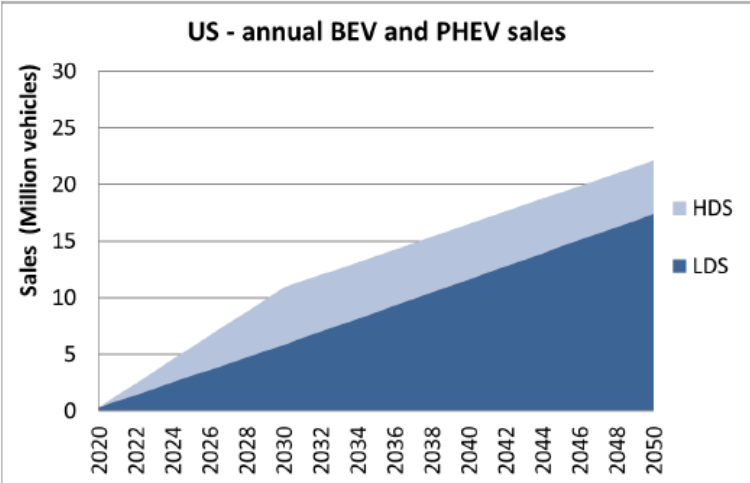
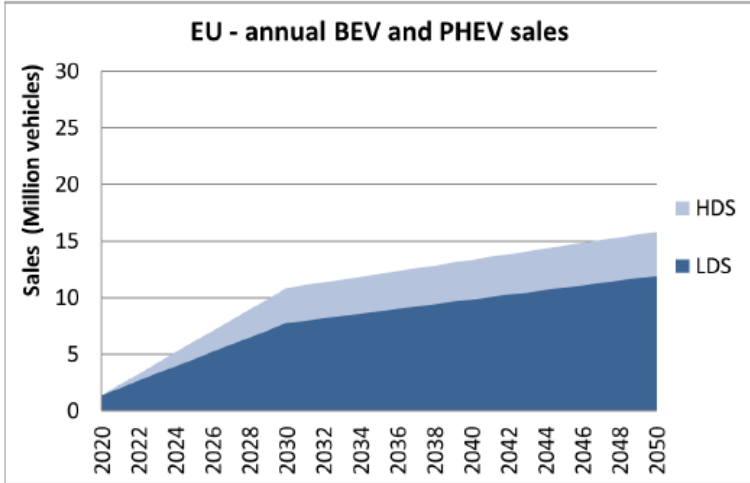
Li-ion batteries: supply risks, bottlenecks, and key players along the supply chain



Source: JRC analysis.

Li-ion bateries: Projected demand

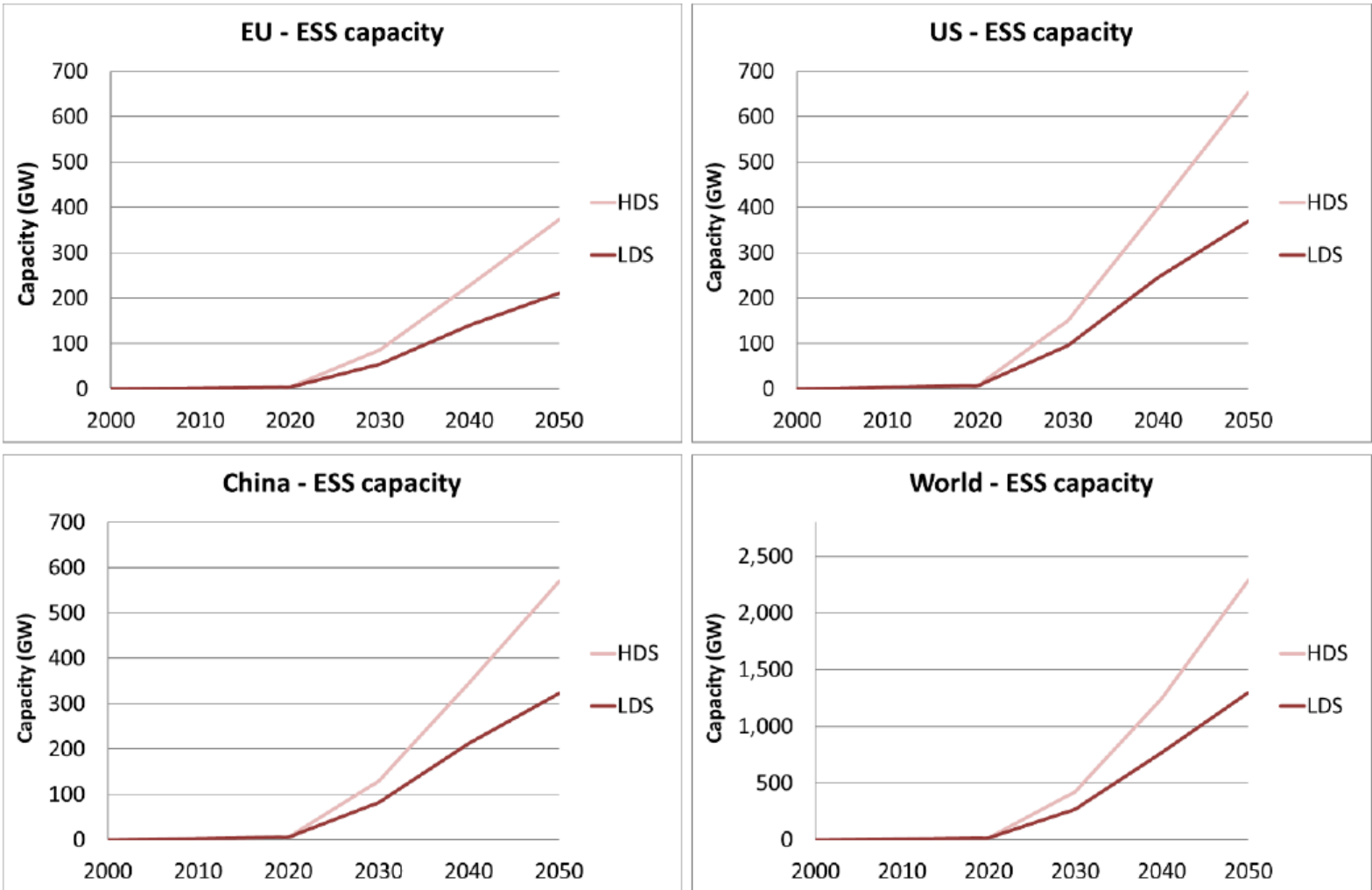
Automotive sector



Source: JRC analysis based JRC, 2021b.

Li-ion bateries: Projected demand

Energy storage systems

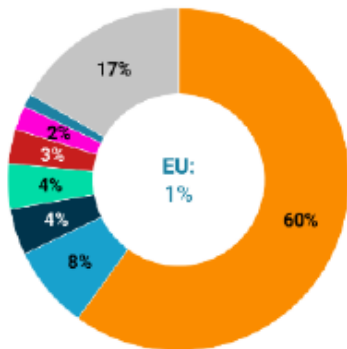


Source: JRC analysis based JRC, 2021b.

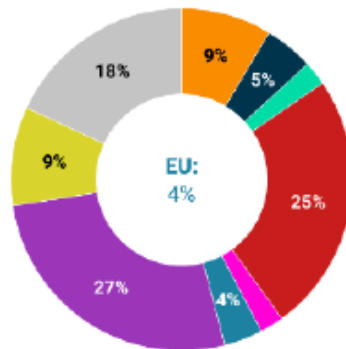
Cobalt and lithium mine capacity by location and owner company headquarter in 2020

Cobalt

■ DRC ■ Zambia ■ Russia ■ Australia ■ China ■ Canada ■ EU ■ Switzerland
■ Kazakhstan ■ Other



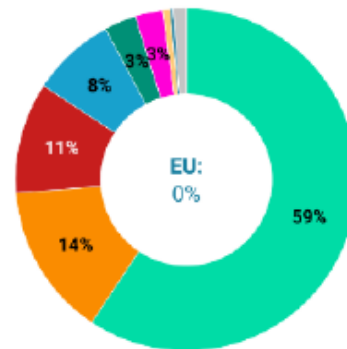
by location



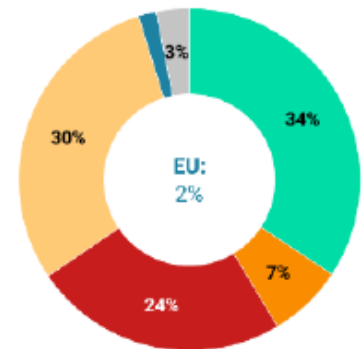
by ownership

Lithium

■ Australia ■ Chile ■ China ■ Argentina ■ Brazil ■ Canada ■ USA ■ EU
■ Other



by location



by ownership

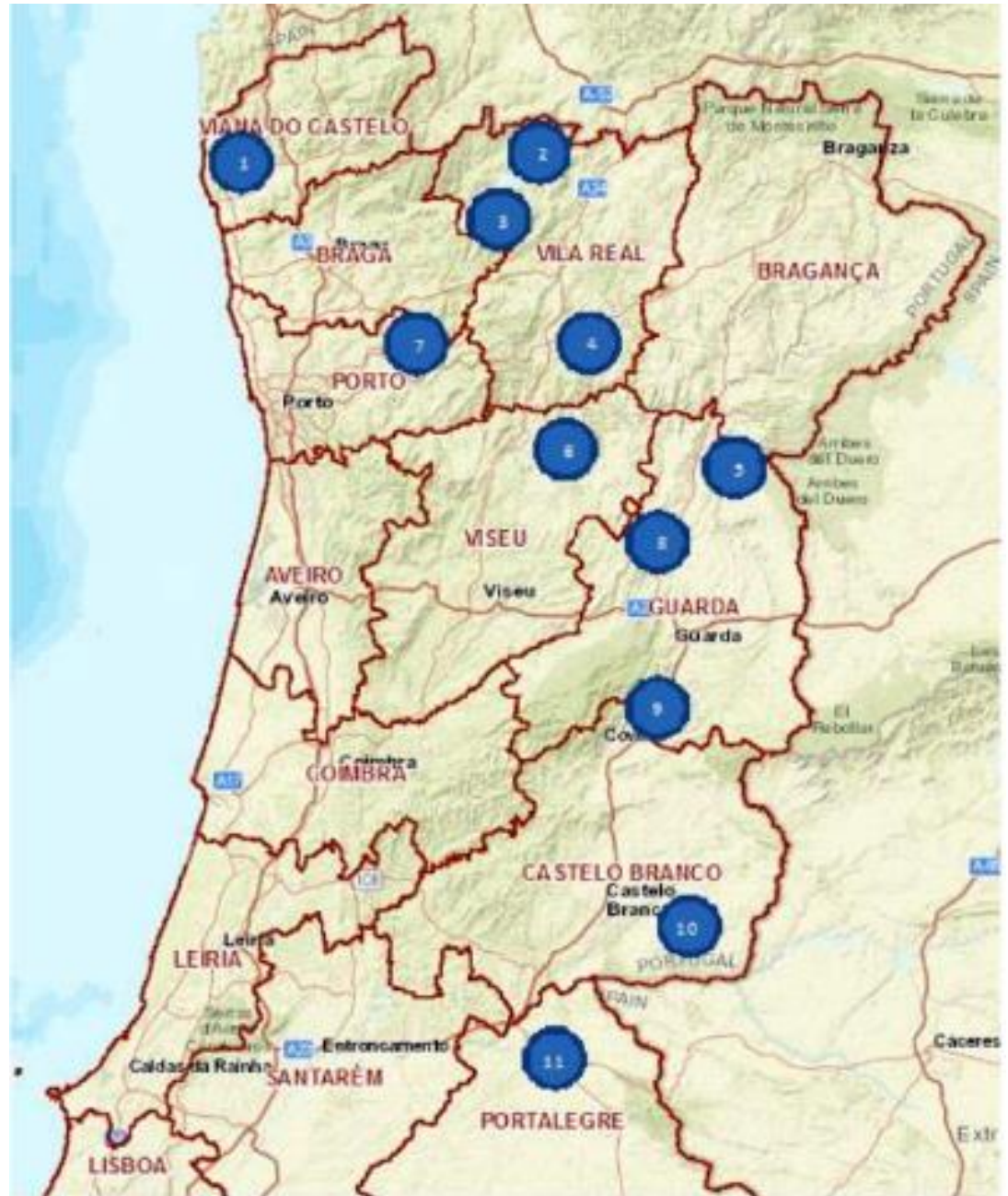
Source: JRC analysis (lastest supply data update: Sep. 21).

Li production

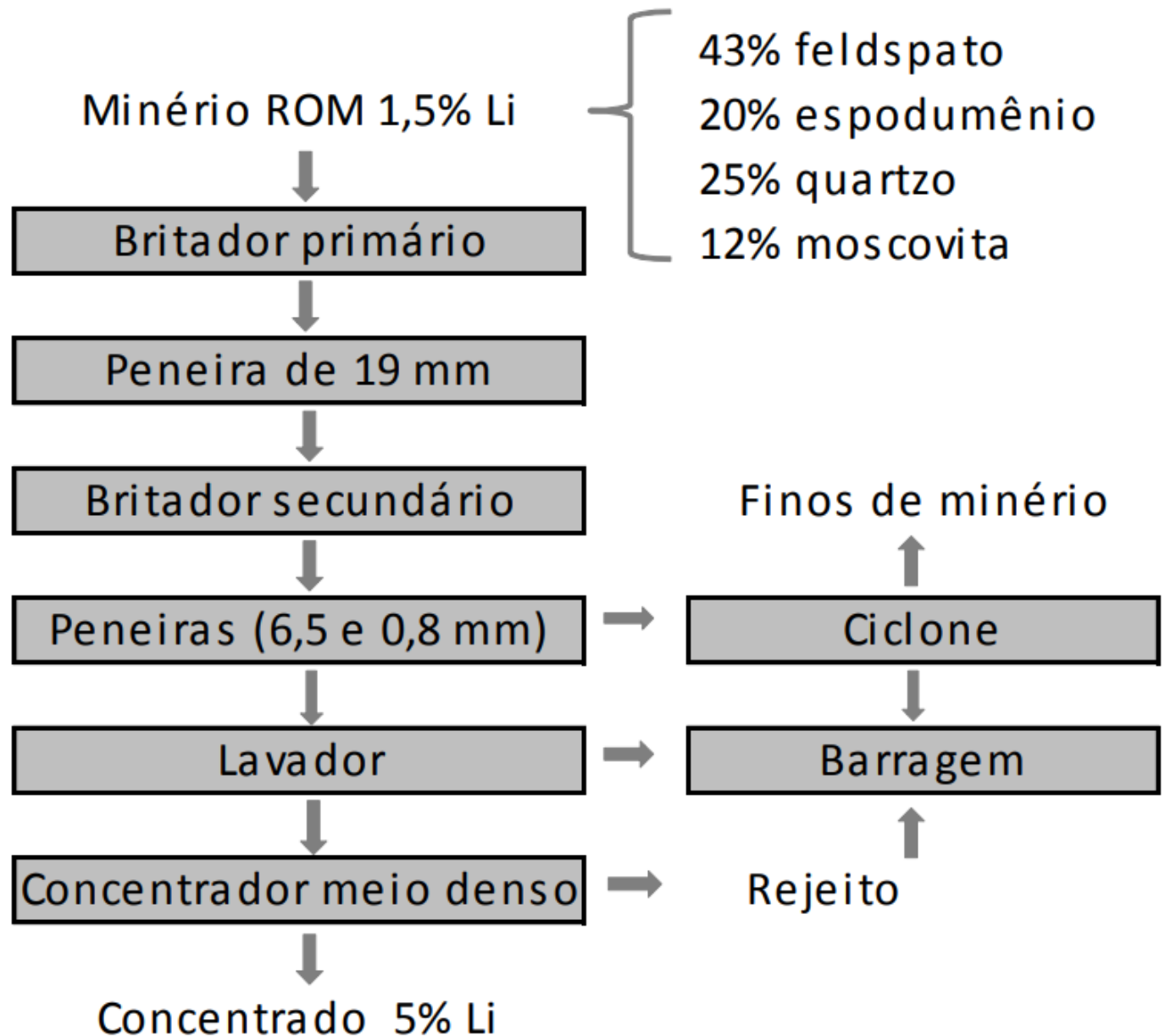
Table 10.1 Lithium Producing Nations (2011)

| Nation | Tonnes/year |
|---------------|--------------------|
| Chile | 12,600 |
| Australia | 11,300 |
| China | 5,200 |
| Bolivia | 5,000 |
| Argentina | 3,200 |
| Portugal | 820 |
| Zimbabwe | 470 |
| Brazil | 160 |
| World | 34,000 |

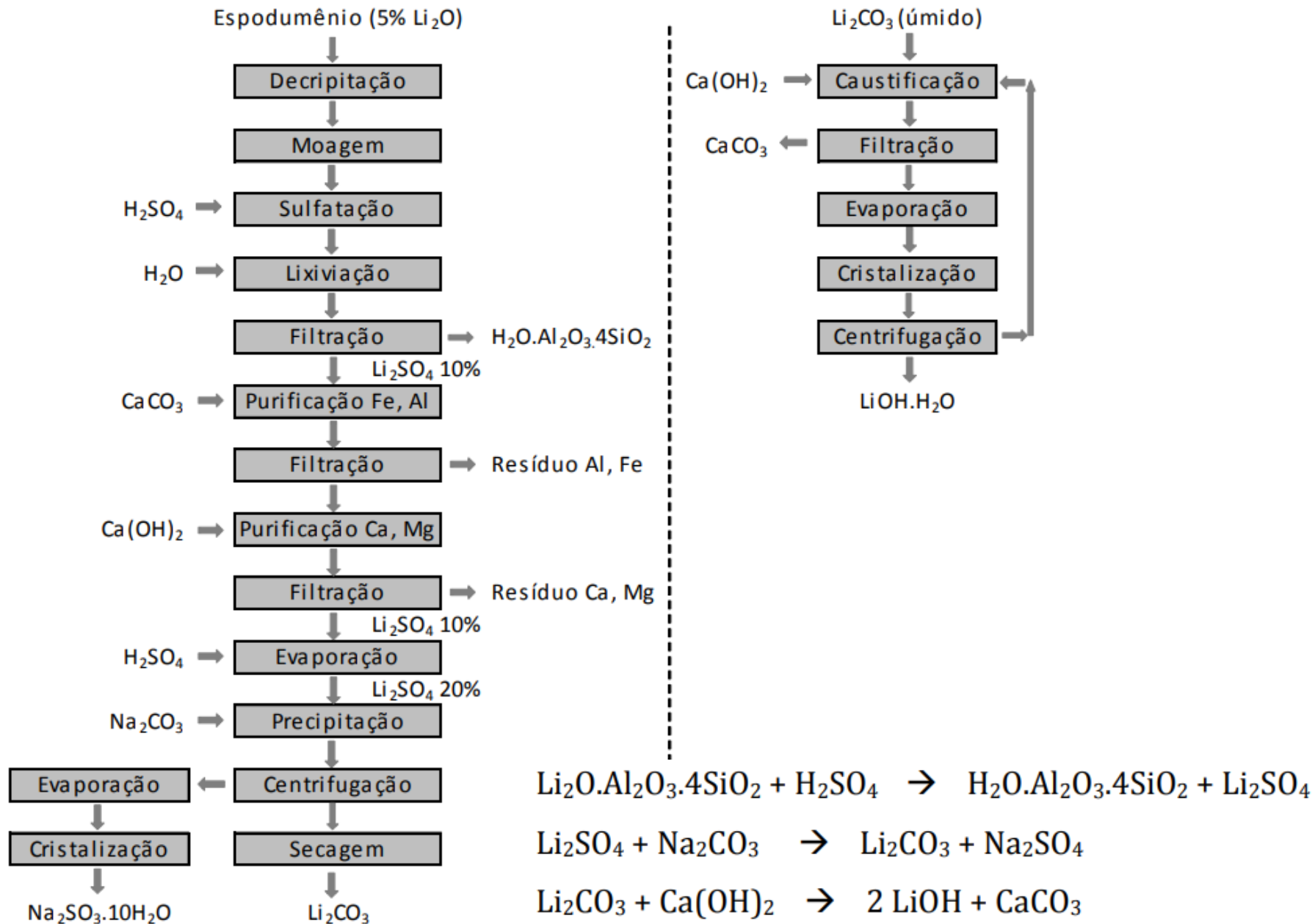
Li em Portugal



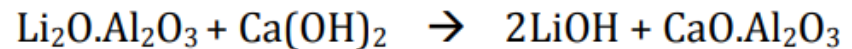
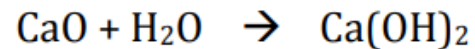
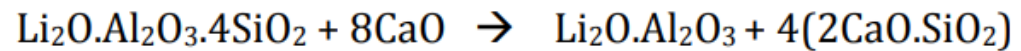
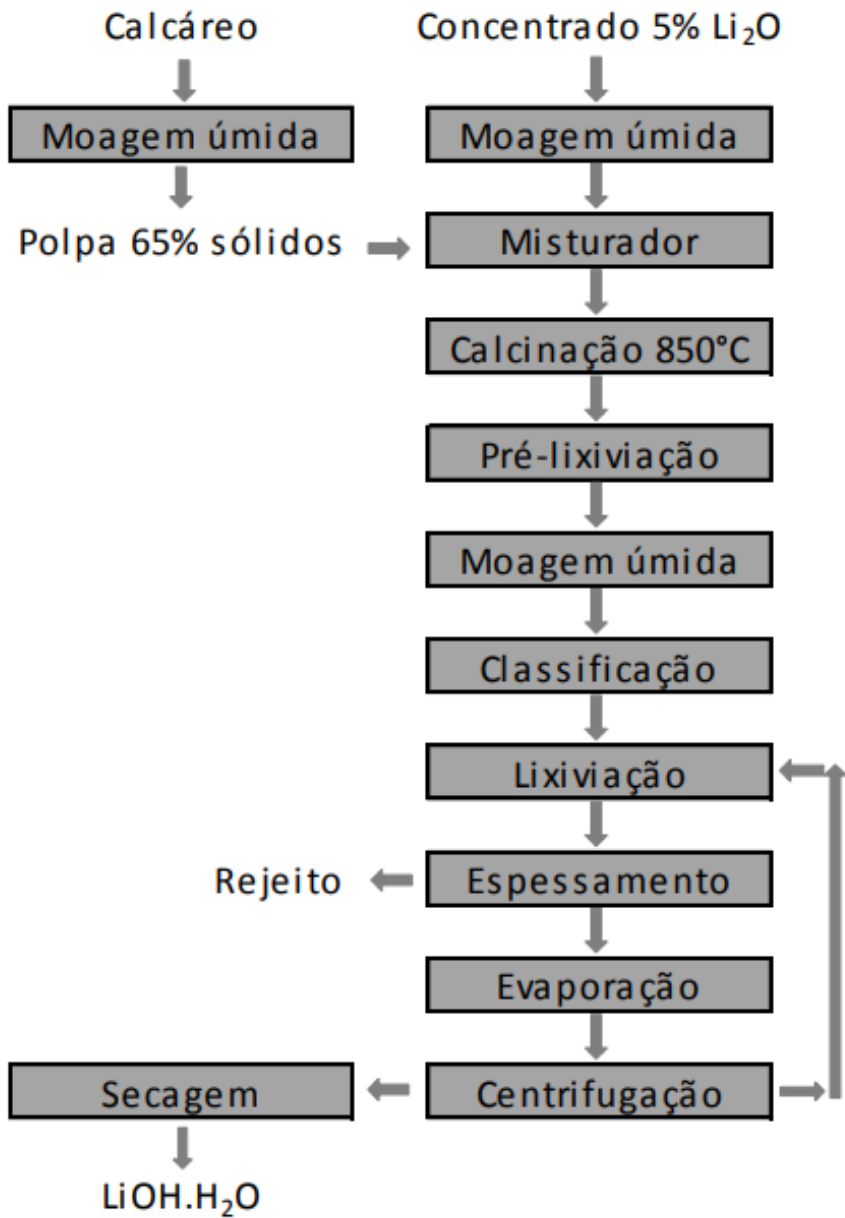
Li em Portugal: feldspato !



Transformação ácida de espodumena em carbonato/hidróxido



Transformação alcalina de espodumena em hidróxido



Some examples of large open-pit mining operations



Environmental problems – acid mine drainage

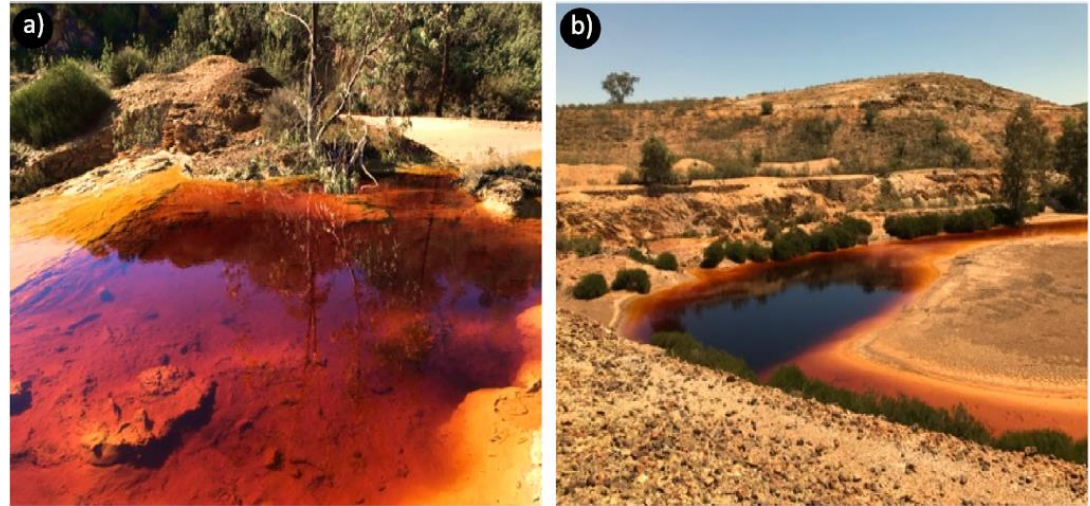
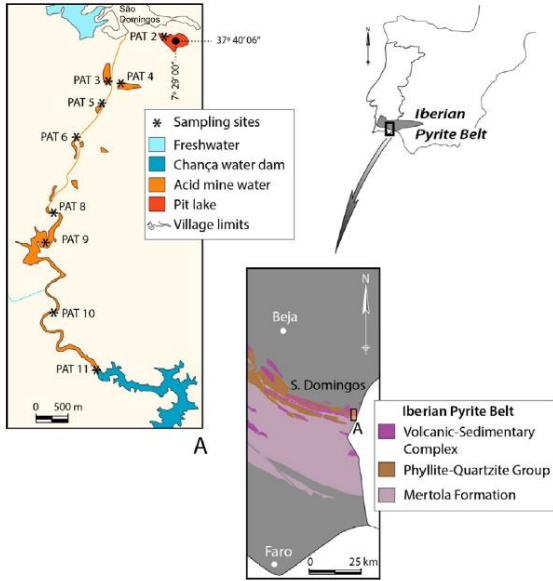
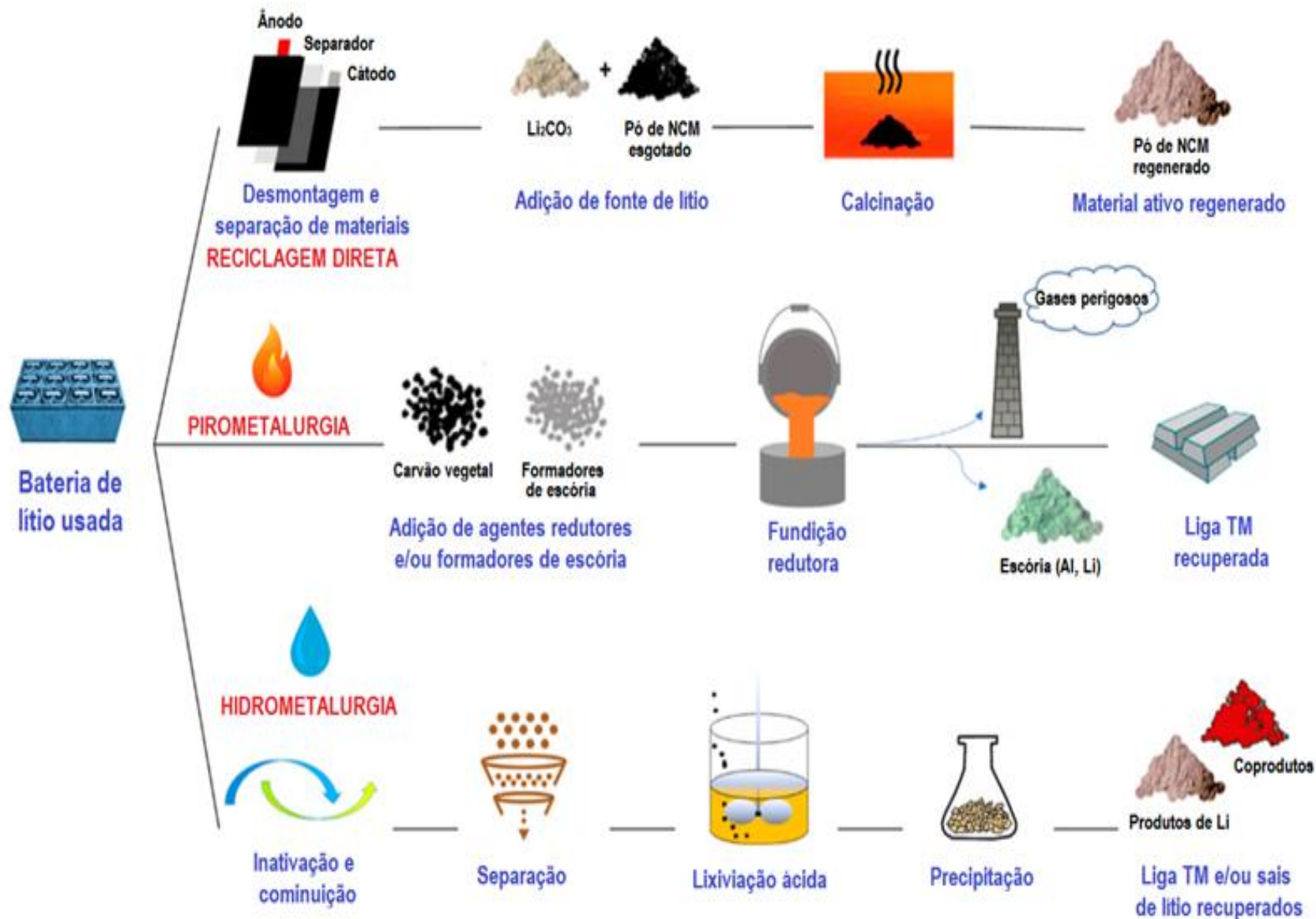


Fig. 1. Location of the study area in the Portuguese sector of the Iberian Pyrite Belt. Sampling sites in the São Domingos complex are also represented (PAT2-PAT11).

Table 1
Major cations and potentially toxic elements in the two sampling campaigns.

| Campaign | Samples | Al | Mg | Mn | Ca | Fe | As | Cd | Cu | Zn | |
|----------|---------|--------|------|------|------|------|--------|--------|-------|------|------|
| | | (mg/L) | | | | | | | | | |
| Oct/17 | PAT 2 | 295 | 787 | 150 | 646 | 876 | 1.62 | 0.928 | 77.8 | 158 | |
| | PAT 3 | 251 | 169 | 14.7 | 163 | 170 | 25.8 | 36.2 | 22.2 | 10.5 | |
| | PAT 4 | 176 | 189 | 30.0 | 105 | 120 | 15.0 | 103 | 1.81 | 83.2 | |
| | PAT 5 | 675 | 252 | 37.2 | 205 | 801 | 6.26 | 1.30 | 83.9 | 199 | |
| | PAT 6 | 7.14 | 35.7 | 3.50 | 36.3 | 3.84 | 0.003 | 0.009 | 0.614 | 1.85 | |
| | PAT 8 | 238 | 123 | 10.6 | 189 | 193 | 96.5 | 74.6 | 1233 | 29.4 | |
| | PAT 9 | 90.3 | 40.1 | 3.34 | 57.8 | 56.9 | <0.003 | 0.047 | 7550 | 10.0 | |
| | PAT10 | 296 | 636 | 42.8 | 658 | 112 | 0.072 | 0.204 | 13.0 | 37.6 | |
| | PAT 11 | 41.6 | 40.4 | 3.08 | 62.7 | 15.5 | 0.066 | 0.026 | 2.33 | 5.14 | |
| | Feb/18 | PAT 2 | 206 | 659 | 135 | 490 | 711 | 820 | 899 | 74.4 | 140 |
| | | PAT 3 | 85.4 | 57.9 | 6.38 | 80.1 | 22.1 | <0.003 | 21.0 | 7.78 | 5.21 |
| PAT 4 | | 166 | 138 | 29.5 | 69.6 | 116 | <0.003 | 111 | 2.17 | 82.2 | |
| PAT 5 | | 275 | 112 | 17.0 | 115 | 184 | 670 | 230 | 30.5 | 38.3 | |
| PAT 6 | | 56.1 | 42.3 | 4.34 | 51.3 | 32.0 | 100 | 60.0 | 6.51 | 11.7 | |
| PAT 8 | | 107 | 60.3 | 9.30 | 80.5 | 147 | 50.0 | 65.0 | 10.0 | 21.3 | |
| PAT 9 | | 94.9 | 42.7 | 5.33 | 56.6 | 96.4 | 100 | 66.0 | 11.6 | 15.8 | |
| PAT10 | | 122 | 109 | 8.28 | 144 | 23.7 | 540 | 171 | 10.1 | 21.8 | |
| PAT 11 | | 711 | 101 | 5.57 | 135 | 2.91 | 15.0 | 90.0 | 6.33 | 12.7 | |

Reciclagem como alternativa a mineria ?



Reciclagem como alternativa a mineração ?

Materiais catódicos mais utilizados em LIBs comerciais e métodos de reciclagem com viabilidade económica: H = hidrometalurgia; P = pirometalurgia; D = reciclagem direta.

| Composição | LiCoO₂ (LCO) | LiFePO₄ (LPF) | LiMn₂O₄ (LMO) | LiAl_xCo_yNi_{1-x-y} O₂ (NCA) | LiCo_xMn_yNi_{1-x-y} O₂ (NCM) |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|--|---|---|
| Densidade energética (Wh/kg) | 624 | 544 | 410 | 740 | 592-740 |
| Preço material/energia (\$/kWh) | 88 | 32 | 26 | 39 | 40-50 |
| Preço bateria/energia (\$/kWh) | 357 | 222 | 251 | 199 | 145-230 |
| Vias de reciclagem com viabilidade económica | H, P, D | D | D | H, P, D | H, P, D |

Reciclaje como alternativa a minería ?



A shredded electric vehicle battery can yield recyclable metals, but it is often cheaper for battery makers to use new materials.

A DEAD BATTERY DILEMMA

With millions of electric vehicles set to hit the road, scientists are seeking better battery recycling methods *By Ian Morse*



Muchas Gracias

João A. Labrincha

jal@ua.pt

universidade de aveiro
theoria poiesis praxis



ciceco
instituto de materiais de aveiro

**11º Congreso internacional de Historia Minera
LINARES, Jaen, 8 sept 2016**

MINERIA DEL LITIO EN BOLIVIA: HISTORIA, PRESENTE y FUTURO

PIO CALLEJAS* y J. Ma. RINCÓN**

** Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*

*** Universidad Miguel Hernández, Elche-Alicante, Depto de
Agroquímica y Medioambiente*



PIO CALLEJAS GOMEZ

Dr. en Ciencias Químicas por la Universidad Autónoma de Madrid y actualmente científico honorífico de la UMH-Elche.

Después de cursar sus estudios iniciales en Ingeniería Química en Oruro (Bolivia), inició su carrera como científico en el campo del vidrio en el Instituto de Minería y Metalurgia de la Universidad de Cracovia (Polonia) en donde alcanzó el grado de Ingeniero Superior en esta especialidad. En el año 1982 se incorporó al Instituto de Cerámica y Vidrio del CSIC en el grupo del Prof. Rincón.

Es autor de numerosas publicaciones científicas en revistas internacionales y conferenciante invitado habitual en congresos, llevando varias décadas investigando en el desarrollo de vidrios con utilidad para mejorar la salud humana, animal y vegetal. Además habitualmente y desde hace años actúa como profesor invitado de varias universidades iberoamericanas (Bolivia, Perú, México, Argentina y Brasil). Desde siempre y más recientemente tiene un especial interés en el desarrollo de aplicaciones del Litio, elemento en sus compuestos minerales en los que Bolivia es uno de los mayores productores a nivel mundial.

Líneas de investigación.- vidrios, vitrocerámicos, biomateriales, fertilizantes vítreos y bionutrientes vítreos

callejasgomezp@gmail.com

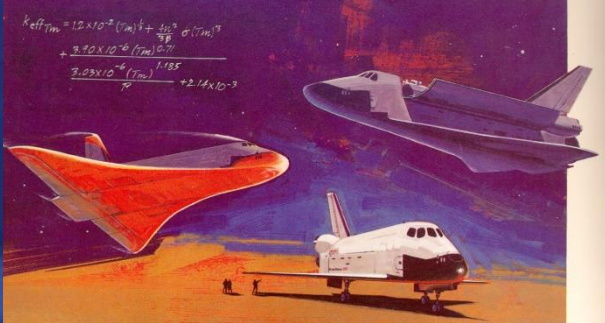
INDICE

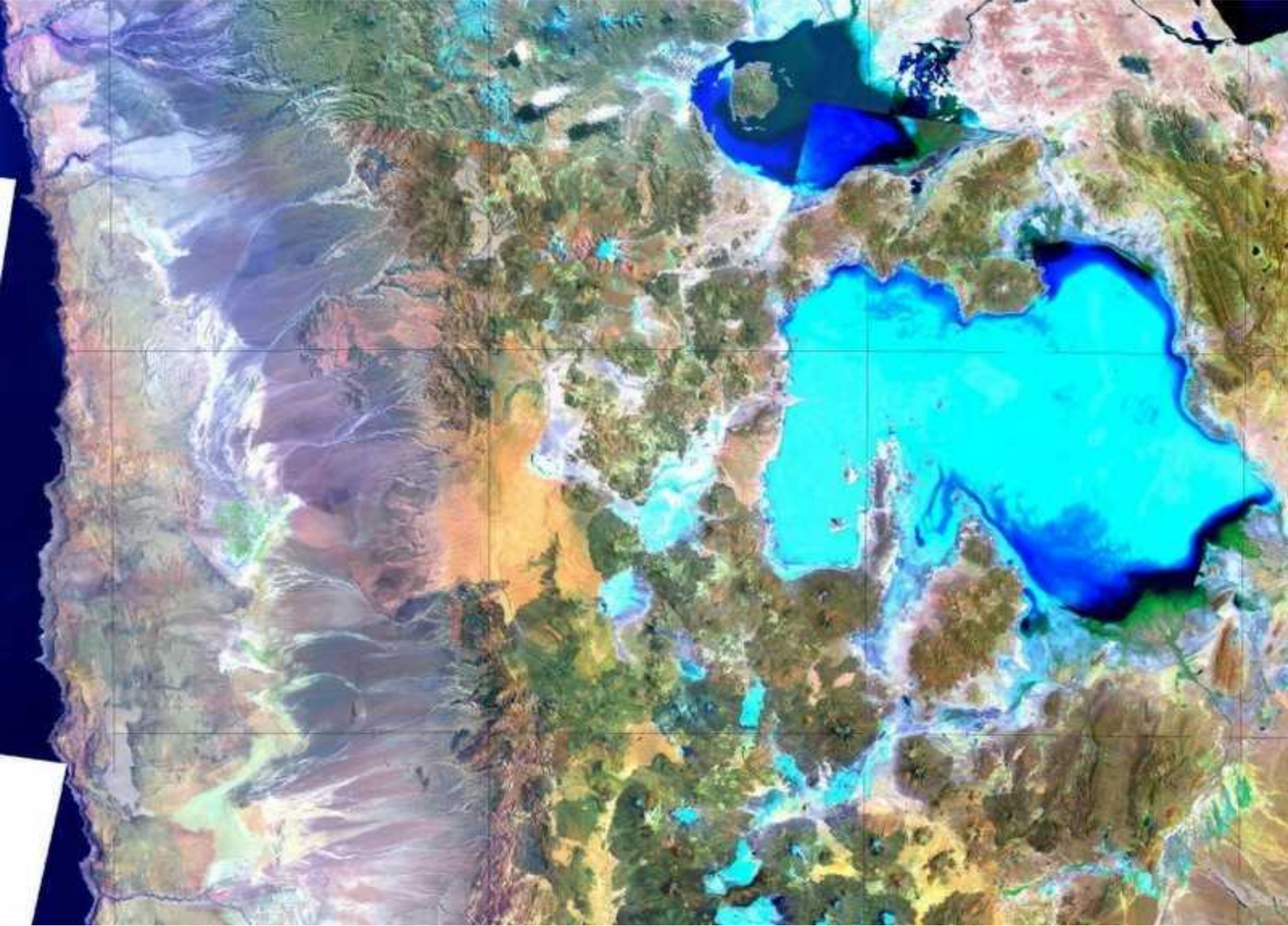
- 1. Introducción**
- 2. Historia de la minería del litio en Bolivia e investigaciones geológicas desde los '70**
- 3. Situación actual e investigaciones en marcha**
- 4. Investigaciones en nuevos productos y perspectivas**
- 5. Conclusion**



John H. Glenn +

SALAR DE UYUNI





BOLIVIA

Tiempo de cambios

Frenesí en las alturas de La Paz. Naturaleza: sal, flamencos y méiseres en el Altiplano. El mundo secreto de la coca.



Historia de la Minería Andina Boliviana (siglos XVI-XX)



- 1545 - 1884 Plata.
- 1884 - 1985 Estaño
- 1970 - 2016.Li,B,K.

- Año 1560 Potosi contaba con 13.500 Mitayos
- Con una poblacion de 160. mil habitantes ,entonces Madrid 45. mil habitantes.





**El salar de Uyuni es, con sus 12.000 km²,
el mayor desierto de sal del mundo.**

**El área que hoy ocupa éste desierto,
estaba cubierta hace 40.000 años por el
Lago Ballivián (antes...)**

**Está situado a unos 3.650 metros de altitud en
el Departamento de Potosí, Altiplano de
Bolivia, sobre la Cordillera de los Andes.**





El Salar de Uyuni se estima que contiene 10.000 millones de toneladas de [sal](#), de las cuales 25.000 toneladas son extraídas cada año.

Además cuenta con 140 millones de toneladas de [litio](#).

Existen aproximadamente 11 capas de sal, con espesores que varían entre los dos y diez metros.

La costra que se encuentra en la superficie tiene un espesor de 10 metros.

La profundidad del salar es de 120 metros.

Formación depósitos salinos

Cuenca cerrada sin afluentes



Actividad volcánica



Fuente de contenidos salinos

Agua

Sales: KCl, NaCl
Litio y otros



Evaporación de agua

Salar - lago superficial en cuyos sedimentos dominan las sales (cloruros, sulfatos, nitratos, boratos, etc).



Salmuera – Agua saturada o casi saturada con sales

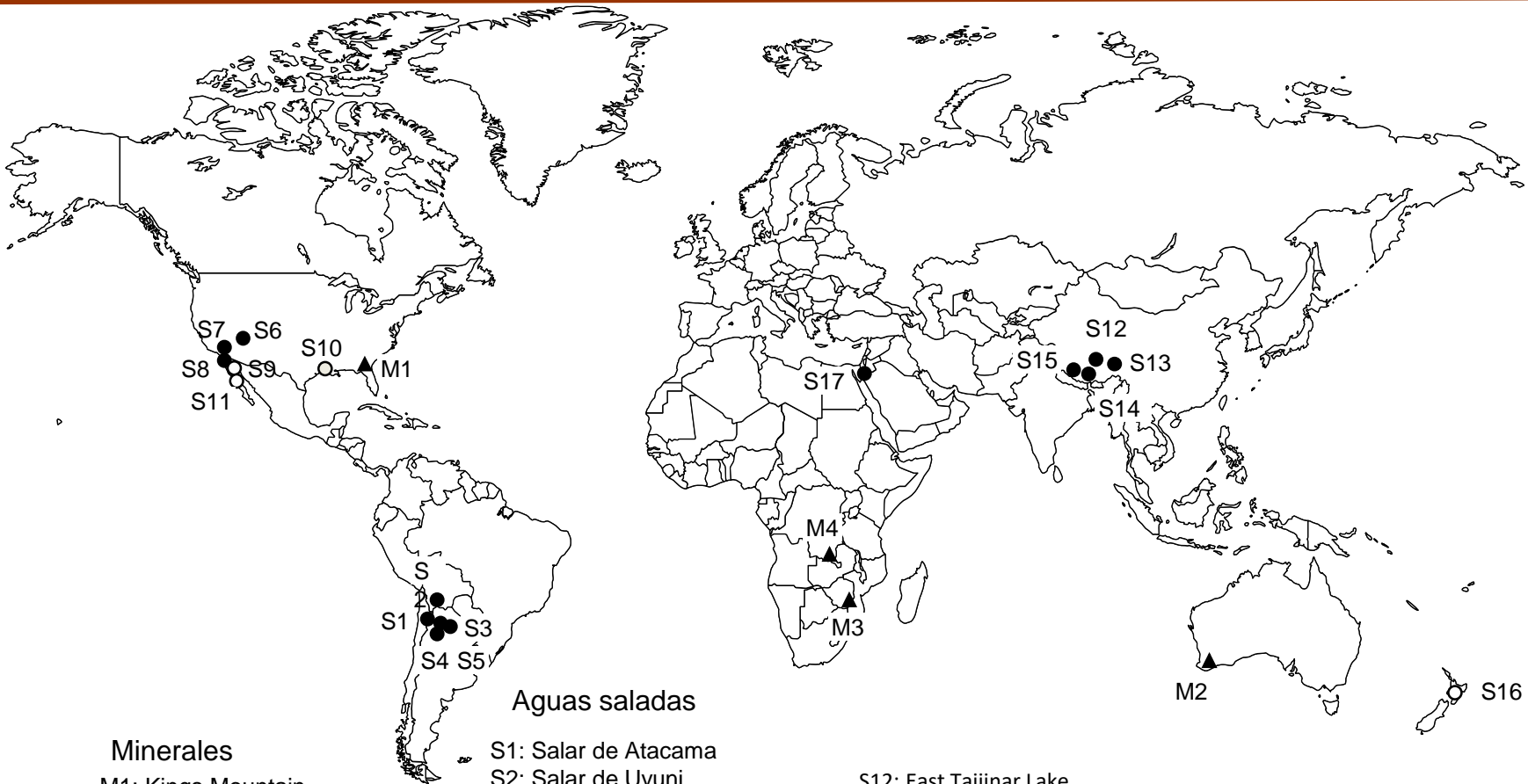
Depósito salino



Los principales productores son Estados Unidos, Chile y China, produciéndolo y realizando su comercialización fundamentalmente como carbonato de litio.

En diversos informes sobre la comercialización de compuestos de litio, nunca aparece la producción de Bolivia (*Alexander, 1990*).

Reservas mundiales de litio en salares



Aguas saladas

Minerales

- M1: Kings Mountain
- M2: Greenbushes
- M3: Bikita
- M4: Manono

- S1: Salar de Atacama
- S2: Salar de Uyuni
- S3: Salar del Rincon
- S4: Salar de Hombre Muerto
- S5: Salar del Olaroz
- S6: Gran Lago Saladoe
- S7: Silver Peakan
- S8: Searles Lake
- S9: Salton Sea
- S10: Smackover Oilfield Brine
- S11: Mexicali Geothermal Brine

- S12: East Taijinar Lake
- S13: Da Qaidam Lake
- S14: Zhabuye Lake
- S15: Dongxiun Cuo Lake
- S16: Wairakei Geothermal Brine
- S17: Mar Muerto

- : Agua salada del salar
- : Agua salada del campo petrolífero
- : Agua geotérmica



MESA REDONDA SAN ALBERTO MAGNO

***NO SÓLO en las BATERIAS:
ANTES YA ESTABA el LITIO en las ENCIMERAS de COCINA y en los
TELESCOPIOS: Inicios I+D+i en APLICACIONES DE LITIO en
MATERIALES VITREOS Y CERAMICOS en ESPAÑA***

JESÚS MA. RINCÓN



Pasillo Universidad de Pardubice, R.Checa (*foto original Rincón*)

JESÚS M^a. RINCÓN

Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid y actualmente científico honorífico de la UMH-Elche. Ha sido durante 52 años científico del CSIC y desde el 2000, Profesor de Investigación por concurso oposición. Ha dedicado toda su vida profesional a la investigación científica y técnica en el campo de los Materiales Cerámicos y Vítreos. Ha sido pionero en España de la investigación en materiales Vitrocerámicos, así como en la aplicación de las técnicas de Microscopía Electrónica y Microanálisis en la investigación de este tipo de materiales en nuestro país. Ha tenido una continua colaboración con las empresas del sector, fundamentalmente con el “clúster cerámico” de Castellón. Internacionalmente está reconocido por sus publicaciones en revistas científicas de prestigio y colaboraciones en proyectos internacionales, así como de la Unión Europea. Actualmente tiene un índice H= 32 con 185 artículos científicos indexados del SCI Ocupa el puesto 8º en el ranking de 17 científicos españoles en su área de investigación. Ha sido Presidente de la Asociación Española de Científicos entre 2012-2017 y fue Secretario General de la Soc. Española de Cerámica y Vidrio (período 1988-92), así como editor científico del Boletín BSECV actualmente revista del SCI editada por Elsevier. Recibió la Insignia de Oro y Brillantes del Colegio de Químicos y ANQUE de Madrid en el 2015 y fue nombrado Socio de Honor de la SECV desde 1992.

rinconjma@gmail.com

Sistema del motor:
Ce, La, Li, Nb, Pd, Pt, Rh,
Sm, Ta, Y, Ga

Interior y salpicadero:
Dy, Pd, Gd, Ga, In, Pr

Infoentretenimiento:
Dy, Er, In, La, Li, Nd, Pd, Pt, Ta

Cinturones y airbags:
In, Nb, Pt, Rh

Climatizador:
Dy, Eu, Ga, Nd, Pr, Yb

Asientos:
Dy, Ga, La, Nd,
Nb, Pr, Sm



Estructura de la carrocería:
Nb

Electrónica de carrocería, salvaguardas y seguridad:
Dy, Nd, Pr, In, Li, Pt, Ta

Iluminación exterior:
Ce, Eu, Gd, Ga, In, Y

Fuente de alimentación de alto voltaje:
Dy, In, Li, Nd, Pd, Pt, Sm, Ta

Transmisión, dirección y frenos:
Ce, Dy, La, Nd, Eu, Li, Tb, Y, Gd, Rh, Sm

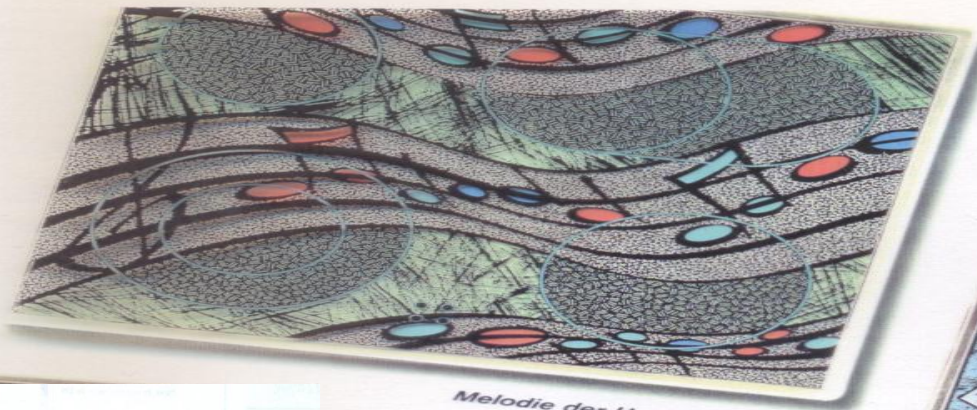


CORNING GLASS WORKS, USA



Transparent glass-ceramic cookware (VISION®)

VAJILLAS VITROCERAMICAS y ENCIMERAS DE COCINA en USOS DOMESTICOS



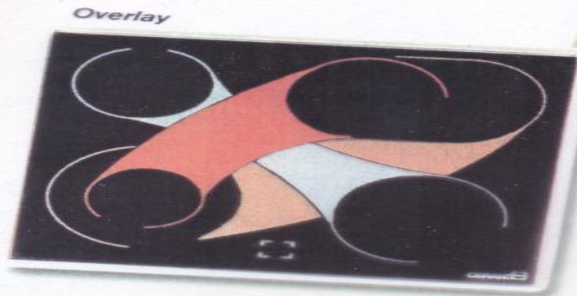
Melodie der Herzen



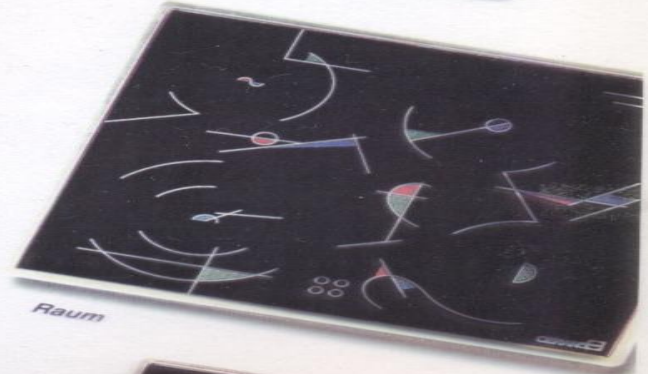
Saturn



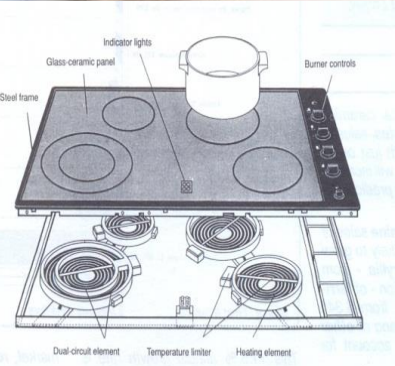
Step by step



Overlay



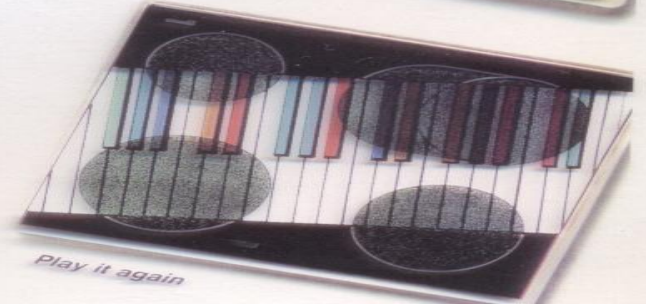
Raum



When I was Roy



Swirl



Play it again

ENCIMERAS DE COCINA DE PYROFLAM®

MATERIALES VITROCERAMICOS- VITROCRISTALINOS



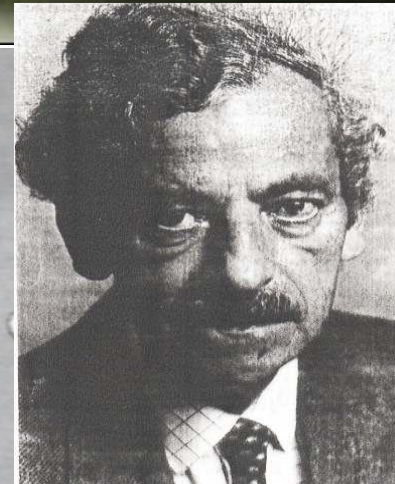
1ª patente **vidrios** fotosensibles en **1948** ...

abrió la puerta al proceso VC

→654,740. Photosensitive glasses.

CORNING GLASS WORKS. Oct. 1, **1948**,

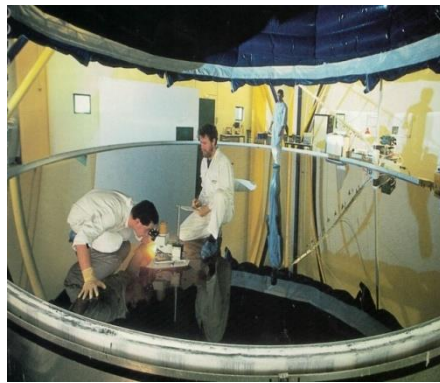
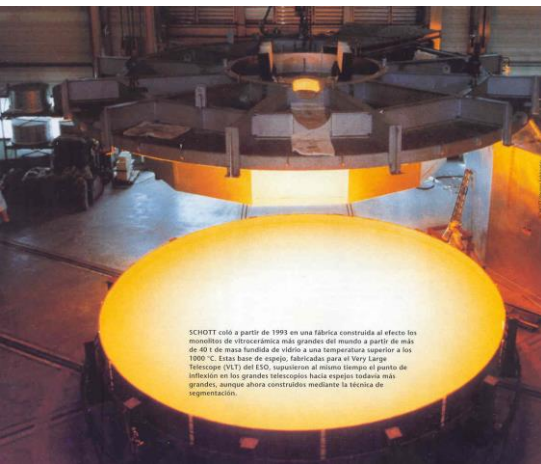
1ª patente en **1957** por **STOOKEY**
de la Corning, USA, sobre VCs
fotosensibles.



Prof. P. W. Mc Millan, libro: Glass-Ceramics,1974

Los 1os VCs que llegaron a España fueron traídos por el

Prof. Antonio García- Verduch in the 1958, desde la Univ. Alfred [García Guinea, 2019].



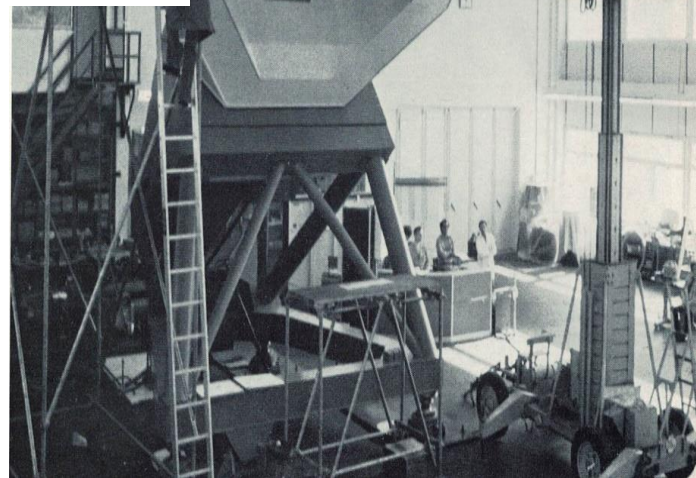
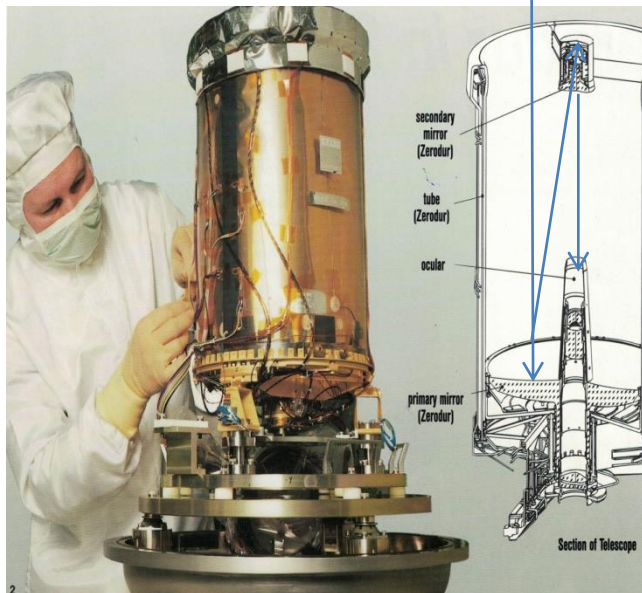
Vidrio **ZERODUR** de SCHOTT
 de Beta- Cuarzo solución sólida
 Beta –ESPODUMENA

(silicato de aluminio y litio)

**VIDRIO
 VITROCERAMICO de
 ZERODUR de SCHOTT**

40 toneladas

3 años enfriamiento



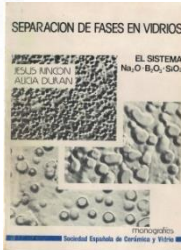
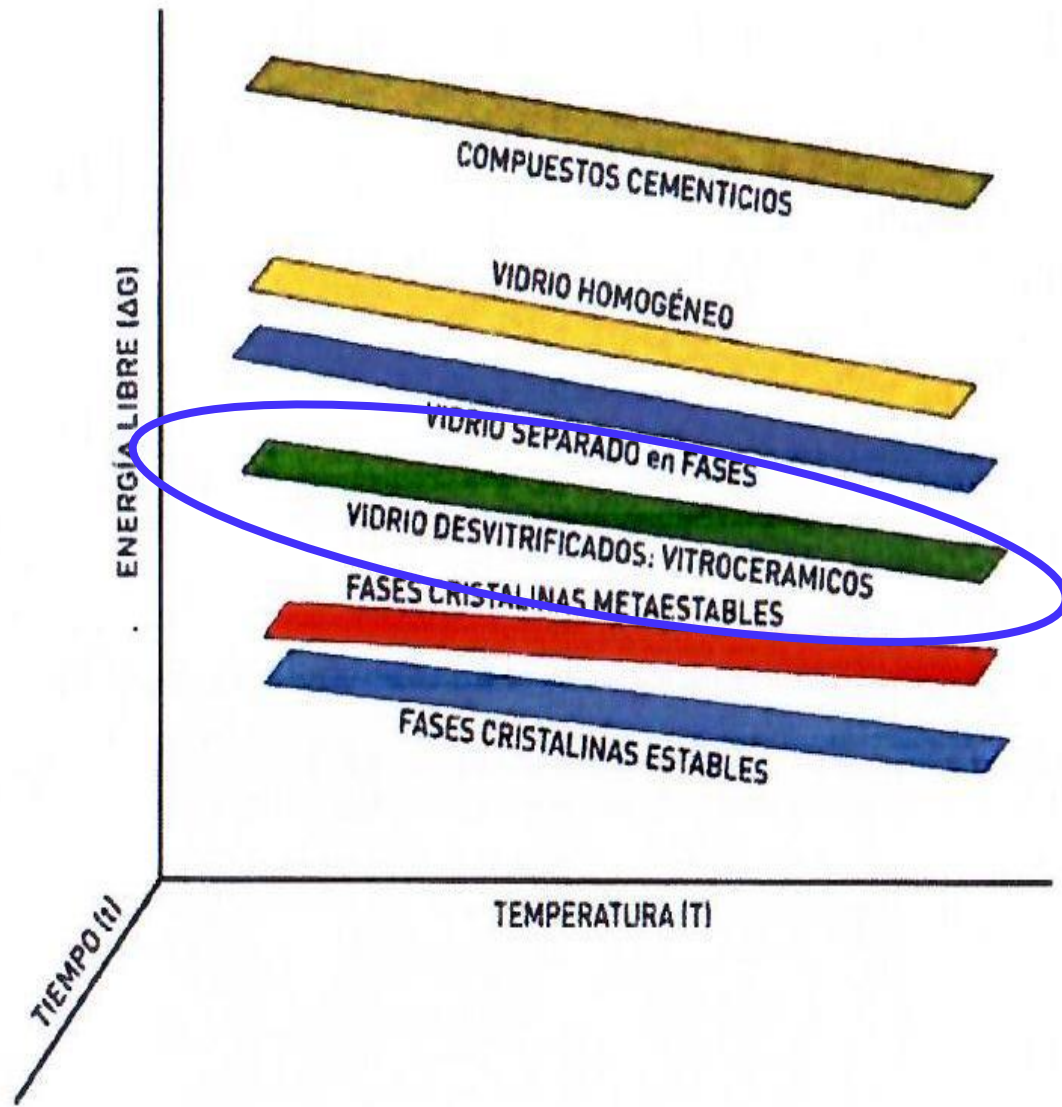
ESPEJOS DE TELESCOPIOS hechos de VIDRIO- VITROCERAMICO (de SCHOTT Information)



Beta- cuarzo s. s.
de ESPODUMENA

$\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$





ESTABILIDAD TERMODINAMICA RELATIVA DE DIVERSOS COMPUESTOS

(Modificado de Jaime Alamo, Univ. Valencia en el libro editado por RINCON en *GLASSES AND GLASS-CERAMICS FOR NUCLEAR WASTE MANAGEMENT*, CIEMAT y SECV, Madrid, 1987)

| Registro, nombre comercial, y/o compañía | FASES CRISTALINAS | PROPIEDADES | APLICACIONES |
|--|--|---|--------------------------------------|
| Código 8603* | $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 + \text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ | Propiedades fotoquímicas | Para impresión de textos y circuitos |
| General Electric | $\text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ | Soldadura metal-cerámica, | Tubos rayos X, equipos laboratorio |
| Liechtenstein | $\text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ | Imitación marfil, resistente erosión y saliva | Piezas dentales |
| Código 9608* | β -Spodumena s. s | Baja expansión, durabilidad química | Utensilios de cocina |
| Código 9615* | β -Spodumena s. s. | Fácil limpieza | Encimeras cocina |
| Código 9455* (Cercor®) | β -Spodumena s. s. + mullita | Baja expansión, estabilidad térmica constante dieléctrica | Cambiadores de calor |
| Neoceram® Norumi Seito | β -Spodumena s. s. | Expansión térmica baja y estabilidad química | Vajillas cocina |
| Fuji HEATRON | β -Cuarzo s. s. | Estabilidad térmica | Tubos calefactores |
| C101** | β -Cuarzo-Spodumena s. s. | Traslúcida y baja expansión | Espejos de telescopios |
| C106** | β -Spodumena s. s. | Expansión térmica baja, translúcidos | Ventanas de hornos y chimeneas |
| C126** | β -Cuarzo s. s. | Opaco, baja expansión térmica | Tubos, válvulas |
| Nucerite® Pfaudler | Silicatos alcalinos | Resistencia impacto y a la abrasión | Recubrimientos, aparatos calefacción |
| Código 9696* | Cordierita ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) | Resistente choque térmico y transparente microondas | Cabezas de misil |
| Código 0303* | Nefelina ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) + celsiana ($\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) | Resistencia química | Recubrimiento y fachadas |
| Japan Electric Company- Neoparis® | Wollastonita ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) + anortita ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) | Imitación piedra natural | Edificación y obra pública |
| Macor® | Mica flogopita | Resistencia eléctrica | Aisladores, alta tensión |

*: Corning Glass Works; ** Owen- Illinois *** Pfaudler, PPG

MODIFICADORES – INTERMEDIOS- FORMADORES de RED LA VITREA



ANQUE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE QUÍMICOS DE ESPAÑA

LA QUÍMICA ES VIDA Y PROGRESO

UTILÍZALA COMO ES DEBIDO

I CONCURSO DE PROYECTOS DE QUÍMICA CON EXCELENCIA



ilent Technologies

www.agilent.com/chem



CONSEJO GENERAL DE COLEGIOS DE QUÍMICOS DE ESPAÑA

SISTEMA PERIÓDICO DE LOS ELEMENTOS

| GRUPO | 1 | 2 | ELEMENTOS DE TRANSICIÓN | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|-------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|----|----|----|----|--------------------------------|
| 1 | 1,00794 H HIDRÓGENO | | | | | | | | | | | | | | | | | 4,002602 He HELIO |
| 2 | 6,941 Li LITIO | 9,012182 Be BERILIO | | | | | | | | | | | | | | | | 20,1797 Ne NEÓN |
| 3 | 22,989770 Na SODIO | 24,3050 Mg MAGNESIO | | | | | | | | | | | | | | | | 39,948 Ar ARGÓN |
| 4 | 39,0983 K POTASIO | 40,078 Ca CALCIO | | | | | | | | | | | | | | | | 79,904 Kr KRIPTÓN |
| 5 | 85,4678 Rb RUBIDIO | 87,62 Sr ESTRONCIO | | | | | | | | | | | | | | | | 131,29 Xe XENÓN |
| 6 | 132,90545 Cs CESIO | 137,07 Ba BARIO | | | | | | | | | | | | | | | | 222,0176 Rn RADÓN |
| 7 | 223,0197 Fr FRANCIO | 226,0254 Ra RADIO | | | | | | | | | | | | | | | | |

Estado en condiciones normales.

- Ca sólido
- lg líquido
- g gaseoso
- lul aún no aislado

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 6 | Lantánidos | 58 140,116 Ce CERIO | 59 140,90765 Pr PRASEODIMIO | 60 144,24 Nd NEODIMIO | 61 144,9127 Pm PROMETIO | 62 150,36 Sm SAMARIO | 63 151,964 Eu EUROPIO | 64 157,25 Gd GADOLINIO | 65 158,92534 Tb TERBIO | 66 162,50 Dy DISPROSIO | 67 164,93032 Ho HOLMIO | 68 167,26 Er ERBIO | 69 168,93421 Tm TULIO | 70 173,04 Yb ITERBIO | 71 174,967 Lu LUTECIO |
| 7 | Actínidos | 90 232,0381 Th TORIO | 91 231,03888 Pa PROTACTINIO | 92 238,02891 U URANIO | 93 237,0482 Np NEPTUNIO | 94 244,0642 Pu PLUTONIO | 95 243,0614 Am AMERICIO | 96 247,0703 Cm CURIO | 97 247,0703 Bk BERQUELIO | 98 251,0776 Cf CALIFORNIO | 99 252,0830 Es EINSTEINIO | 100 257,0951 Fm FERMIIO | 101 258,0984 Md MENDELÉVIO | 102 259,1011 No NOBELIO | 103 262,110 Lr LAURENCIO |

Las masas atómicas son las adoptadas por la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) en 1995.

VICENTE ALEIXANDRE FERRANDIS,
JOSE GARCIA VICENTE
Y
JOSE M.ª FERNANDEZ NAVARRO

Efectos de la sustitución del óxido de plomo
por óxido de litio en vidriados cerámicos

1964



Artículo publicado en el «Boletín de la Sociedad Española
de Cerámica». Volumen 3, número 3.

INDUSTRIAS GRÁFICAS ESPAÑA, S. L.
MADRID-1964

1972

RINCON

1970

LITHIUM CORPORATION OF AMERICA

ELLESTAD RESEARCH LABORATORIES

LIBRARY

Annotated Bibliography of Literature on Lithium

July 24, 1970

Estudio de la devitrificación
de vidrios del sistema
 $P_2O_5-Al_2O_3-Li_2O^*$

G. FERNANDEZ ARROYO
Instituto de Cerámica y Vidrio
Argenta del Rey (Madrid), y
M. FRODHOUME
Laboratoire des Verres
C. N. R. S. (Paris)

RESUMEN
Se ha hecho un estudio de la devitrificación de ocho vidrios del sistema $P_2O_5-Al_2O_3-Li_2O$ empleando las técnicas de microscopía de platina caliente, análisis térmico diferencial y rayos X, y se han trazado las curvas de devitrificación de dos de ellos, interpretando los resultados en relación con la composición de cada uno de los vidrios.

SUMMARY
A study has been made of the devitrification of eight glasses of the composition $P_2O_5-Al_2O_3-Li_2O$ using for this purpose a high temperature microscope, the D. T. A. and X-rays. The devitrification curves for two of the glasses have been plotted, and the general results have been correlated with the detailed composition of each of the eight glasses.

RESUME
On a fait une étude de la devitrification de huit verres du système $P_2O_5-Al_2O_3-Li_2O$ en employant les techniques de microscopie de platine chauffante, l'analyse thermique différentielle et les rayons X, et les courbes de devitrification de deux d'entre eux se sont tracées, interprétant les résultats en relation avec la composition de chacun des verres.

ZUSAMMENFASSUNG
Es wurde die Entglasung von acht Gläsern des Systems $P_2O_5-Al_2O_3-Li_2O$ untersucht, wofür man die Techniken der Heißplatinmikroskopie, D. T. A. und Röntgenstrahlen angewandt hatte und es wurden die Entglasungskurven von zwei davon aufgezeichnet, wodurch die Ergebnisse hinsichtlich der Zusammensetzung einer jeder der Glasarten auswertet wurden.

1. INTRODUCCION

En otros trabajos, ya publicados (1, 2, 3), se ha estudiado este mismo sistema, teniendo como base el isomorfismo estructural entre el SiO_2 y el PO_4 . Si en la estructura de la cristbalita, se reemplazan la mitad de los tetraedros SiO_4 por tetraedros AlO_4 , y en lugar de equilibrar las cargas por iones Na^+ adicionales reemplazamos la otra mitad de los Si^{IV} por iones Li^+ , tenemos una equivalencia de cargas entre $SiSiO_4$ y $AlPO_4$. Esta sustitución explica el isomorfismo de las dos sustancias aparentemente sin relación, el SiO_2 y el ortofosfato de aluminio PO_4Al (4).

Se ha juzgado de interés el estudio de tales vidrios por dos razones. Una, porque al efecto químicamente estabilizador del Al_2O_3 , se suma el que en el mismo sentido ejerce el Li_2O por el bajo radio iónico de este catión en relación con los demás elementos alcalinos. La segunda razón viene determinada por la posibilidad de obtención de productos vitrocrystalinos, cuya devitrificación cabe pensar que venga favorecida, lo mismo que en los sistemas de silicoaluminato, por la elevada intensidad de campo del catión Li^+ .

(*) Este trabajo ha sido realizado en el "Laboratoire des Verres" del C. N. R. S. en Paris.

Las composiciones correspondientes a los vidrios que han sido sometidos a los distintos tratamientos térmicos con el fin de conseguir su devitrificación, son los que se indican en la tabla I.

TABLA I
Composiciones estudiadas

| Muestra n.º | Composición | | | Moles % | | |
|-------------|-------------|-----------|---------|----------|-----------|---------|
| | P_2O_5 | Al_2O_3 | Li_2O | P_2O_5 | Al_2O_3 | Li_2O |
| 2 | 10 | 3 | 3 | 62,5 | 18,75 | 18,75 |
| 3 | 9 | 2 | 3 | 64,3 | 14,3 | 21,4 |
| 4 | 10 | 2 | 4 | 62,5 | 12,5 | 25 |
| 5 | 10 | 1 | 5 | 62,5 | 6,25 | 31,25 |
| 7 | 9 | 3 | 4 | 56,25 | 18,75 | 25 |
| 8 | 9 | 2 | 5 | 56,25 | 12,5 | 31,25 |
| 10 | 8 | 3 | 5 | 50 | 18,75 | 31,25 |
| 11 | 8 | 2 | 6 | 50 | 12,5 | 37,5 |

2. MICROSCOPIO DE PLATINA CALIENTE

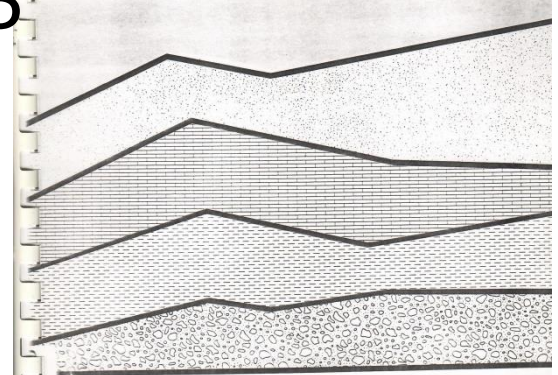
En realidad el estado vítreo no pueda ser visto como contrario del estado cristalino, sino que re-

1975

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

MONOGRAFIAS DE SUSTANCIAS MINERALES

LITIO



COLECCION - INFORME

Mis contactos experimentales con el LITIO a lo largo de más de 50 años (1970- 2023)

1º) VITROCERAMICOS de ENCIMERAS CALEFACTORAS de cocina y laboratorios

2º) VIDRIOS y VITROCERAMICOS del sistema binario $\text{Li}_2\text{O-SiO}_2$

3º) VIDRIOS y Vcs del ternario $\text{Li}_2\text{O-CdO-SiO}_2$

4º) VITROCERAMICOS de AMBLIGONITA : a) con moscovita-
b) con lepidolita y
c) con vermiculita

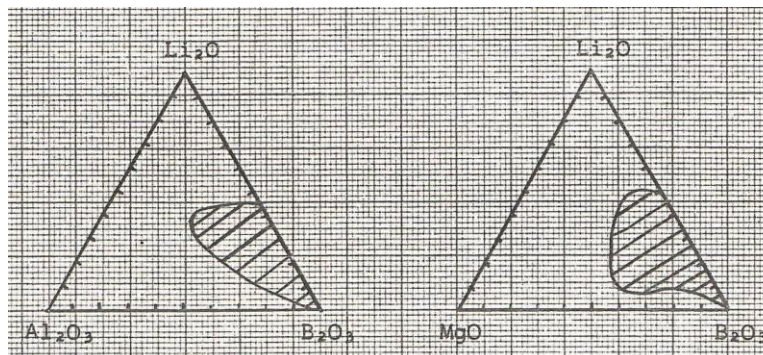
5º) VIDRIOS y VITROCERAMICOS a partir de RESIDUOS

Las Cerámicas y VITROCERAMICAS del Litio se manufacturan por reacciones a elevadas temperaturas (como en los procesos geoquímicos)

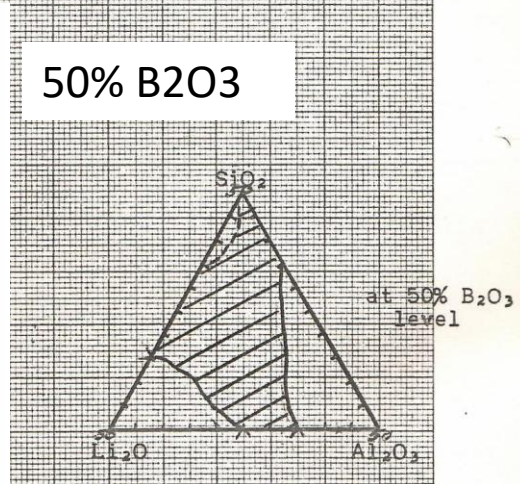
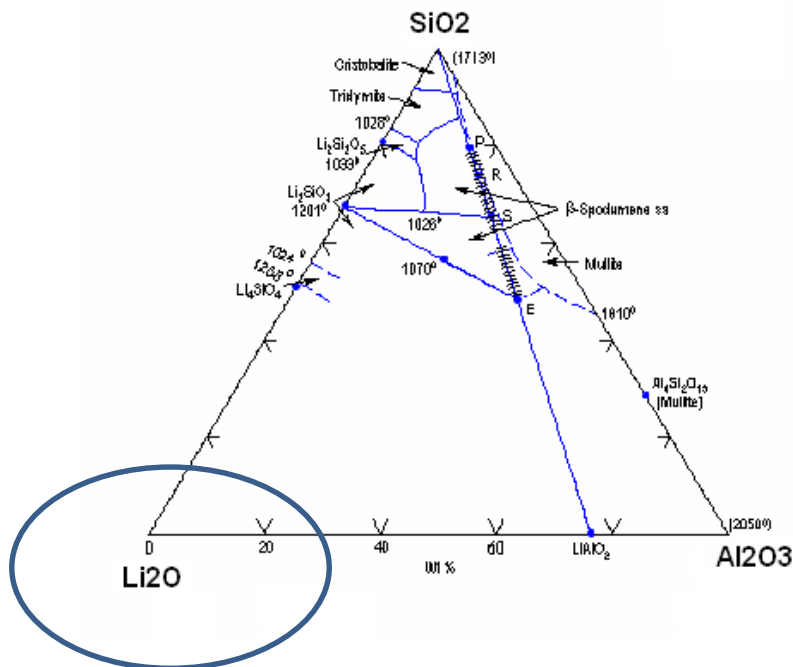
0,5% < Li₂O < 15%

40% < SiO₂ < 75%

5% < Al₂O₃ < 30%



50% B₂O₃



Li₂O-Al₂O₃-SiO₂. (P) Li₂O·Al₂O₃·8SiO₂, petalite, (R) Li₂O·Al₂O₃·6SiO₂, "lithium orthoclase," (S) Li₂O·Al₂O₃·4SiO₂, spodumene, and (E) Li₂O·Al₂O₃·2SiO₂, eucryptite.

R. Roy and E. F. Osborn, 1950, J. Am. Chem. Soc., 71 [6] 2086-2095

Las **PRIMERAS INVESTIGACIONES** en VCs en ESPAÑA fueron realizadas por RINCON en el ICV-CSIC en 1970 a partir del eutéctico cordierita – espodumena del sistema $\text{Li}_2\text{O-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ nucleadas con TiO_2

COMPOSICION BASICA DEL PYROFLAM
PARA ENCIMERAS DE COCINAS



Foto original de Rincón JMa, 2000



TEM-Philips del Instº Torres-Quevedo



Elmiskop Siemens- 51 (1973) HACE 50 AÑOS puesto a punto en el ICV-CSIC

https://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=Zs-UFmq6qrQ

Video en YOU TUBE sobre microscopias electronicas aplicadas a la investigacion de materiales ceramicos y vidrios

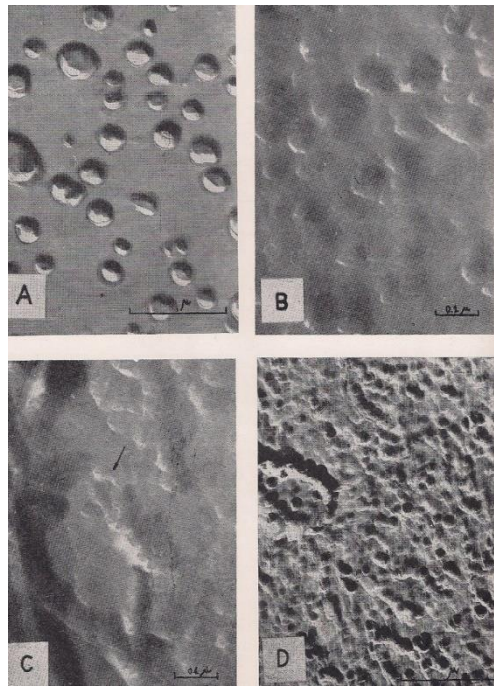


Jesús Ma. Rincón
quimico + microscopista electrónico



FUSION Y COLADO del PRIMER vidrio de SILICATO de LITIO CALCICO- MAGNESICO (tipo Pyroceram) en 1970 en el ICV-CSIC

Las **PRIMERAS INVESTIGACIONES** en VCs en ESPAÑA- CSIC-ICV fueron realizadas por RINCON en Vcs del sistema $\text{Li}_2\text{O-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$



COMPOSICION del punto eutéctico del sistema:
CORDIERITA-
ESPODUMENA

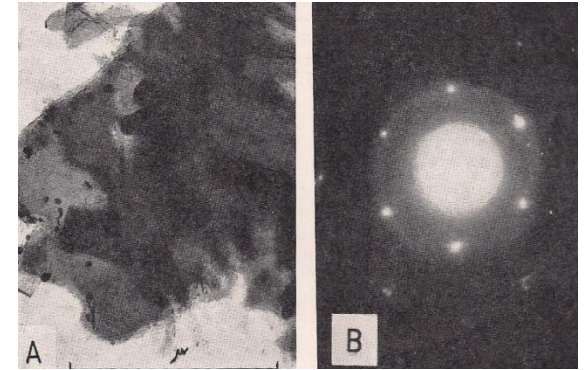
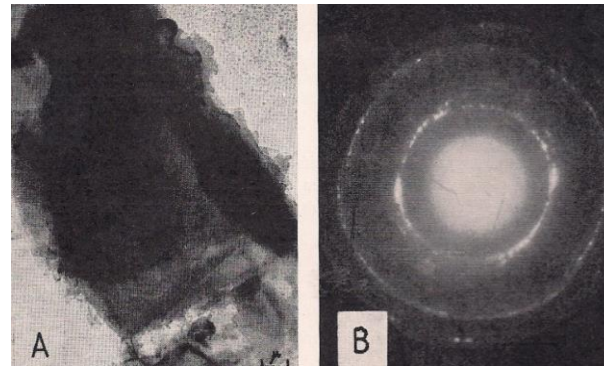
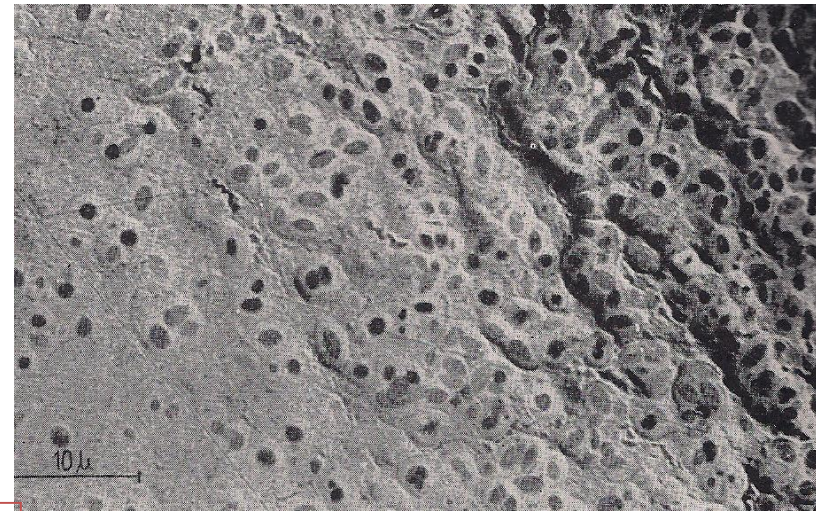
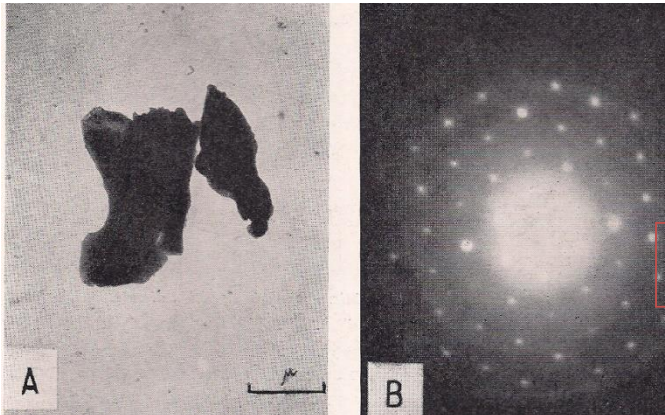


Imagen de ME de Fotoemision de VC conteniendo 12wt% TiO_2

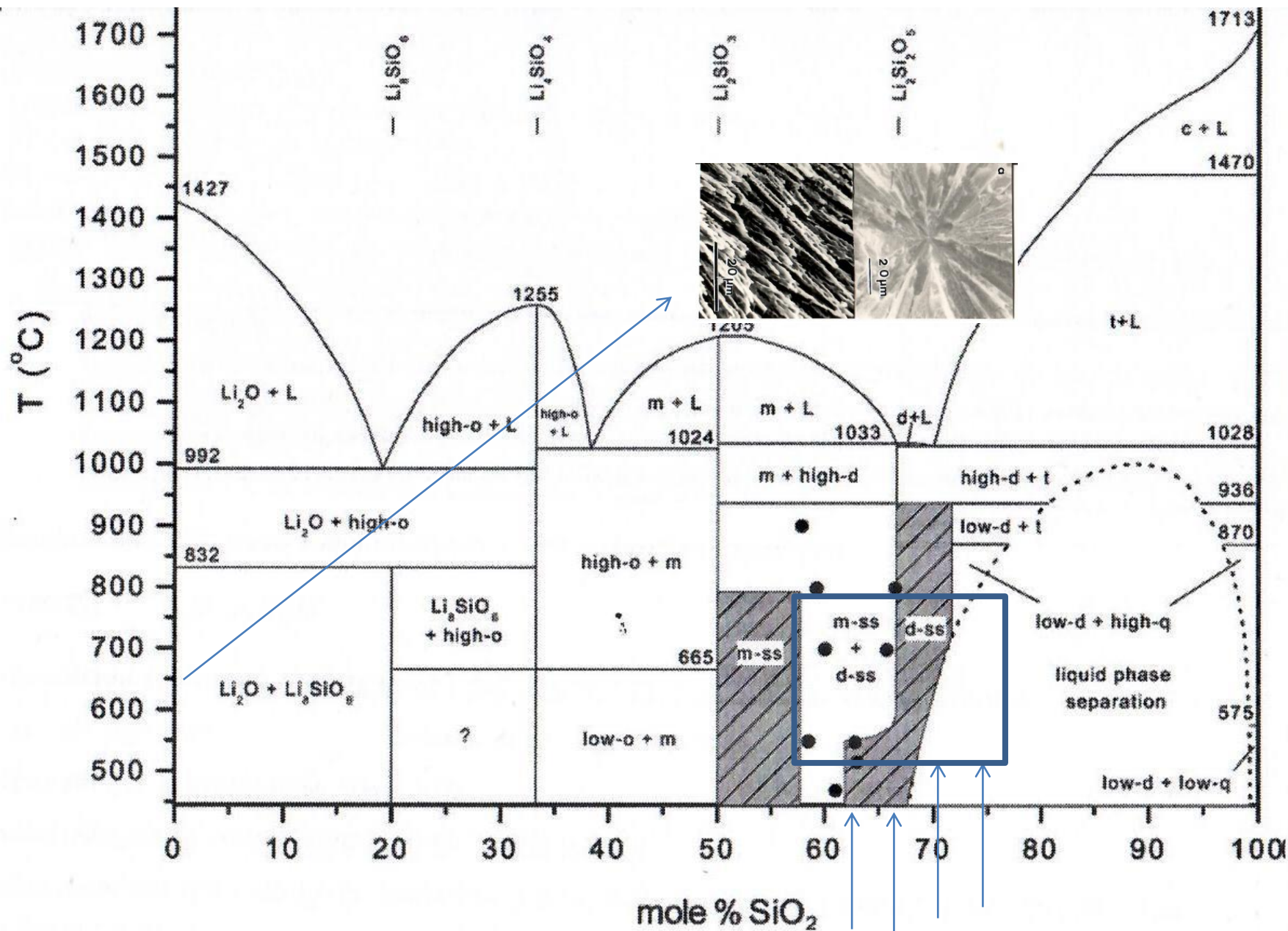


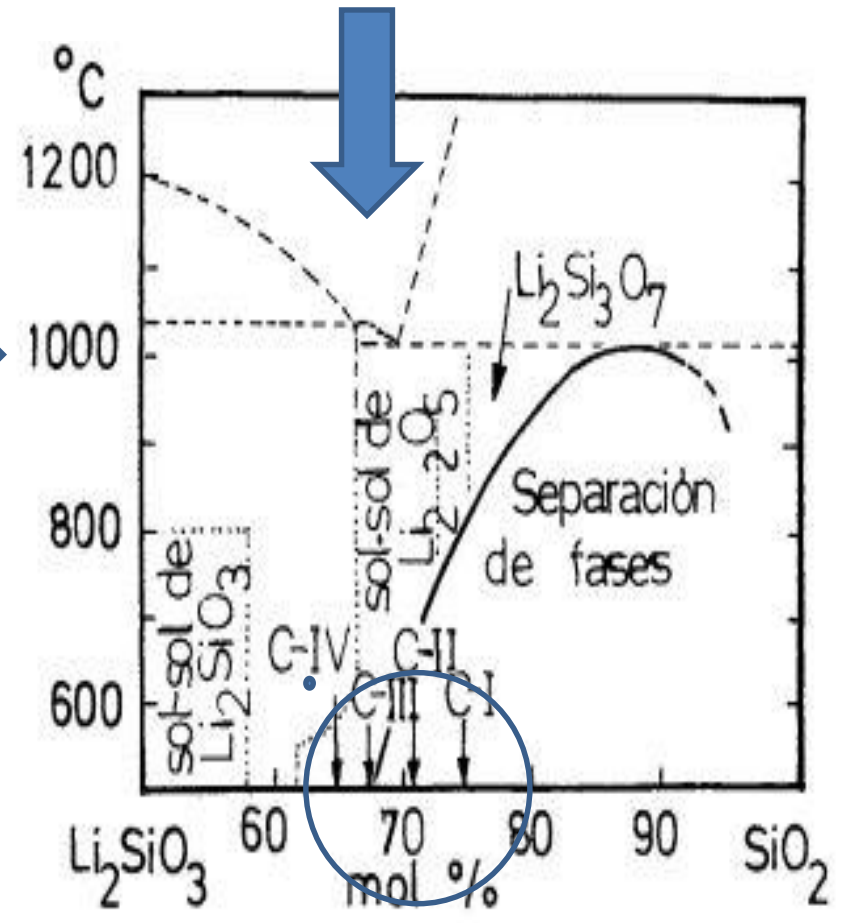
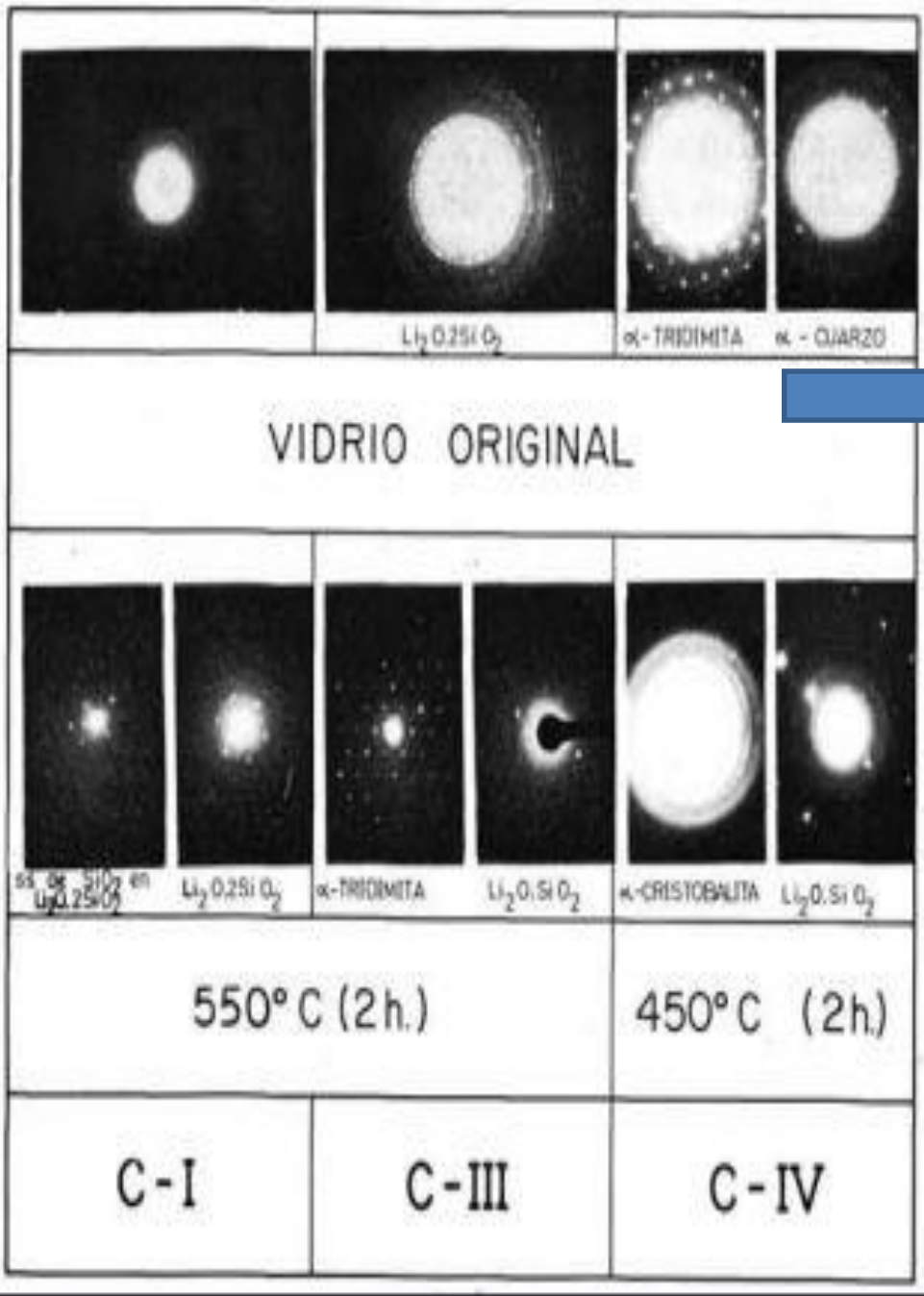
Double triafol- carbon replicas



1971, BSECV

*Aleixandre, González, Rincón,
Bol.Soc.Esp.Ceram.Vidr., 10 (1971) 3, 141-165*





Qué ocurre en el TTT de estos vidrios en las etapas previas a la cristalización ?

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

Vidrios de SILICATOS DE LITIO con adiciones de oxidos nucleantes V2O5, Cr2O3 y MnO2

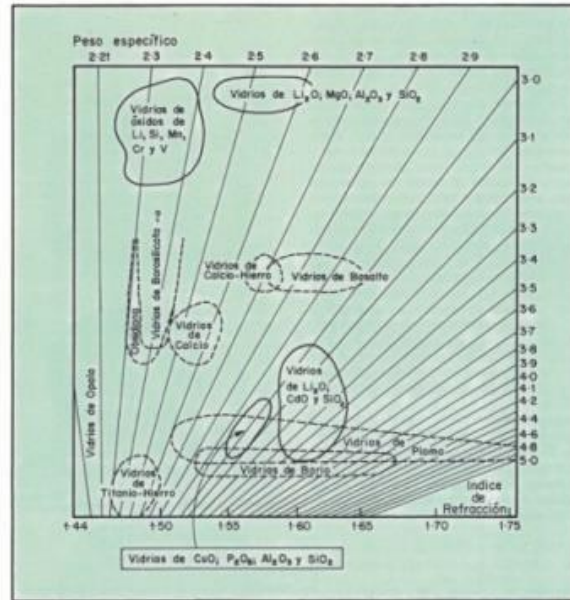
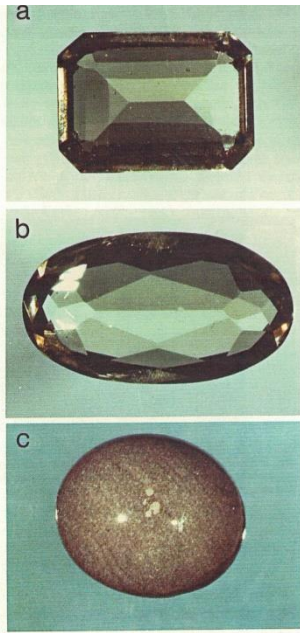


Figura 11. Diagrama de correlación de Bunsen-Webster entre el índice de refracción y el peso específico con la situación en el mismo de los vidrios y materiales vitrocerámicos aquí investigados como gemas artificiales.

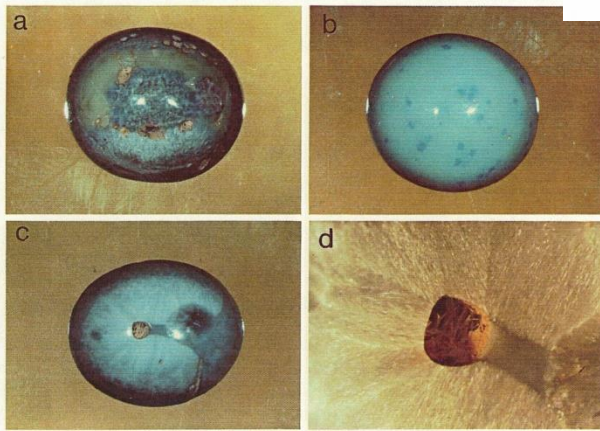


Figura 6. Materiales vitrocerámicos tallados en cabujón ovalado obtenidos a partir de vidrios de $Li_2O-CdO-SiO_2$ con V_2O_5 añadido como agente nucleante de la cristalización: a) tratamiento térmico a $500.^\circ C$ durante 24 horas, b) tratamiento de $650.^\circ C$ durante 2 horas, c) tratamiento de $700.^\circ C$ 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). Dña. C. Químicas.

Resumen

En 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 lithium-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.

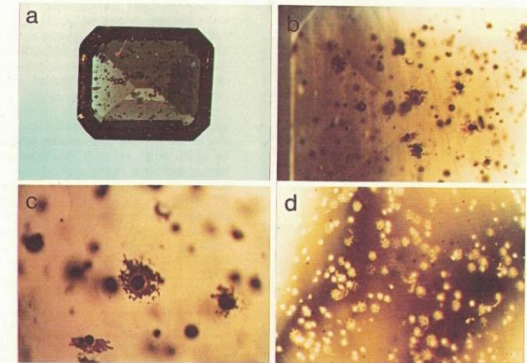


Figura 1. a) Aspecto del material vitrocerámico de $Li_2O-SiO_2-CdO/650/2$ tallado en esmeralda b, c y d. Diversas áreas observadas por microscopía óptica de reflexión mostrando cristalizaciones nucleadas en burbujas (b y c) y ejemplares de burbujas (d).

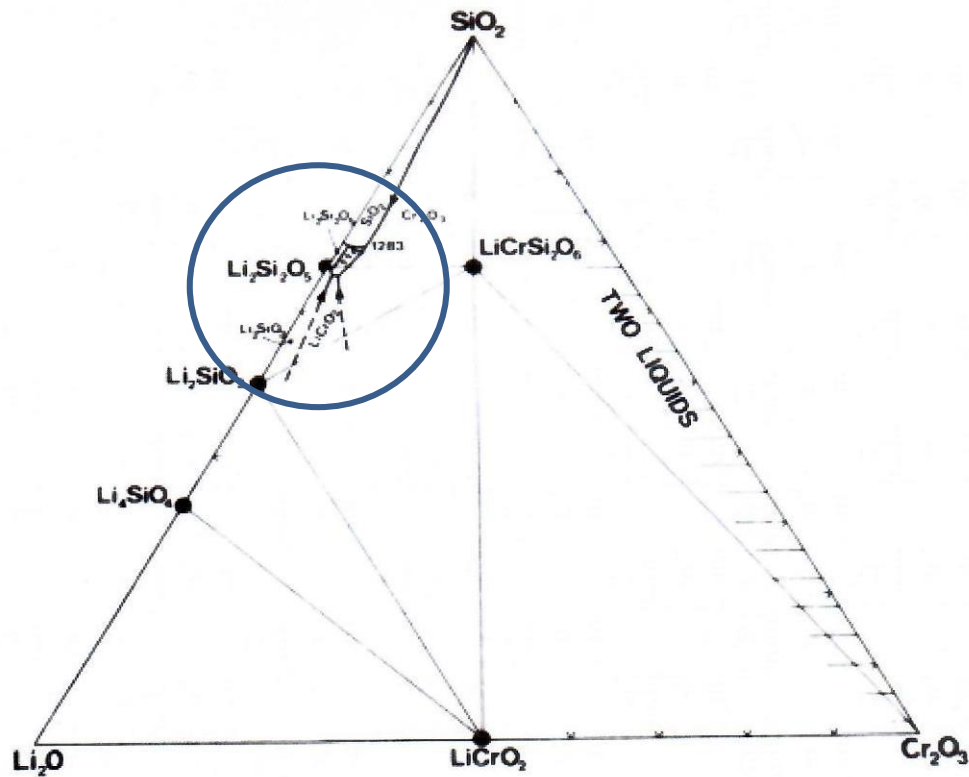


Figura 54. Fases cristalinas obtenidas a partir del vidrio original de $26\text{Li}_2\text{O} \cdot 0.74\text{SiO}_2$ (mol %)
 D = $\text{Li}_2\text{O} \cdot 0.2\text{SiO}_2$, T = tridimita, C = cristobalita (Izquierdo y West, 1980)

Tabla 50. Fases cristalinas obtenidas a partir del vidrio original de $26\text{Li}_2\text{O} \cdot 0.74\text{SiO}_2$ (% mol).
 D = $\text{Li}_2\text{O} \cdot 0.2\text{SiO}_2$, T = tridimita, C = cristobalita

| | 05 | 1 | 3 | 6 | 10 |
|----------|------------------------|--------------------|--------------------|---|------------------------------------|
| original | - | - | - | $\text{Li}_2\text{CrO}_4 + \text{T} + \text{C}$ | $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{T}$ |
| 450 | - | - | $\text{D} \ll \ll$ | $\text{Li}_2\text{CrO}_4 + \text{T} + \text{C}$ | $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{T}$ |
| 550 | - | - | $\text{D} <$ | D | D |
| 650 | $\text{D} \gg \gg \gg$ | $\text{D} \gg \gg$ | $\text{D} >$ | D | D |

Li₂O-SiO₂ + Cr₂O₃

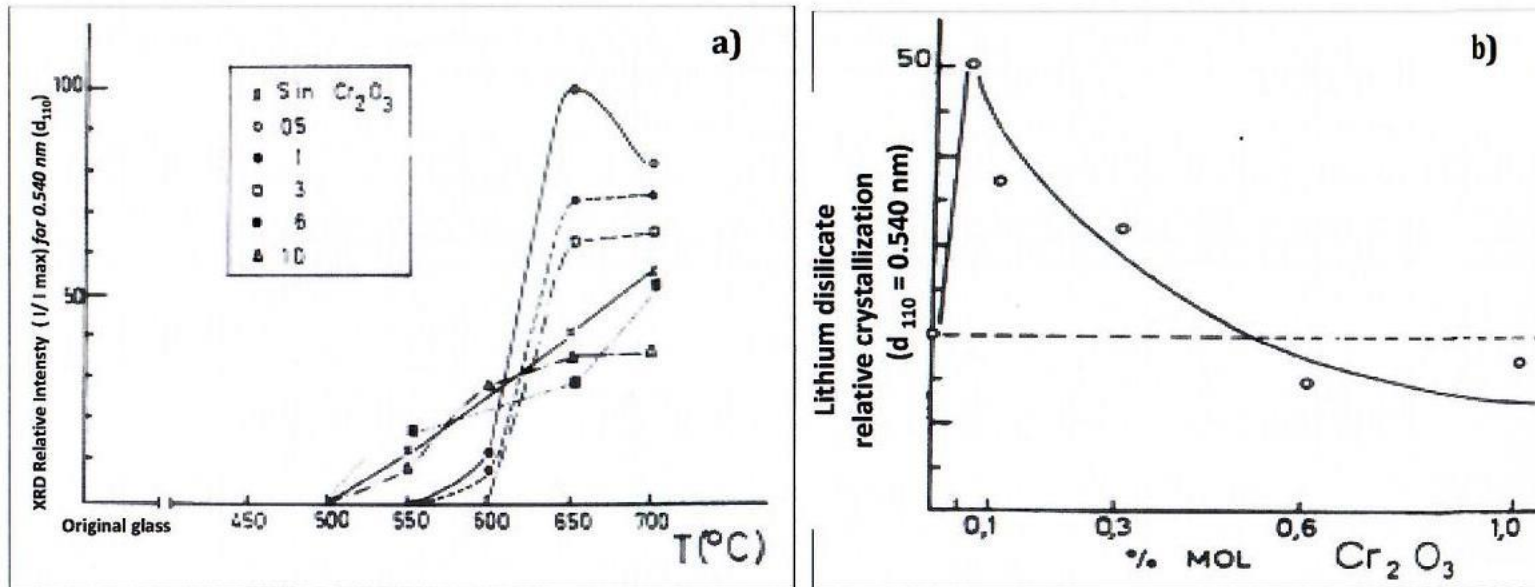
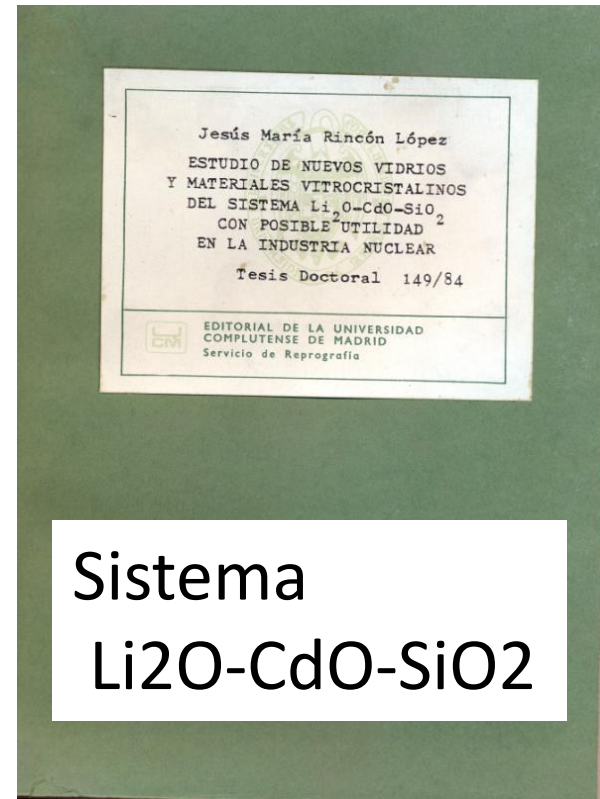
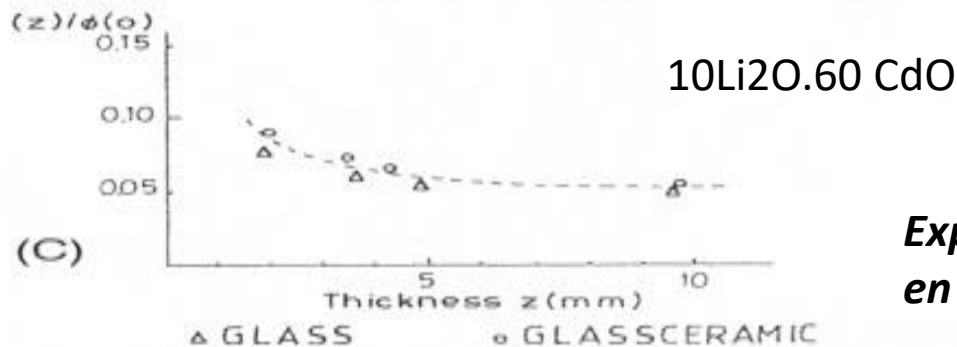
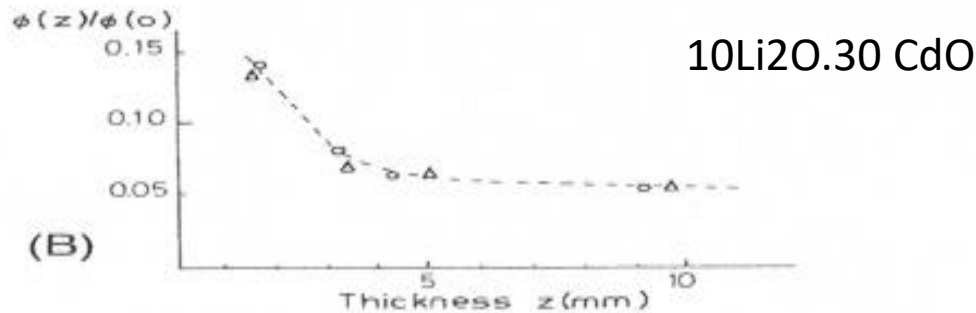
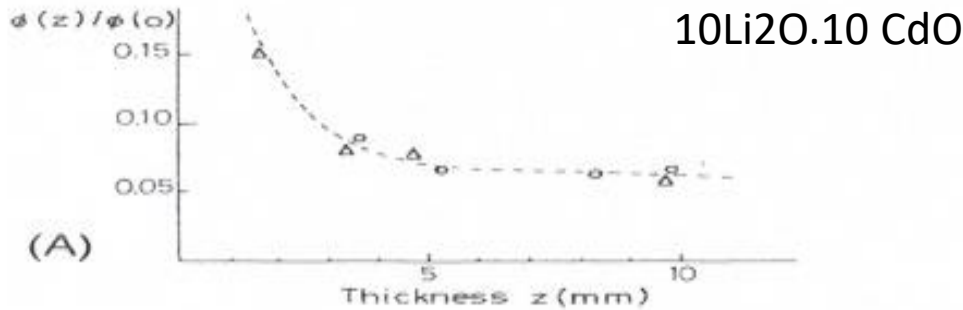


Figura 55. a) Velocidades relativas de cristalización del disilicato de litio, b) máximo del crecimiento cristalino (vidrio $26Li_2O \cdot 74SiO_2$ con 0,05 al 1,00% mol de Cr_2O_3)

↑ 15Li₂O.85SiO₂ (% peso)

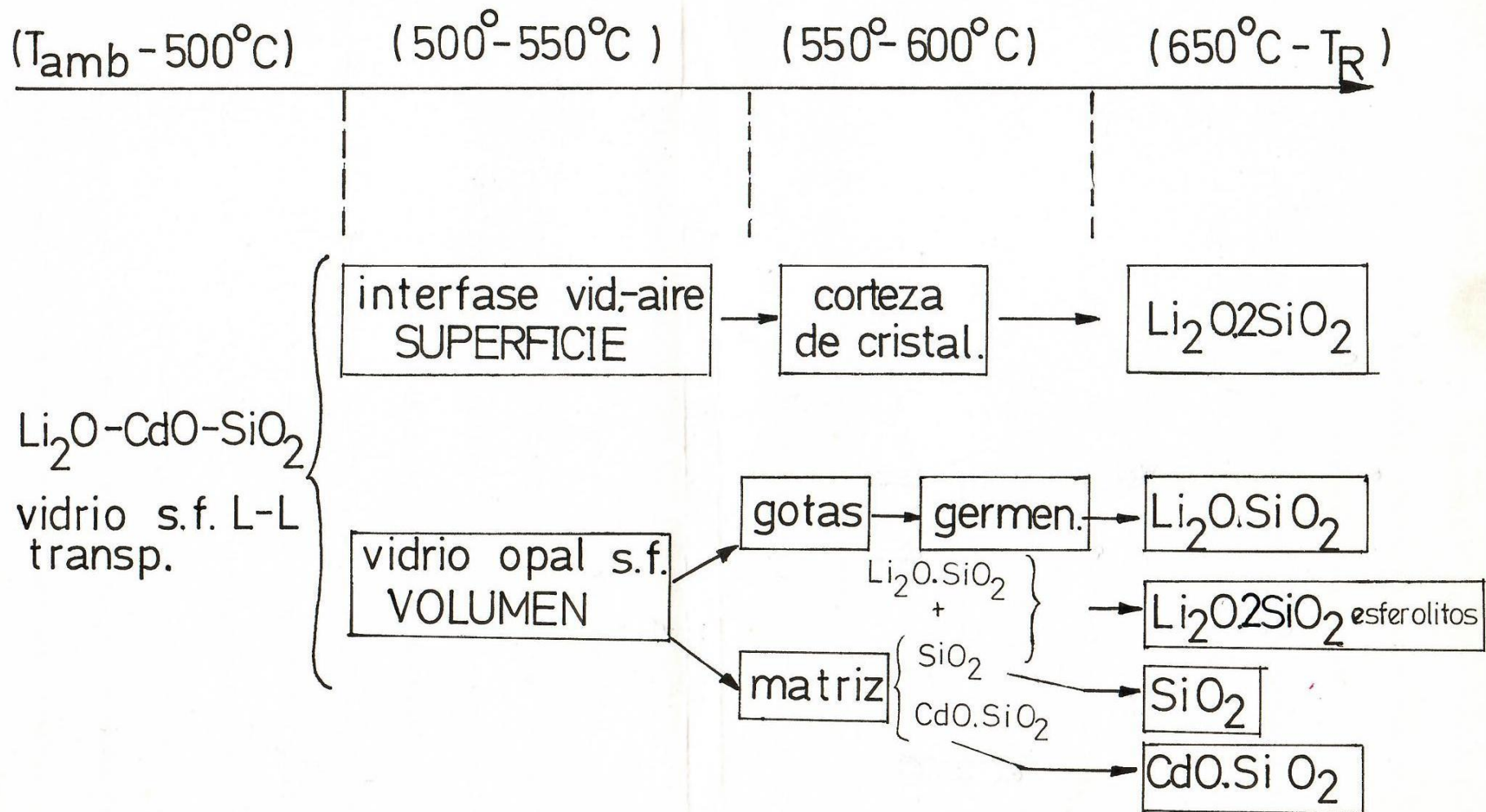
1982---VIDRIOS y VCs totalmente originales ABSORBENTES DE NEUTRONES TERMICOS



Experimento de flujo neutronico realizado en el Reactor JEN-1, Madrid 1977

PATENTES : «Procedimiento de fabricación de materiales vitrocrystalinos absorbentes de neutrones lentos para la industria nuclear» y «Procedimiento de fabricación de vidrios absorbentes de neutrones lentos para la industria nuclear», J. M^a González, J. Ma. Rincón, 1977 (concesión: 13/05/1977, libro 1443, folio 116 y folio 117), España N^o 443.366 y 443.367. ARTICULOS en Amer.Cer.Soc.Bull., 66 (1987), 1120- 1128.

EVOLUCION TERMICA DE VIDRIOS DE SILICATO DE CADMIO y LITIO



INFORME FINAL DEL PROYECTO

PROGRAMA N.º 82176

TITULO:

TRATAMIENTO DE VIDRIOS DE INTERES INDUSTRIAL ORIENTADOS AL MEJORAMIENTO DE SUS PROPIEDADES.

PROYECTO N.º 82176-03

TITULO:

APLICACION DE MATERIAS PRIMAS DE LITIO Y MICACEAS A LA OBTENCION DE NUEVOS MATERIALES VITROCERAMICOS.

OBJETIVO SOCIOECONOMICO: 2 DISCIPLINA UNESCO: 3312

INVESTIGADOR PRINCIPAL: RINCON LOPEZ, JESUS MARIA
CENTRO: INSTITUTO DE CERAMICA Y VIDRIO

NUMERO DE INVESTIGADORES: 4 EJC: 2.05

PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO (3 AÑOS) 3.480.000 PTA.

Fecha: 30 setiembre 1985



V.º B.º

ENRIQUE TRILLAS
Presidente del CSIC

V.º B.º

El Director del Instituto

El Investigador Principal

Firmas de los integrantes del proyecto que participaron en la contestación de este cuestionario:

Jesús M. Rincón

Fdo: Jesús-Ma. Rincón
Investigador responsable
Colaborador Científico

F. J. Valle Fuentes

Fdo: F.J. Valle Fuentes
Investigador Científico

Ma. F. Barba

Fdo: Ma.F. Barba Martín-Sonseca
Colaborador científico

P. Callejas Gómez

Fdo: P. Callejas Gómez
Becario del ICI





- Callejas y Rincón (1988) de manera pionera desarrollaron ya hace más de dos décadas nuevos materiales vitro-cerámicos basados en composiciones conteniendo litio y que dan lugar a
- irisaciones o efectos aventurita en su superficie, proponiendo su aplicación en la producción de plaquetas de revestimiento en la edificación.

MATERIAS PRIMAS NATURALES CONTENIENDO LITIO (*Fdez-Navarro, 2013*)

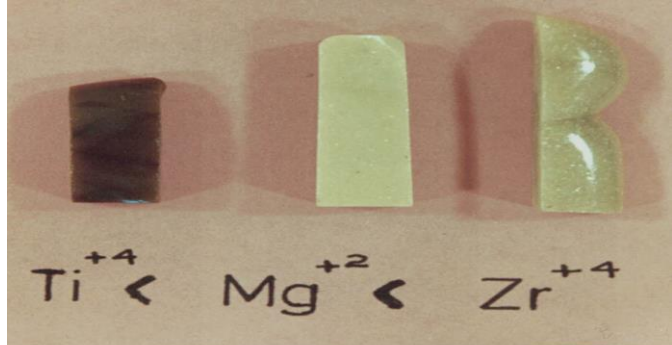
| Materia prima | Fórmula | % peso teórico | Naturaleza | Densidad (g/cm ³) | T fusión (°C) | | | |
|--------------------|---|----------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|--------------------------------|-------------|---------|
| | | | | | | % peso | Amblygonita | Apatito |
| Carbonato de litio | Li ₂ CO ₃ | 40,4 | Salmueras | 2,11 | 618 | P ₂ O ₅ | 46,8 | 40,5 |
| Amblygonita | 2LiF.Al ₂ O ₃ .P ₂ O ₅ | 10,10 | Pegmatitas y menas Sn,W | 3,04-3,11 | | SiO ₂ | 0,3 | 0,9 |
| Esposdumena | Li ₂ O.Al ₂ O ₃ .4SiO ₂ | 8,10 | En pegmatitas | 2,60 | 1421 | Al ₂ O ₃ | 34,4 | 0,3 |
| Lepidolita | LiF.KF.Al ₂ O ₃ .3SiO ₂ | 6,43 | Micas rosa, lila, en pegmatitas | 2,85 | | Fe ₂ O ₃ | 0,3 | 0,2 |
| Petalita | Li ₂ O.Al ₂ O ₃ .8SiO ₂ | 5,71 | Pegmatitas litiníferas | 2,4-2,5 | 1350 | CaO | - | 54,0 |
| Eucryptita | Li ₂ O.Al ₂ O ₃ .2SiO ₂ | 11,90 | Esposdumena alterada | 2,67 | 1410 | MgO | 0,4 | 0,1 |
| | | | | | | Na ₂ O | 1,6 | - |
| | | | | | | K ₂ O | 0,3 | - |
| | | | | | | Li ₂ O | 8,5 | - |
| | | | | | | F ₂ | 2,7 | 2,3 |

CARBONATOS, FOSFATOS y SILICATOS...

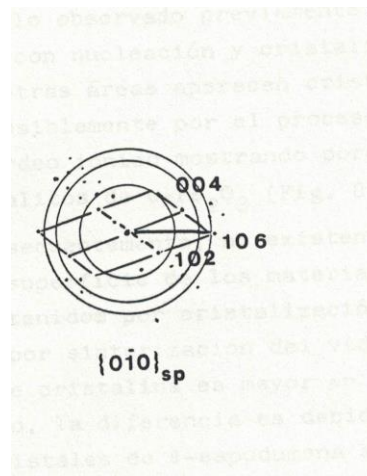
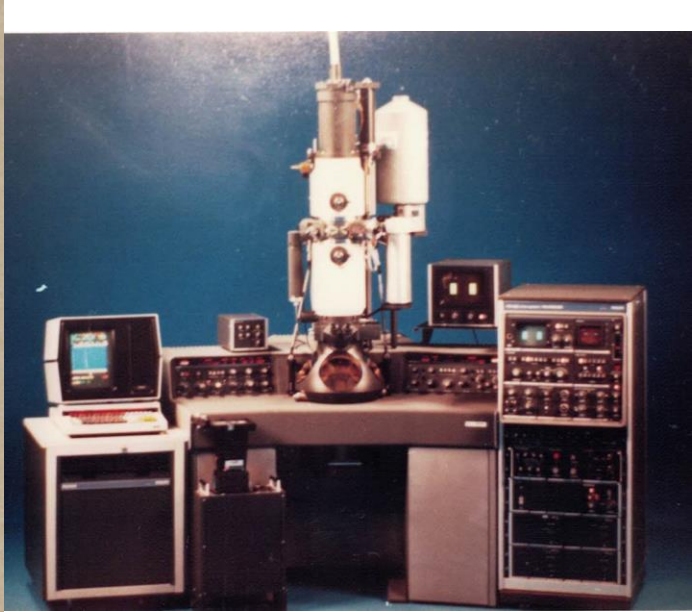
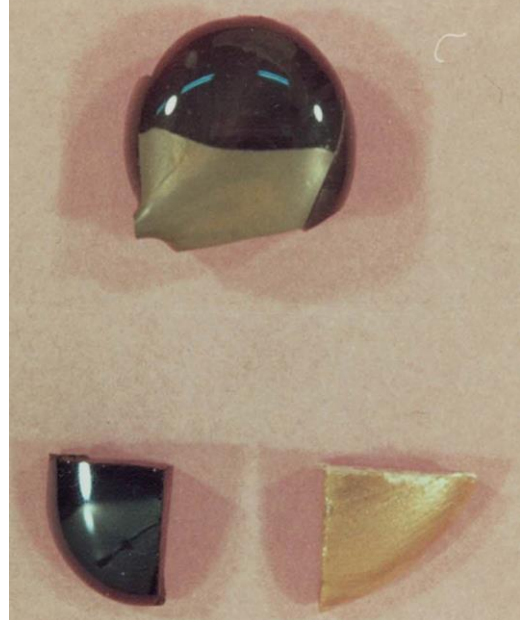
(Cloruros y otros compuestos , no incluidos en esta tabla

Rincón y Callejas, 1980-2000

| Materia prima | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | B ₂ O ₃ | P ₂ O ₅ | Li ₂ O | Na ₂ O | K ₂ O | MgO | CaO | F ⁻ |
|------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------|--------|----------------|
| Caolín | 47,3 | 8,0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Feldespató | 68,2 | 18,0 | - | - | - | 0,1 | 0,1 | - | 0,2 | - |
| Nefelina | 60,4 | 23,6 | - | - | - | 4,6 | 4,6 | 0,1 | 0,7 | - |
| Aplita | 64,4 | 20,9 | - | - | - | 2,7 | 2,7 | - | 5,3 | - |
| Talco | 50,0 | 7,5 | - | - | - | - | - | 33,9 | 0,4 | - |
| Giorbertita | 1,5 | - | - | - | - | - | - | 48,0 | 1,0 | - |
| Petalita | 76,2 | 17,2 | - | - | 4,5 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| Espodumena | 63,4 | 26,2 | - | - | 7,4 | 1,0 | 0,7 | 0,2 | 0,5 | - |
| Lepidolita | 51,7 | 27,5 | - | - | 3,9 | 0,9 | 7,4 | - | - | 7,2 |
| Fluorita | 5,2 | 0,6 | - | - | - | - | - | - | 66,1 | 44,5 |
| Apatito | 0,9 | 0,3 | - | 40,5 | - | - | - | 0,1 | 54,0 | 2,3 |
| Ambligonita | 13,7 | 32,3 | - | 40,4 | 7,3 | - | - | - | - | 2,5 |
| Colemanita | 5,0 | 0,5 | 44,0 | - | - | 0,1 | 0,1 | 1,9 | 25,7 | - |
| Rasorita | 5,5 | 0,7 | 45,5 | - | - | - | - | 1,0 | 1,0 | - |
| Cenizas volantes | 34-50 | 9-31 | - | - | - | 1,4-4,8 | - | 0,5-4,3 | 1-17,3 | - |



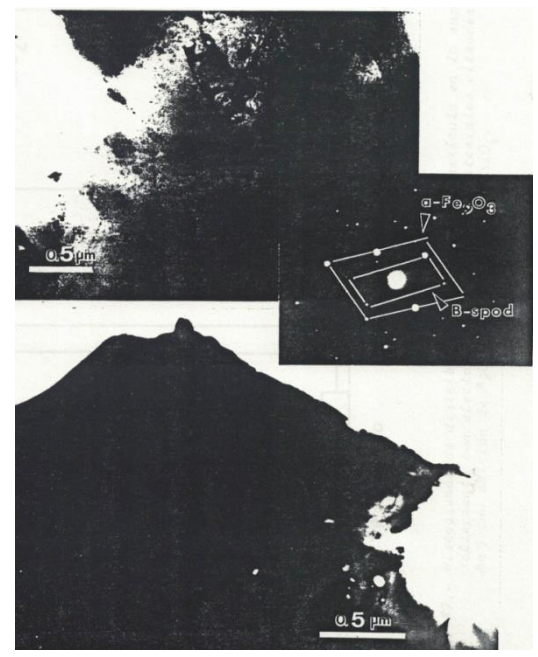
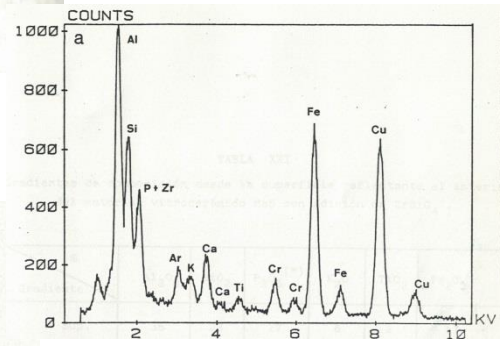
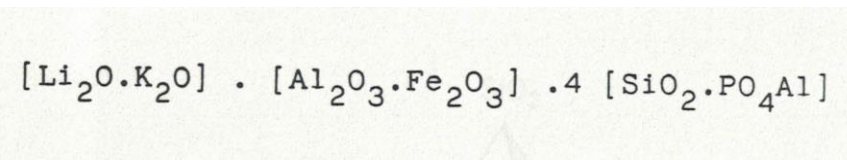
Ti⁺⁴ < Mg⁺² < Zr⁺⁴



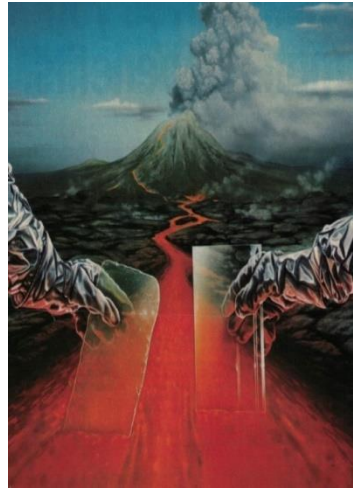
| d_{hkl} (Å) | |
|-----------------|---|
| 6.93 | |
| 3.31 | β - espodumena |
| 3.18 | |
| 2.26 | |
| 1.43 | |
| anillos débiles | |
| 2.69 | |
| 1.65 | α - Fe ₂ O ₃ |
| 1.43 | |

NUEVOS VCs
aventurina a
partir de
moscovita+
amblygonita

Nueva β - Espodumena de fosfato



VIDRIOS Y VITROCERAMICOS PARA BARRERAS TERMICAS

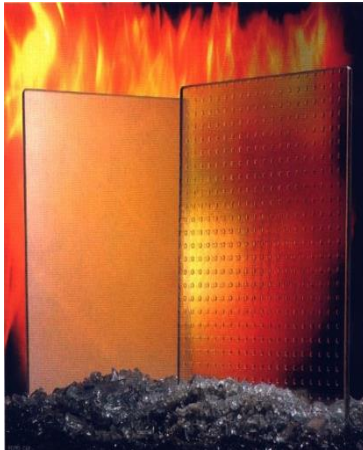


Resistencia al choque térmico
(Hasselmann)

$$\frac{\sigma (1 - \mu)}{\alpha E}$$

B_2O_3 y SiO_2
Formadores de red
↓ NaO_2, Li_2O Fundente
↑ Al_2O_3 Estabilizante

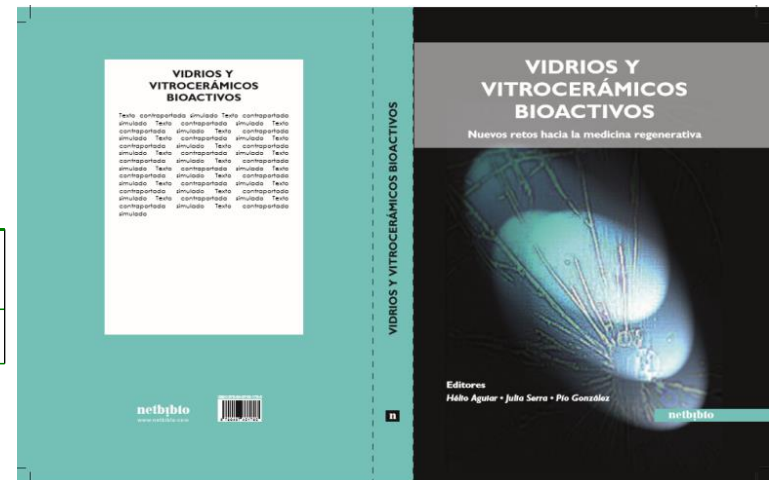
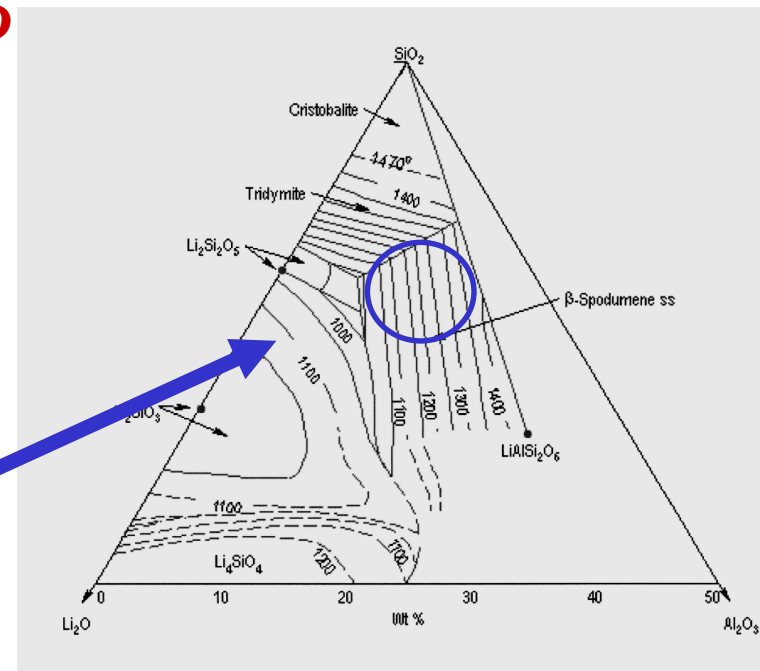
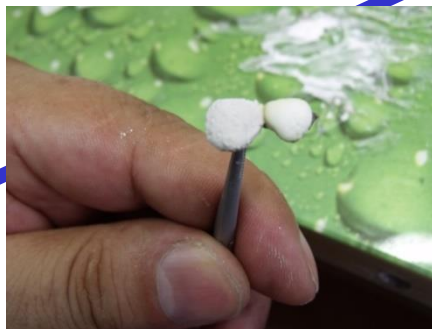
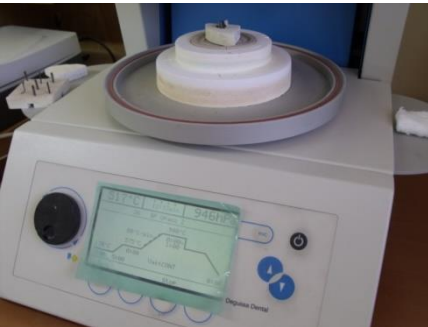
| Vidrio | $\alpha \cdot 10^6 [K^{-1}]$ | $\Delta T [^\circ C]$ |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Vidrio cristal al plomo | 9,5-10,5 | ≈ 58 |
| Vidrio de silicato sódico cálcico | 8,7-9,0 | ≈ 65 |
| Vidrio de borosilicato | 3,3 | ≈ 190 |
| Vidrio de sílice pura (SiO_2) | 0,5 | ≈ 1200 |
| Vitrocerámica de eucryptita | ≈ 0 | ≈ ∞ |



ó bien... de beta- espodumena (s.s. Beta-Cuarzo $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$)

MATERIAL VITROCERAMICO DE DISILICATO DE LITIO para IMPLANTES DENTALES:

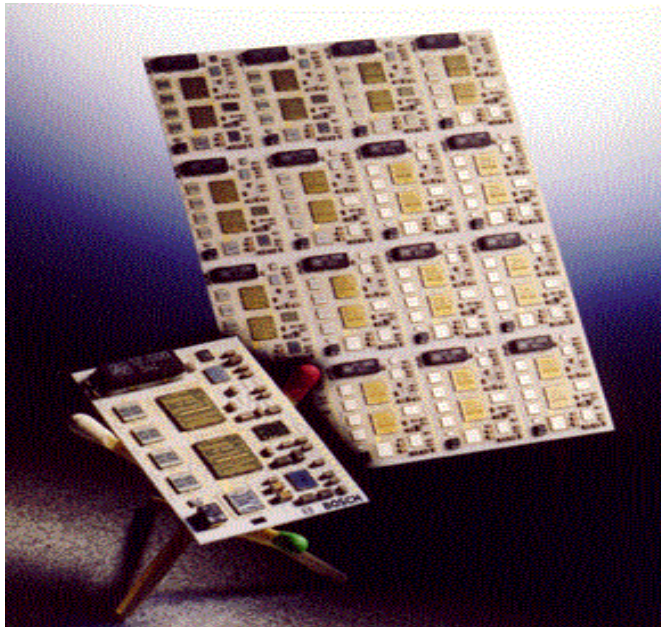
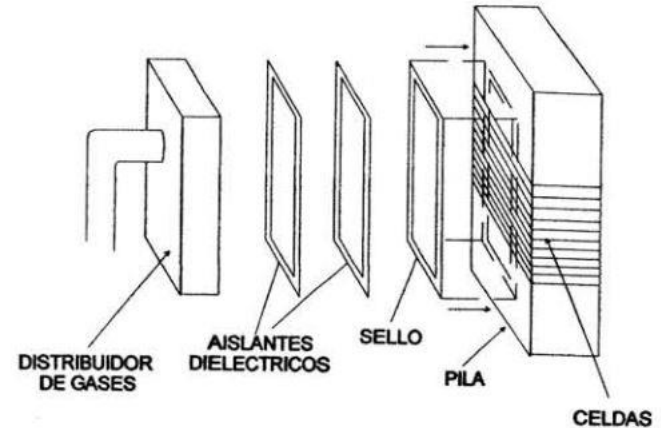
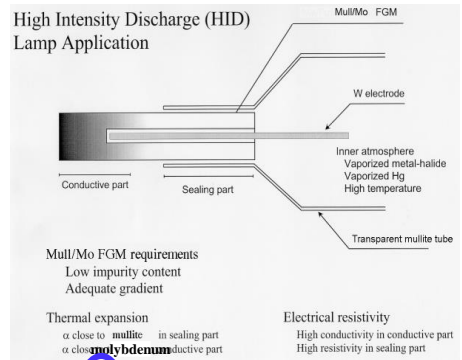
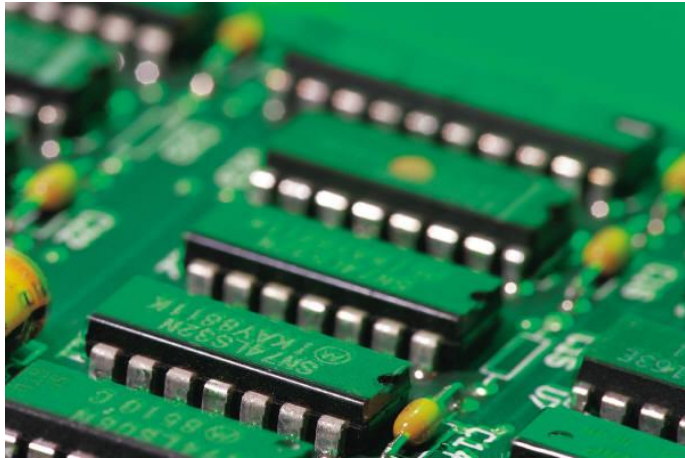
DISEÑO y EXPERIMENTACIÓN



| SiO ₂ | Li ₂ O | Al ₂ O ₃ | P ₂ O ₅ | B ₂ O ₅ | CaF ₂ | ZrO ₂ | La ₂ O ₅ | K ₂ O |
|------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|------------------|
| 70,0 | 16,0 | 3,0 | 3,0 | 1,0 | 1,0 | 2,5 | 0,5 | 2,0 |

P. Callejas y J. Ma. Rincón, Nuevos materiales vitrocerámicos del sistema Li₂O-SiO₂ para restauración dental, **Editores:** H.Aguiar, J. Serra y P. González, Oleiros, La Coruña, España, **2012**, ISBN: 978-84-9745-176-5, págs. 141-156

El Litio en Vidrios para unión Metal- Ccerámica

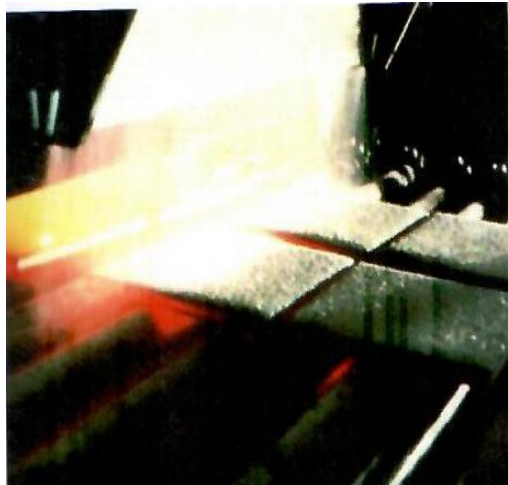


| VIDRI | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|------------------|-----|------|------|-------------------------------|--------------------------------|------------------|------|---|---------------------|-----------------------------------|
| Li ₂ O | Na ₂ O | K ₂ O | MgO | BaO | ZnO | B ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | PbO | Otros | T _g (°C) | $\alpha \cdot 10^6 \text{K}^{-1}$ |
| - | 5.1 | 5 | - | 10.1 | 5 | 12.2 | - | 44.9 | - | 7.2CaF ₂ + NiO + CoO | 435 | 14.4 |
| 12.9 | - | 19.5 | 4.9 | - | - | - | 6.1 | 53 | - | CaO | 480 | 14.1 |
| 40.1 | - | - | - | - | - | - | 7.5 | 52.4 | - | - | 500 | 11.9 |
| 35.2 | - | - | - | - | - | - | 7.5 | 57.3 | - | - | 500 | 10.9 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | 59.9 | 40.1 | - | - | 7.4 |
| 21.1 | - | - | - | - | - | - | 8.9 | 56.0 | - | Cu ₂ O + Fe ₂ O ₃ | 840 | 2.3 |
| VIDRIOS DE BOROSILICATO | | | | | | | | | | | | |
| Li ₂ O | Na ₂ O | K ₂ O | MgO | BaO | ZnO | B ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | PbO | Otros | T _g (°C) | $\alpha \cdot 10^6 \text{K}^{-1}$ |
| 25.3 | - | - | 5.8 | - | - | 63.4 | 1.7 | 3.9 | - | - | 515 | 8.3 |
| - | - | - | - | - | - | 26.6 | - | 30.8 | 42.6 | - | - | 8 |
| 14.4 | - | - | 4.6 | - | - | 70.7 | - | 10.3 | - | - | 500 | 7.6 |
| 4.4 | 5.4 | 1.4 | 1.6 | - | - | 63.8 | 1.3 | 22.1 | - | - | 465 | 6.1 |
| 1.7 | 2.8 | 1.6 | - | 1.3 | - | 14.1 | 4.7 | 72.9 | - | KCl | 460 | 5.4 |
| - | - | - | - | - | 41.1 | 24.0 | - | 18.1 | 6.4 | 10.4CuO | 571 | 5 |
| - | - | - | - | - | 60.1 | 25.8 | - | 12.3 | 0.7 | SnO ₂ | - | 4.5 |
| - | - | - | - | - | 56.3 | 23.1 | - | 17.4 | - | P ₂ O ₅ | 700 | 4.2 |

Pascual et al. 1997, BSECV, *Vidrios y vitrocerámicos para soldadura: Usos tradicionales y nuevas áreas de aplicación CV*, 36, 4, 383-398

El Litio en vidriados para recubrimientos cerámicos y esmaltes

- Nuevos vidriados de sistemas $\text{Li}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ y $\text{Li}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ desde polvos de pegmatitas ss y...
 - Nuevos vidriados de sistemas vitrocerámicos de composición: *espodumena, cordierita, nefelina, wollastonita*, etc....
- en CONTRATOS de I+D+I con empresas del CLUSTER DE CASTELLON .



Technical Data

FOOTE MINERAL COMPANY, 18 W. CHELTEN AVE., PHILA. 44, PA.

"Lithium Glazes"

Lithium glazes are of increasing interest to the ceramist from the standpoint of both cost and performance. For that range of glazes in which lead oxide has generally been considered a necessity, lithium oxide offers the means for substantially reducing or completely eliminating lead. With major supplies of lithium chemicals and minerals now continually available to the ceramic industry, lithium glazes are today less expensive than their lead counterparts—and, at the same time, possess those desirable properties of flow, smooth surface texture and wide firing range required of commercial glazes.

In addition, lithium glazes show improved surface hardness and hence superior abrasion resistance. Chemical durability of these compositions is excellent. Moreover, the absence of lead is generally advantageous from the standpoint of color—underglaze colors and decals, as well as glaze stains, being decidedly less susceptible to fading in lead-free glazes.

The glazes described in this technical bulletin were selected from the many trials carried out during the course of our continuing glaze research program. These cover the temperature range from cone 04 to cone 12 and comprise raw, semi-fritted and all-fritted compositions. We suggest these glazes as being suitable bases for glaze development, fully understanding that modifications will probably be required to meet the requirements of individual plants.

We invite your comments and inquiries. Our staff of ceramic engineers will be pleased to assist you with your glaze problems.

- *Rincón, Barba, Locutura y Valle, 1984, Rev. Soc. Port. Cerám. Vidro, 3,3, 87-98 y*
- *Rincón y cols, Glass-ceramics glazes: some aspects of crystallization microstructure, Mater. Res. Bull. 33 (1998) 8, 1159-1164*

Sinterización y vitrificación de residuos enriquecidos en Li, Ca, Mn y Cr procedentes de procesos industriales

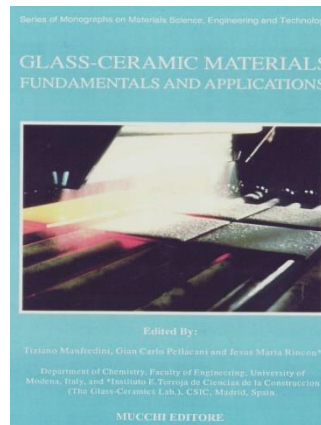
Tesis 2017

A periodic table of elements is shown, with several elements highlighted in colored boxes. Lithium (Li) is highlighted in a green box in the second row, first column. Calcium (Ca) is highlighted in a green box in the fourth row, second column. Chromium (Cr) and Manganese (Mn) are highlighted in orange boxes in the fifth row, fifth and sixth columns respectively. Blue arrows point from the title text to these highlighted elements: one from 'Li', one from 'Ca', one from 'Cr', and one from 'Mn'.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
| H | | | | | | | | | | | | | | |
| Li | Be | | | | | | | | | | | | | |
| Na | Mg | | | | | | | | | | | | | |
| K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | | | |
| Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | | | |
| Cs | Ba | La | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | | | |
| Fr | Ra | Ac | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | | | | | | |

En 1992 se propuso a la Sociedad Europea del Vidrio la creación Del GRUPO EUROPEO DE MATERIALES VITROCERÁMICOS,

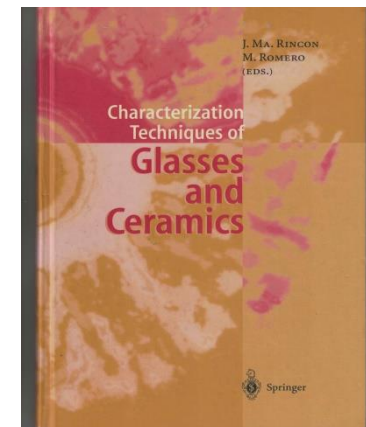
Como consecuencia CURSO VERANO de la ULL celebrado en YAIZA, LANZAROTE



- Glez- Oliver, CAB, Argentina
- James, Univ Sheffield, UK
- Stoch, Acad.Sci Polonia
- Strand, Acad Checa Sci
- Rawlings, IC, Londres, UK
- Pelino, Univ Láquila, IT
- Rincon, ICV- CSIC
- G^a- Hernandez, ULL
- Curso V 1993, Zanotto, Brasil



Foto original de Jesús Ma. Rincón



**GRACIAS por
VUESTRA ATENCION y**



*al COLEGIO QUIMICOS y ANQUE
SECCION de INGENIERIA QUIMICA por la
buena acogida para organizar esta MESA
REDONDA sobre
Aplicaciones del Litio*

Si alguien quiere recibir **artículos científicos sobre VIDRIOS Y VCs de LITIO** de RINCON y otros pueden DIRIGIRSE a la siguiente dirección de mail

rinconjma@gmail.com



**11º Congreso internacional de Historia Minera
LINARES, Jaen, 8 sept 2016**

MINERIA DEL LITIO EN BOLIVIA: HISTORIA, PRESENTE y FUTURO

PIO CALLEJAS* y J. Ma. RINCÓN**

** Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia*

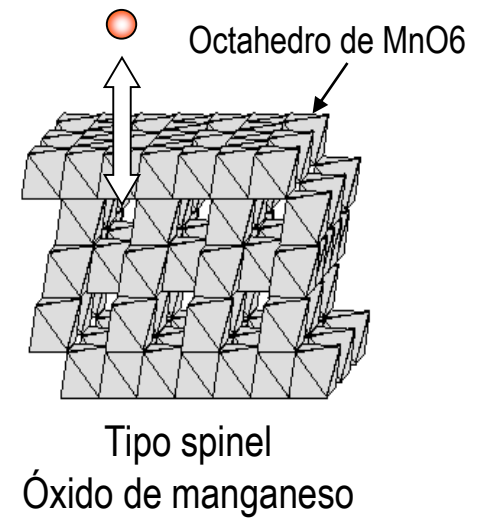
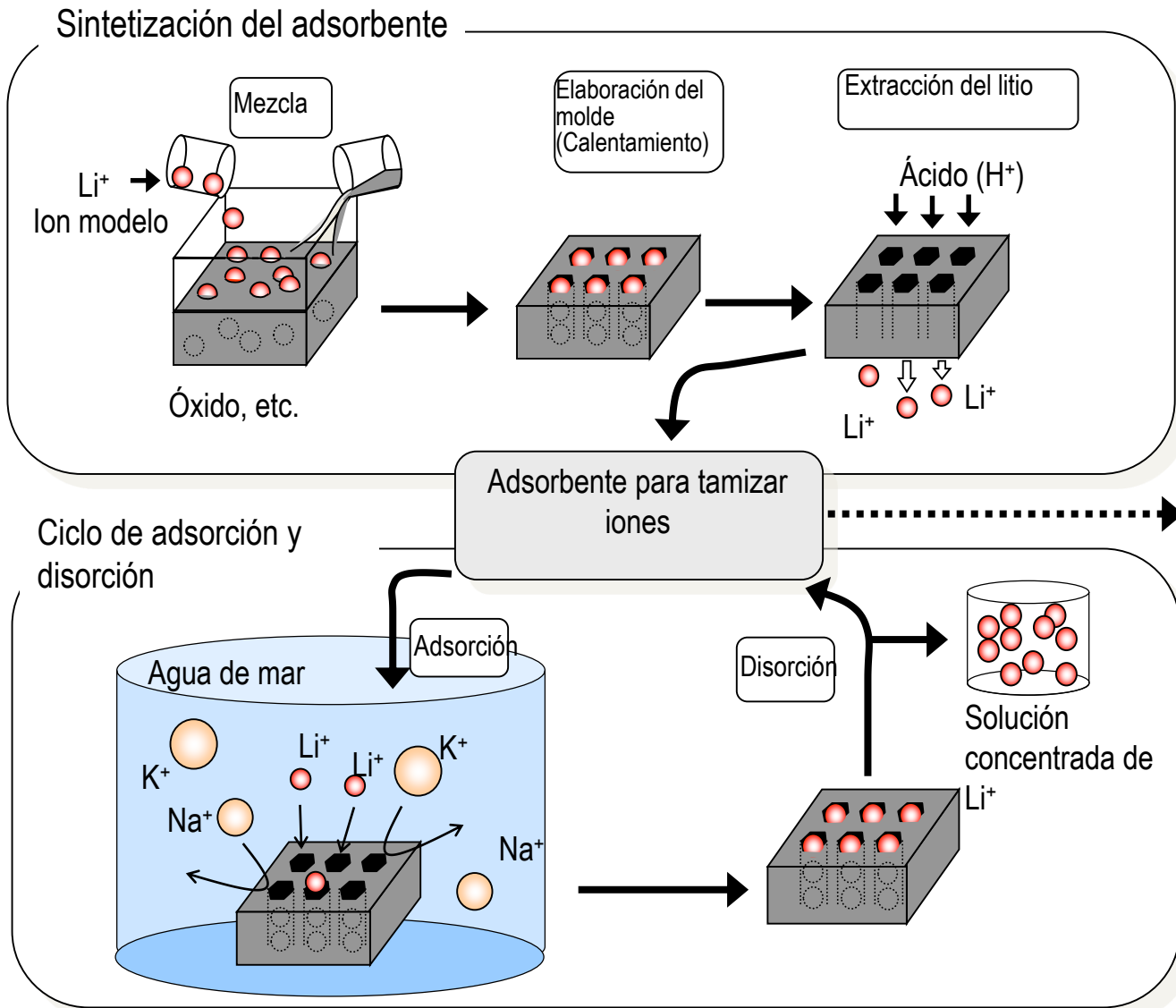
*** Universidad Miguel Hernández, Elche-Alicante, Depto de
Agroquímica y Medioambiente*



INDICE

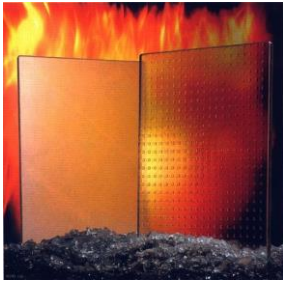
- 1. Introducción**
- 2. Historia de la minería del litio en Bolivia e investigaciones geológicas desde los '70**
- 3. Situación actual e investigaciones en marcha**
- 4. Investigaciones en nuevos productos y perspectivas**
- 5. Conclusion**

Sintetización del adsorbente del litio y reacción de adsorción y desorción



(Fuente:
Hiroaki Tao, AIST, Japón)

INVESTIGACION EN NUEVOS PRODUCTOS y FUTURO



Neoceram-11



→ Dado que actualmente es la industria de los materiales cerámicos y de vidrio la que consume el 70% de la producción mundial de materias primas de Li, Na, K, Mg y B, lo cual también coincide con la cantidad de publicaciones y registro de patentes que incluyen estas materias primas

- es por lo que Bolivia está dando recientemente a este tipo de recursos nacionales la importancia que se merecen en los tiempos actuales. Como ejemplo, basta citar que sólo entre el 10 y 20% de producción de litio se prevé que vaya a suministrarse para la producción de baterías de ion litio.
- Mientras tanto, la incorporación de todo tipo de boratos, que es otra materia prima boliviana del mismo salar aun no suficientemente explotada, combinados con litio, se dedicarán a la fabricación de una amplia gama de vidrios especiales, que sigue siendo el 70-80% de la producción mundial (*Callejas, 2016*).

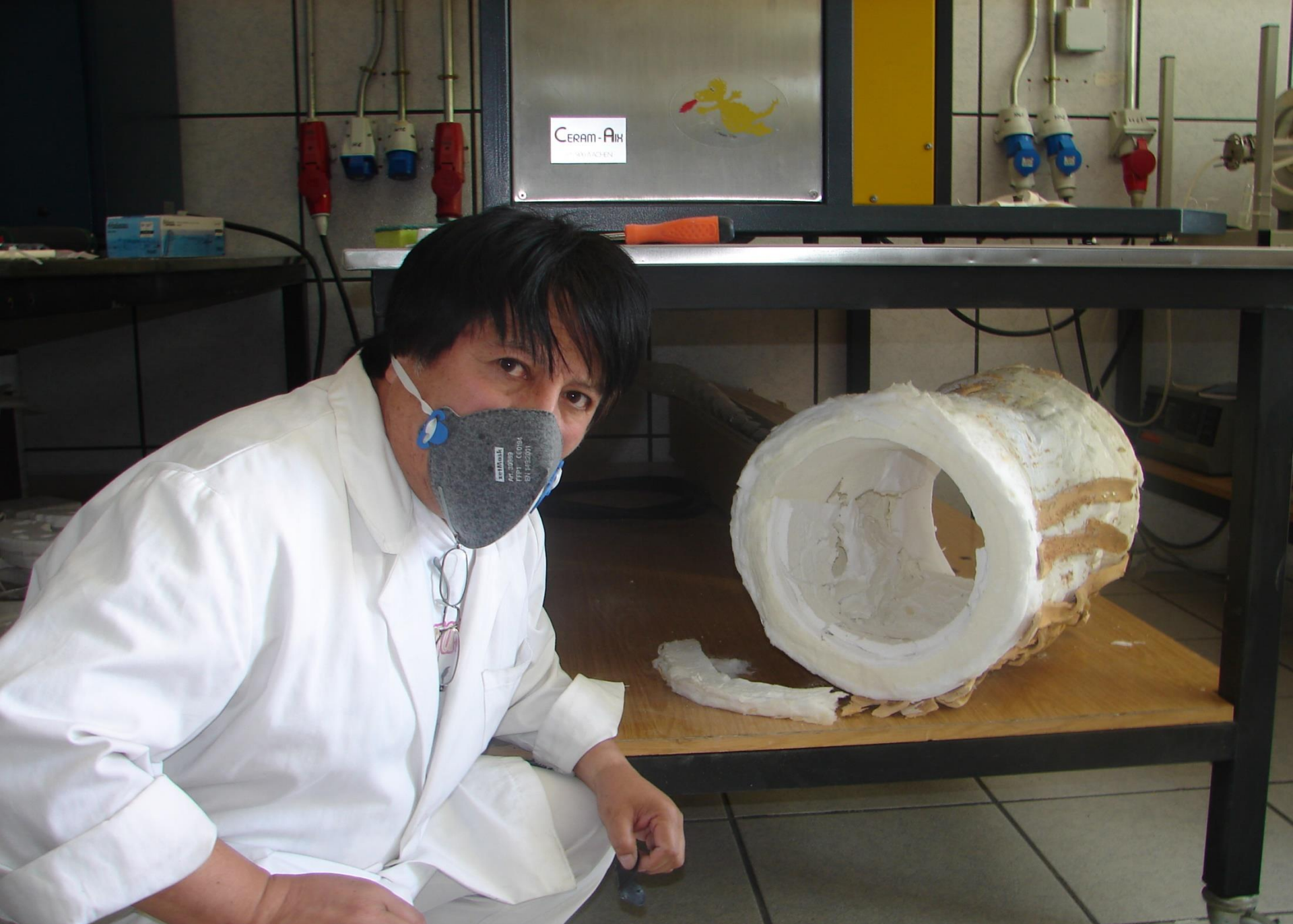
→ Consecuentemente, en los centros de I+D+i y universidades bolivianas se han iniciado investigaciones C y T sobre las aplicaciones del litio en la producción de esmaltes, fritas, diversos electrodomésticos, medicina, industria óptica, soldadura de uniones metal-vidrio y de cerámica- vidrio, etc...



Cocinas vitrocerámicas Ceran



→ Desde hace años, de hecho, *Callejas y Rincón (1988)* de manera pionera desarrollaron ya hace más de dos décadas nuevos materiales vitro-cerámicos basados en composiciones conteniendo litio y que dan lugar a irisaciones o efectos aventurita en su superficie, proponiendo su aplicación en la producción de plaquetas de revestimiento en la edificación.



→ Como ejemplo de este tipo de investigaciones con materias primas de litio, se pueden citar las que recientemente se han realizado en la síntesis por vía vitrocerámica de materiales dentales de silicato de litio, que actualmente están ya comercializados en países centroeuropeos (*Hölland and Beall, 2012*).

→ De hecho, se han obtenido prototipos de piezas dentales de disilicato de litio de color marfil con aspecto y prestaciones similares a los dientes naturales y totalmente biocompatibles.



→ Para la obtención de este tipo de implantes

obtenidos por *Callejas y Rincón (2014)* se han utilizado como materia prima un carbonato de litio del Salar boliviano del Salar de Uyuni.



Grupo de Investigación reciente en aplicaciones del Litio en el ICV-CSIC (2010)



Ministerio de
Desarrollo Productivo y Economía Plural

VICEMINISTERIO DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL A MEDIANA Y GRAN ESCALA



Bolivia produce

bia



Cubriendo el “valle de la muerte”



- Necesidad de acceder a tecnologías emergentes ... **oportunidades de negocio**
- Desarrollos conjuntos de tecnología: **innovación abierta**

Conclusion

**EN POCAS PALABRAS ...el FUTURO DEL LITIO EN BOLIVIA
Se encuentra en MANOS DEL DESARROLLO TECNOLOGICO**

A la vista de esta comunicación puede comprenderse el gran esfuerzo de recursos (económico, tiempo y personal) que Bolivia está realizando en el desarrollo del Litio, que facilitará la comercialización de este recurso nacional considerándose de prioridad estratégica su aprovechamiento.



callejasgomezp@gmail.com

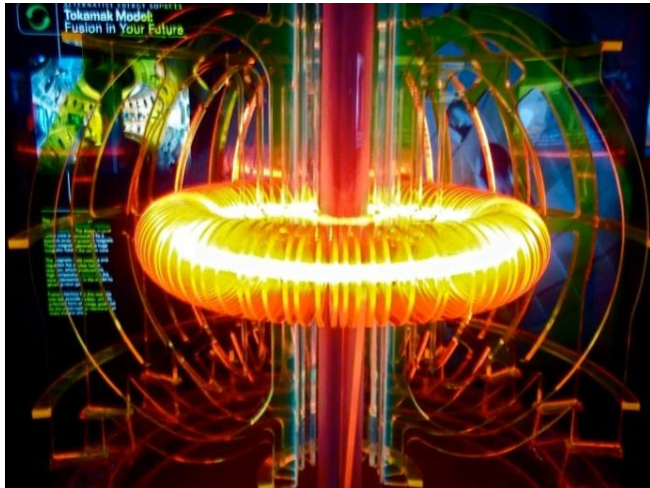
GRUPO DE VITROCERAMICOS de LITIO y desde RESIDUOS



Compuestos de Litio para la producción de Tritio en reactores de fusión nuclear

Dr. Fabricio Ruiz – Dra. Fabiana Gennari

Investigadores CNEA/CONICET Centro Atómico Bariloche -Argentina



MESA REDONDA DEL LITIO – 25 de Enero de 2024
Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Madrid

FABIANA GENNARI

FABIANA GENNARI es Ingeniera Química (Universidad Nacional del Comahue, Argentina) y Doctora en Ingeniería (Universidad Nacional de La Plata, Argentina). Es investigadora principal del CONICET y de CNEA, y profesora del Instituto Balseiro (Universidad de Cuyo).

Coautora de más de 120 publicaciones en revistas internacionales. Distinguida con el premio Nacional L'Oréal-UNESCO "Por las Mujeres en la Ciencia", 2016 y el premio Konex Ciencia y Tecnología 2023, Diploma al mérito en Energía y Sostenibilidad.

Sus líneas de investigación están asociadas con las energías limpias, tanto en la producción de hidrógeno por reformado, almacenamiento de hidrógeno en hidruros, captura y conversión de dióxido de carbono.

gennari.fabiana36@gmail.com

fabiana.gennari@ib.edu.ar

FABRICIO RUIZ

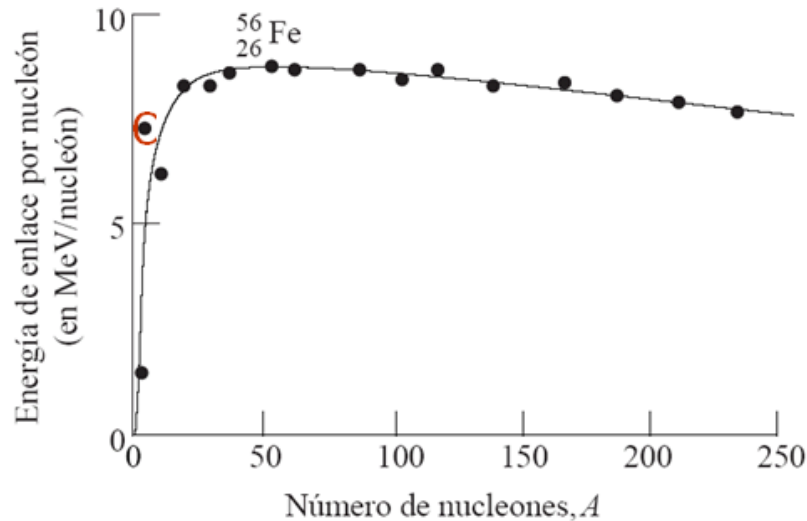
Dr. Ingeniero Químico (Universidad Nacional de La Plata) / Doctor en Ciencias de la Ingeniería (Instituto Balseiro)

Actualmente es Investigador CNEA e Investigador Adjunto CONICET con lugar de trabajo o desetino en el Centro Atómico Bariloche (San Carlos de Bariloche, Argentina)

Sus líneas de investigación: Baterías ion-litio, compuestos de litio para fusión nuclear, aleaciones de alta entropía

ruizfabricio@yahoo.com.ar

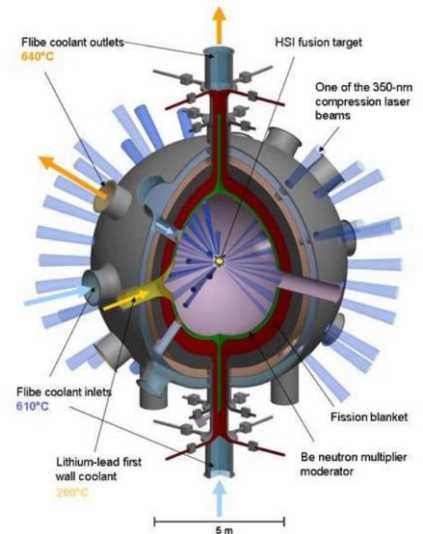
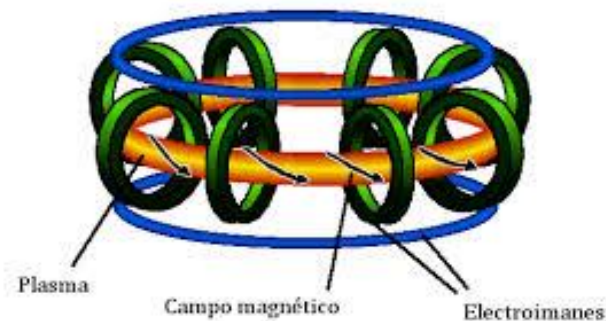
Introducción: Fusión nuclear



Reacción nuclear consistente en la unión de dos o más átomos “livianos” para formar un átomo más “pesado”.

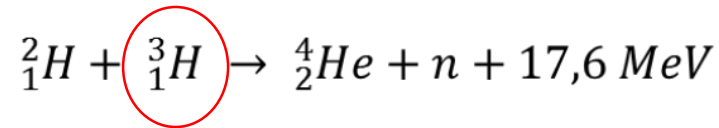
Para lograr la fusión nuclear, se debe vencer la repulsión electrostática entre los núcleos de los átomos a fusionar, acercándolos a distancias suficientes hasta que empiece a actuar la fuerza nuclear fuerte. Para lograr esto, los núcleos a fusionar deben moverse a velocidades enormes (T a millones de $^{\circ}\text{C}$) y estar confinados en un espacio muy pequeño en un tiempo dado, de modo de aumentar la densidad de núcleos y favorecer la ocurrencia de choques.

Actualmente, se estudian dos maneras de confinar el sistema: confinamiento magnético y confinamiento inercial.



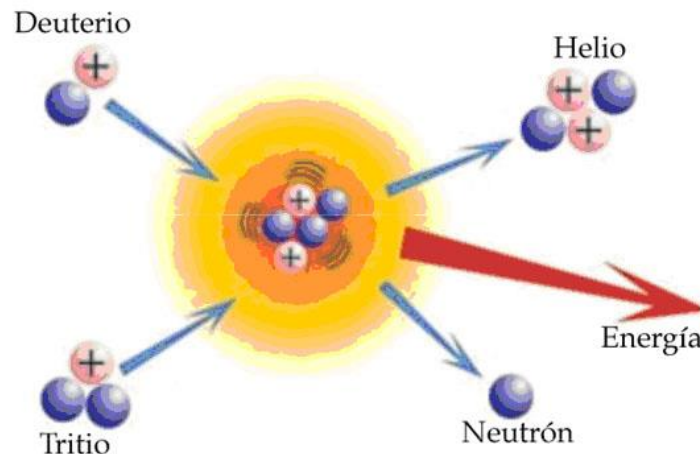
Introducción: Reacción nuclear

Una de las reacciones más prometedoras para la producción de energía en reactores de fusión nuclear es la fusión de deuterio y tritio, la cual genera núcleos de helio (partículas α), neutrones y energía:



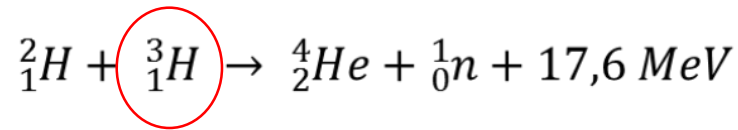
($n \rightarrow 14,3 \text{ MeV}$)

Como se puede apreciar, cada fusión de deuterio y tritio produce una gran cantidad de energía. En forma simplificada, un gramo de la mezcla deuterio tritio produce 90 MWh de energía térmica que, al 33 % de rendimiento equivalen a 30 MWh.

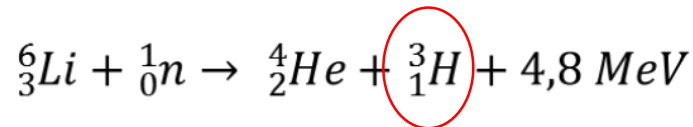
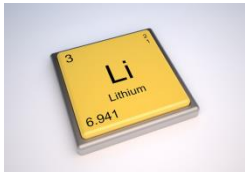


Problema: Escasa disponibilidad de tritio

Uno de los problemas inherentes a esta reacción es la escasa disponibilidad de tritio. Este isótopo prácticamente no se encuentra en la naturaleza, debido a su inestabilidad (vida media = 12,3 años) por lo que debe producirse artificialmente.

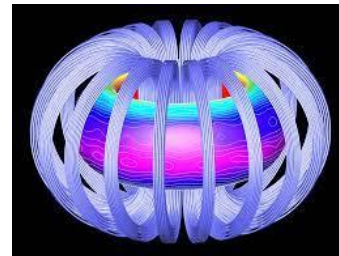


Uno de los métodos propuestos para la generación de tritio es el bombardeo de compuestos de litio con neutrones, proceso que ocurriría dentro del reactor mismo, con el fin de aprovechar los neutrones producidos en la fusión.



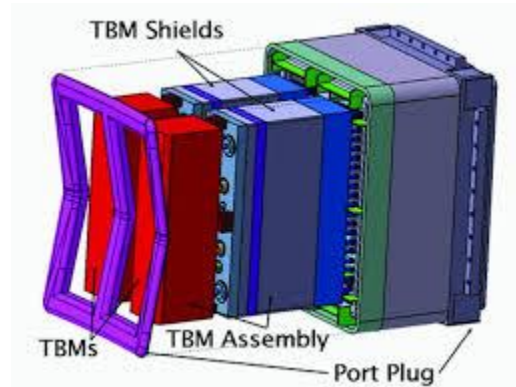
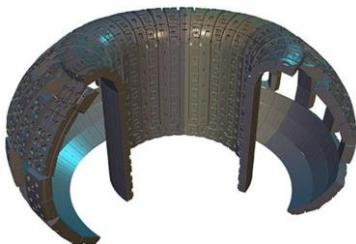
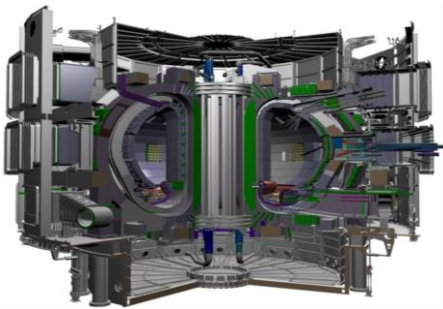
En la actualidad, las dos alternativas de materiales generadores de tritio son:

- Pb-16%Li (líquido)
- Cerámicos de litio



Proyecto ITER: Test Blanket Module

| TBM | Estructural | Gen. tritio | Mult. n | Refrigerante | % ${}^6_3\text{Li}$ |
|----------------------------|---------------|---|----------|------------------------------------|----------------------|
| HCLL <i>UE</i> | Acero Eurofer | Pb-16%Li p/p | Pb-16%Li | He 8MPa 300°C/500°C | 90 |
| HCPB <i>UE</i> | Acero Eurofer | Li_4SiO_4 o Li_2TiO_3 | Be | He 8MPa 300°C/500°C | 30(Si)/60(Ti) |
| WCCB <i>Japón</i> | Acero F82H | Li_2TiO_3 | Be | Agua presurizada 280°C/325°C | 30 |
| DCLL <i>EUA/Corea</i> | Acero F82H | Pb-16%Li | Pb-16%Li | He/Pb-16%Li | 90 |
| HCCB <i>China</i> | Acero RAFM | Li_4SiO_4 | Be | He | 80 |
| LLCB <i>India/Rusia</i> | Acero RAFM | Pb-16%Li/ Li_2TiO_3 | Pb-16%Li | He/Pb-16%Li | 30- 60(Ti)/90(Pb) |



Li₄SiO₄ Pebbles (D=1mm)

Titanatos y silicatos de litio para la producción de tritio

Características

Titanato de litio Li_2TiO_3

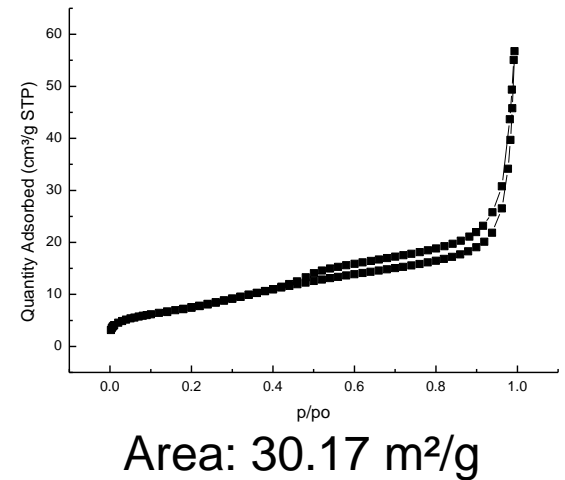
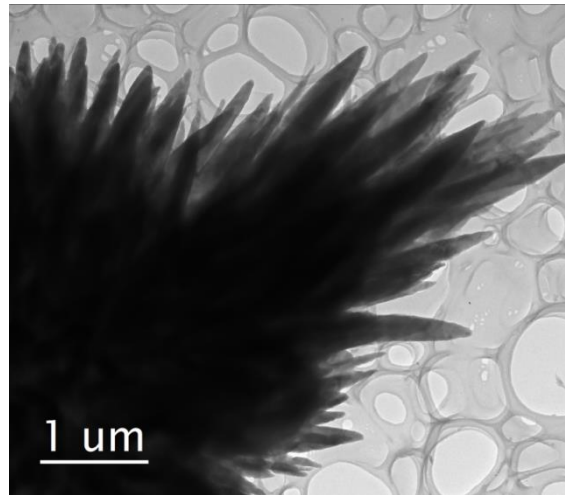
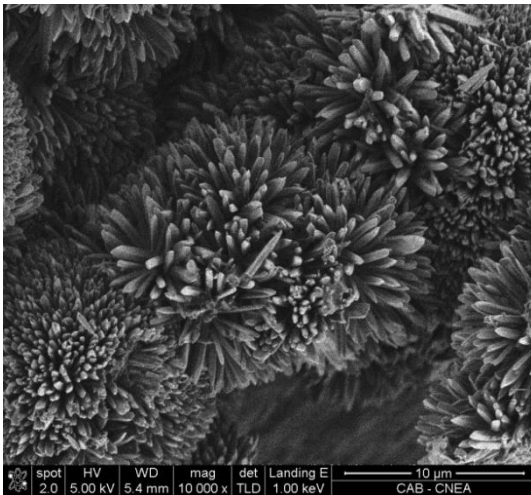
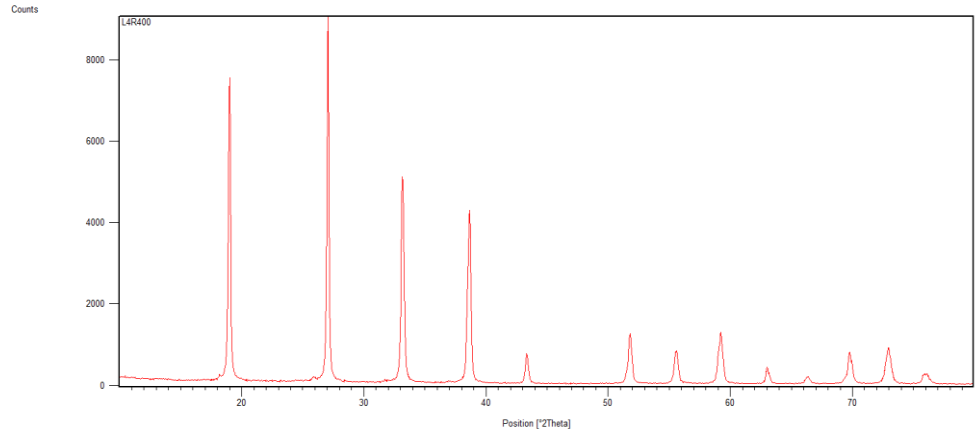
- 3 fases α , β y γ , cuyas estructuras son cúbica, monoclinica y cúbica respectivamente.
- baja activación
- densidad de litio ($0,43 \text{ g/cm}^3$)
- baja reactividad con la humedad
- buena compatibilidad con materiales
- buenas propiedades de liberación de tritio a baja T, entre $200\text{-}400 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ortosilicato de litio (Li_4SiO_4)

- alta densidad de litio ($0,54 \text{ g/cm}^3$).
- es el material que exhibe la mejor performance en liberación de tritio
- no genera productos de alta activación durante el proceso de irradiación.
- presenta algo de afinidad con la humedad, lo que puede ser controlado si se hacen los arreglos necesarios.
- buena conductividad térmica
- Baja resistencia estructural
- Es compatible con otra manta y materiales estructurales.

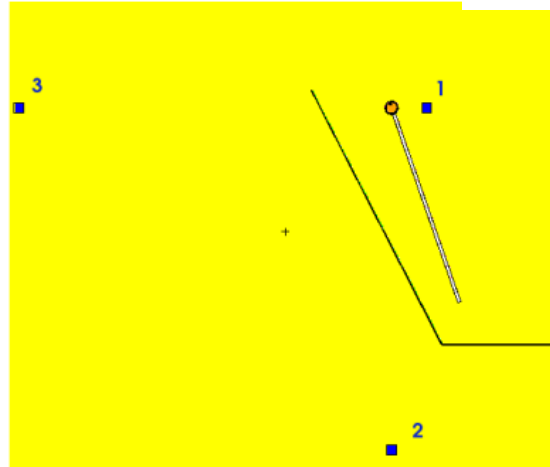
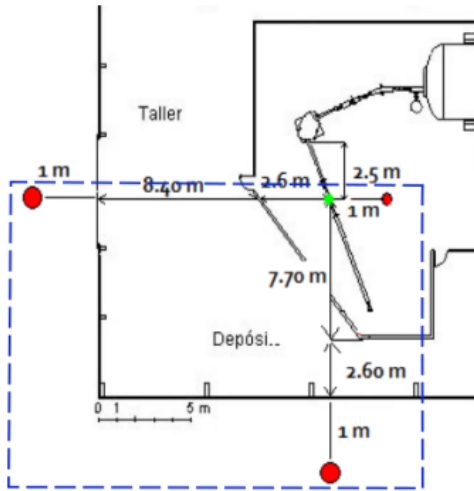
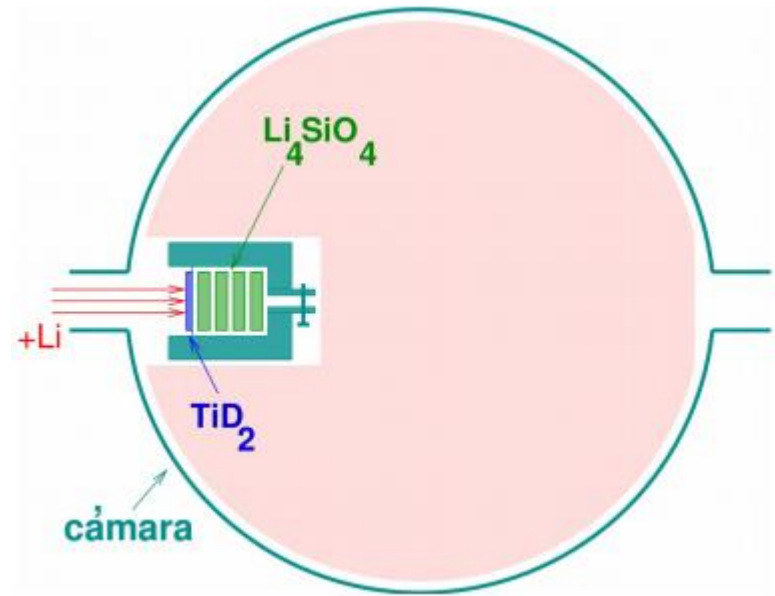
Síntesis de silicatos de litio

1 - síntesis de meta- y orto-silicatos modificados con Li (Li_2SiO_3 y Li_4SiO_4) de alta pureza mediante distintos métodos de síntesis (hidrotermal, estado sólido, precipitación).



Fabricio Ruiz, Jorge Gallardo, Christian Balpardo

Irradiación de silicatos de litio



Acelerador CEMA (Centro de Espectrometría de Masas con Acelerador) ubicado en el Centro Atómico Ezeiza

Departamento Materiales metálicos y nanoestructurados



Actividades de fusión nuclear en nuestro departamento

- Estudio de materiales resistentes a la radiación.
- Daño por hidrógeno
- Aplicaciones a reactores de última generación (fusión)
- Deuteración

Organización del Minicurso de Fusión Nuclear (Bariloche, 2019) y de la **1^{ra} Conferencia de Fusión Nuclear Controlada**, de carácter internacional, modalidad online (2021).

Mis líneas de investigación (ruizfabricio@yahoo.com.ar)

Baterías de Litio

Compuestos de litio para fusión nuclear

Aleaciones de alta entropía

Síntesis de titanato de litio Li_2TiO_3

Precursores:

LiCl (s)
 TiO_2 (s)
 NaOH (s)



Molienda

LiCl
 TiO_2
 NaOH



Tratamiento
térmico
 $600^\circ\text{C}/5\text{h}$



Filtrado

NaCl
 $\alpha - \text{Li}_2\text{TiO}_3$



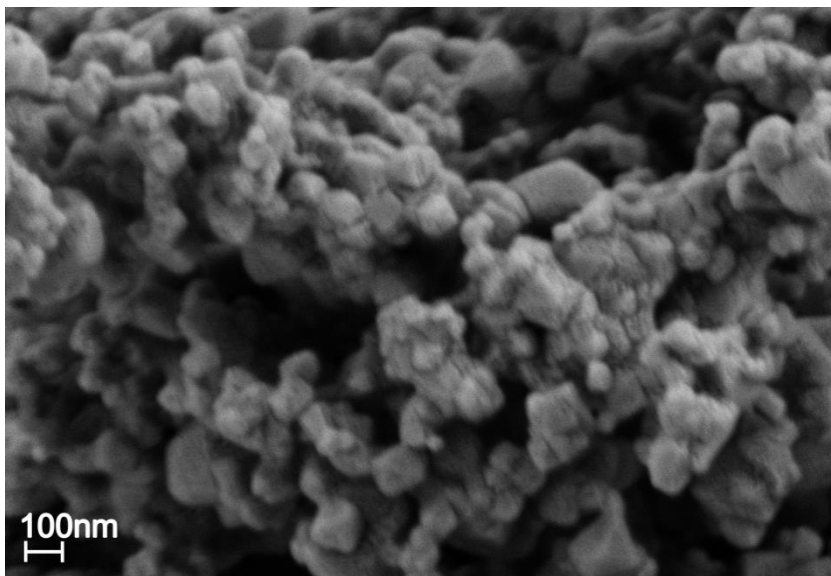
Tratamiento
térmico
 $600^\circ\text{C}/24\text{h}$

$\alpha - \text{Li}_2\text{TiO}_3$

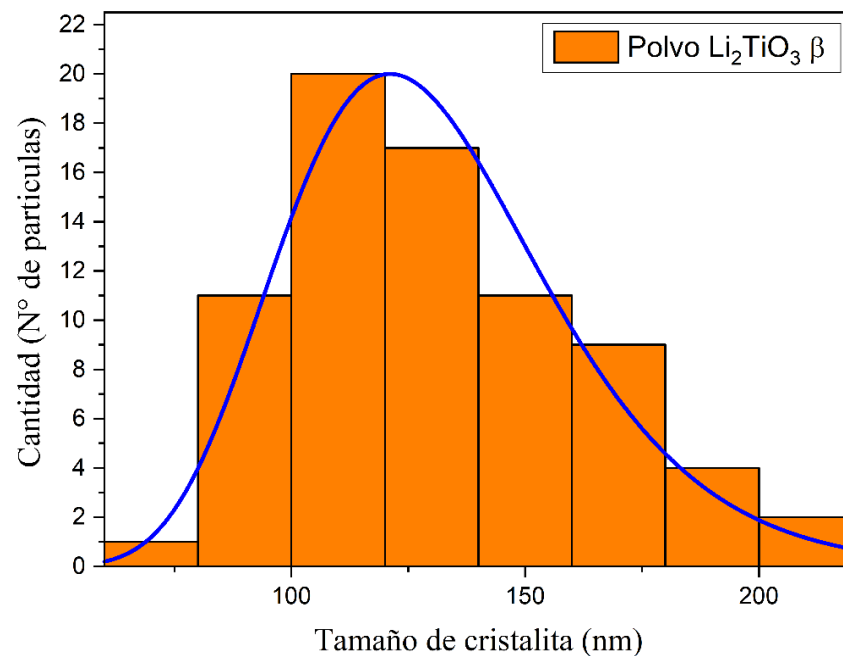
$\beta - \text{Li}_2\text{TiO}_3$



Distribución de tamaño de cristalita

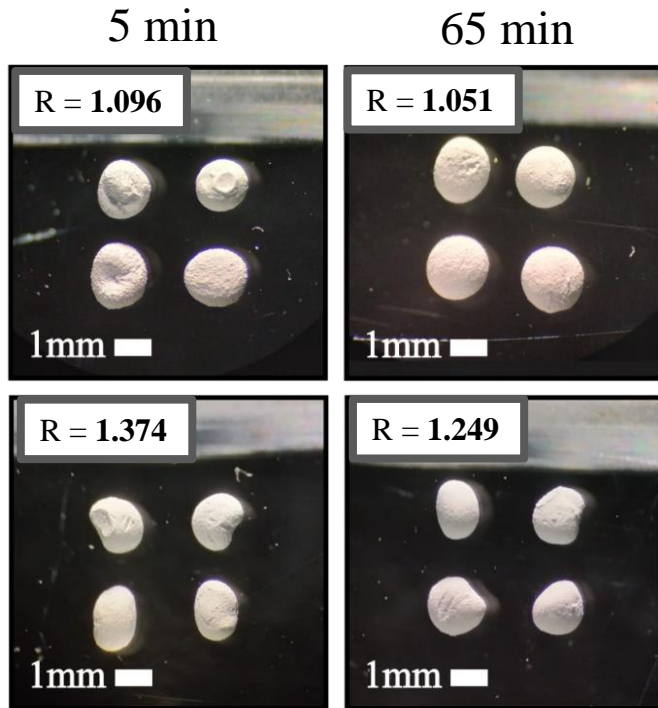


Valor medio: 131 nm

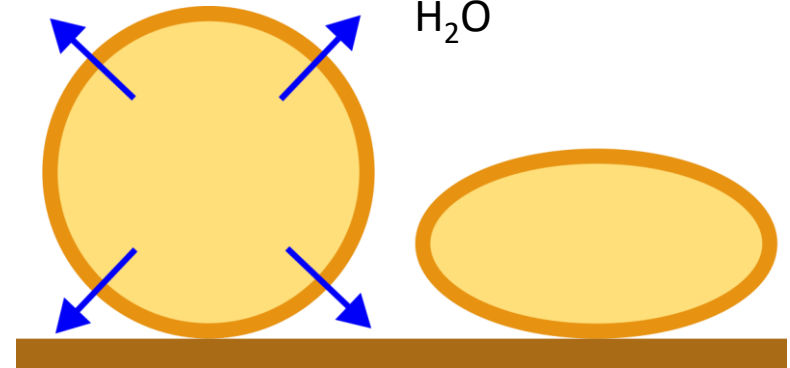


Conformado de los pebbles de Li_2TiO_3

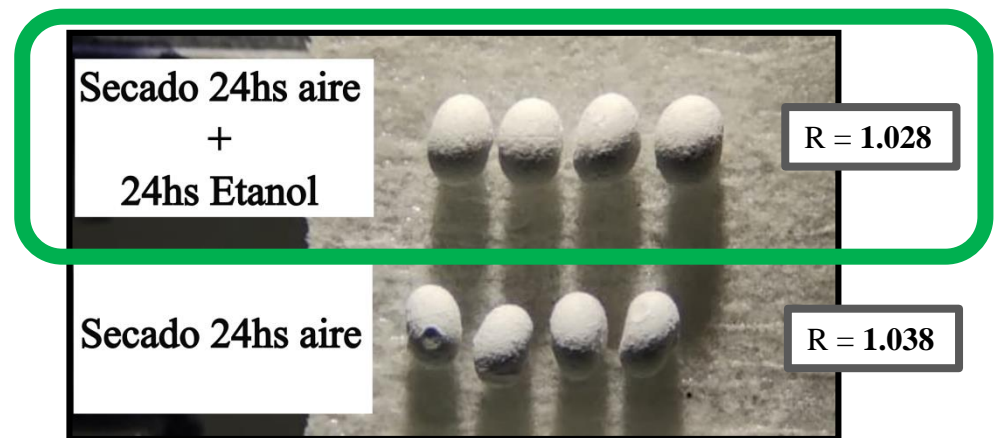
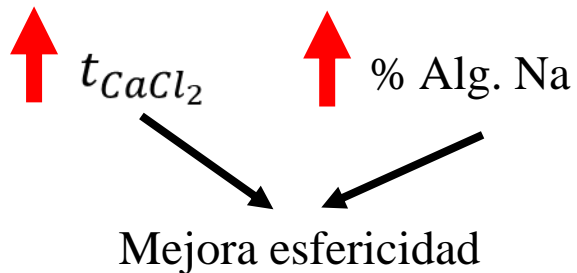
Puesta a punto de la composición del *slurry* - Esfericidad



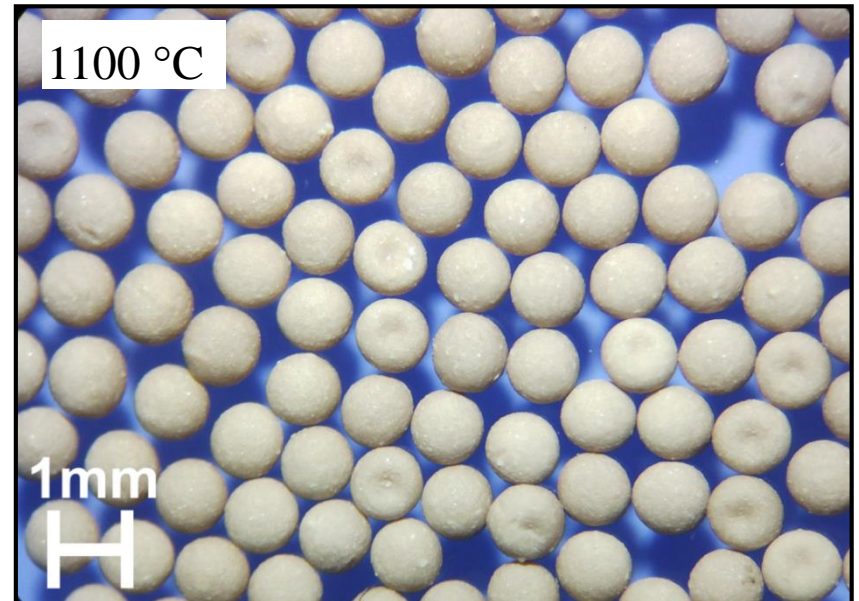
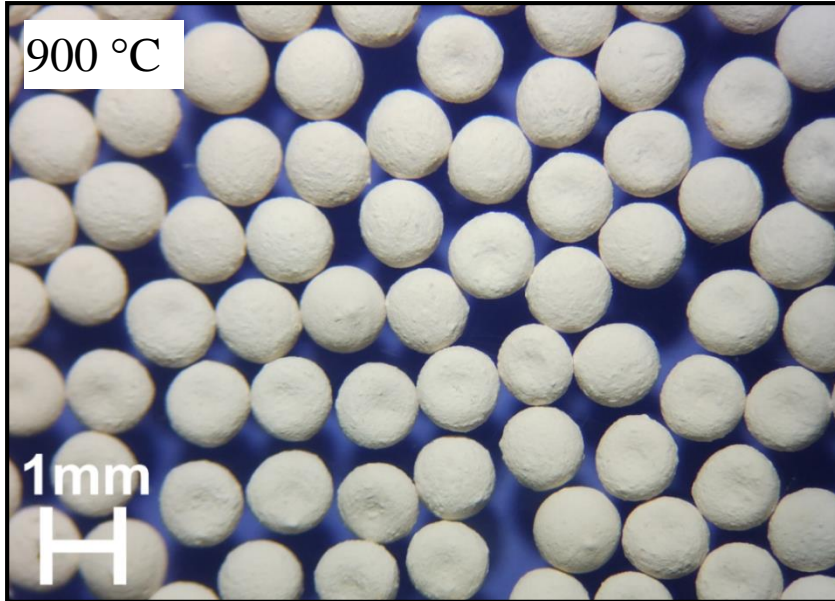
3% Alg. Na



1% Alg. Na



Sinterizado



Ensayo de compresión

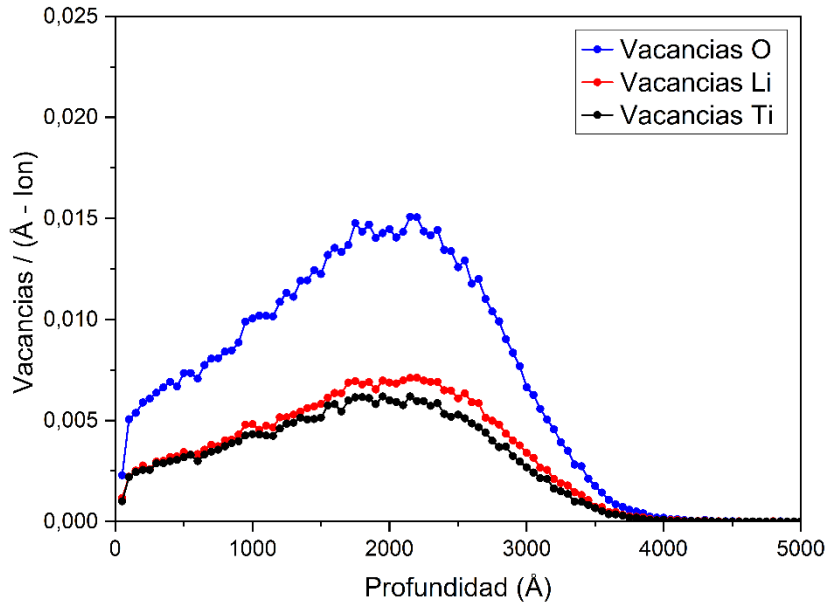
| | Pebbles sint. 900°C | Pebbles sint. 1100°C |
|--|---------------------|----------------------|
| Máxima fuerza de compresión, <i>crush load</i> | 23,5 N | 35,5 N |

Cristalita /Densidad

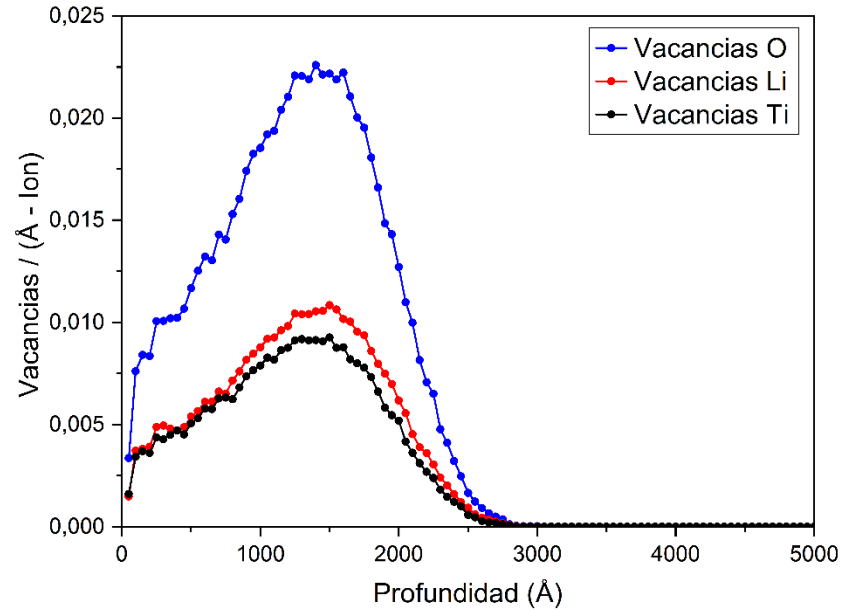
| | Tamaño cristalita (nm) | Densidad (% D. T.) |
|----------------------|------------------------|--------------------|
| Polvo | 61 | - |
| Pebble sint. 900 °C | 70 | 60,8 |
| Pebble sint. 1100 °C | 75 | 87,9 |

Daño por implantación de iones He

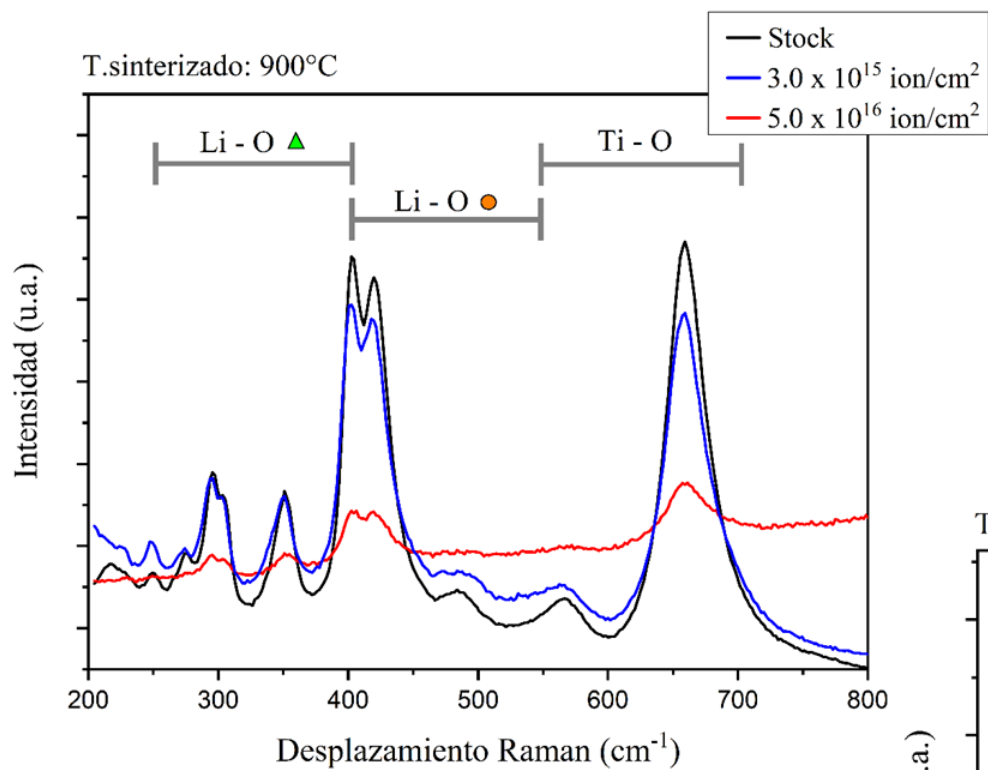
Simulación pebble sint. 900°C 20KeV



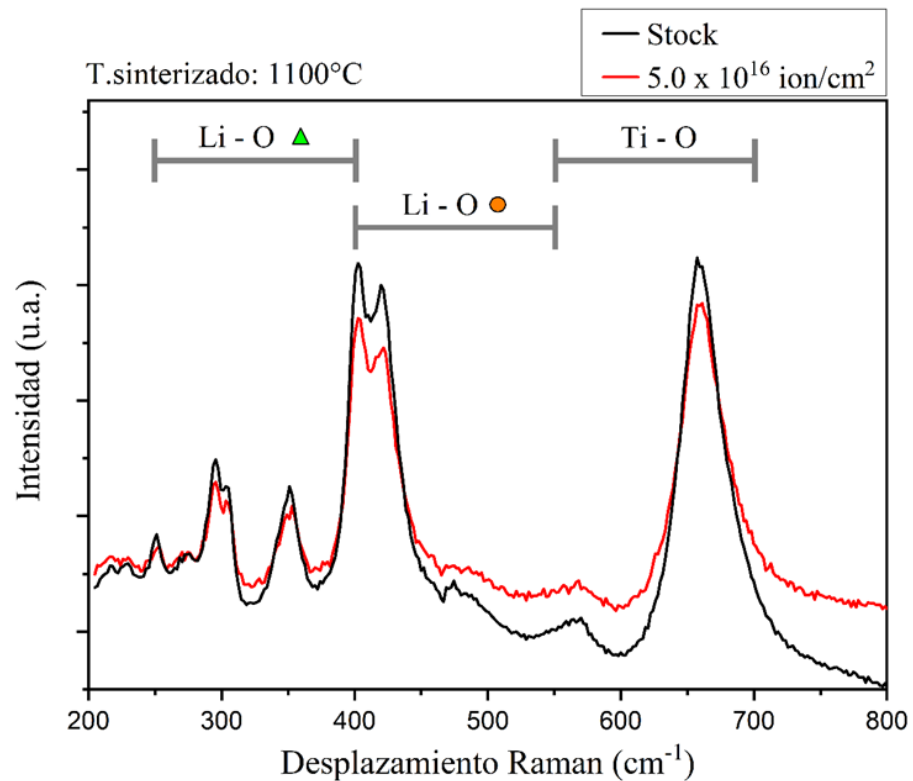
Simulación pebble sint. 1100°C 20KeV



| | | | | |
|----------------------------|------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| Fluencia de iones | 3.10^{+15} iones/cm ² | | 5.10^{+16} iones/cm ² | |
| Temperatura de sinterizado | 900 °C | 1100 °C | 900 °C | 1100 °C |
| DPA del Oxígeno | 0.080 | 0.118 | 1.326 | 1.966 |



| | |
|----------|--|
| Ti - O | Ti coordinado octaédricamente en la capa LiTi ₂ |
| Li - O ● | Li coordinado octaédricamente por oxígeno. |
| Li - O ▲ | Li coordinado tetraédricamente por oxígeno. |

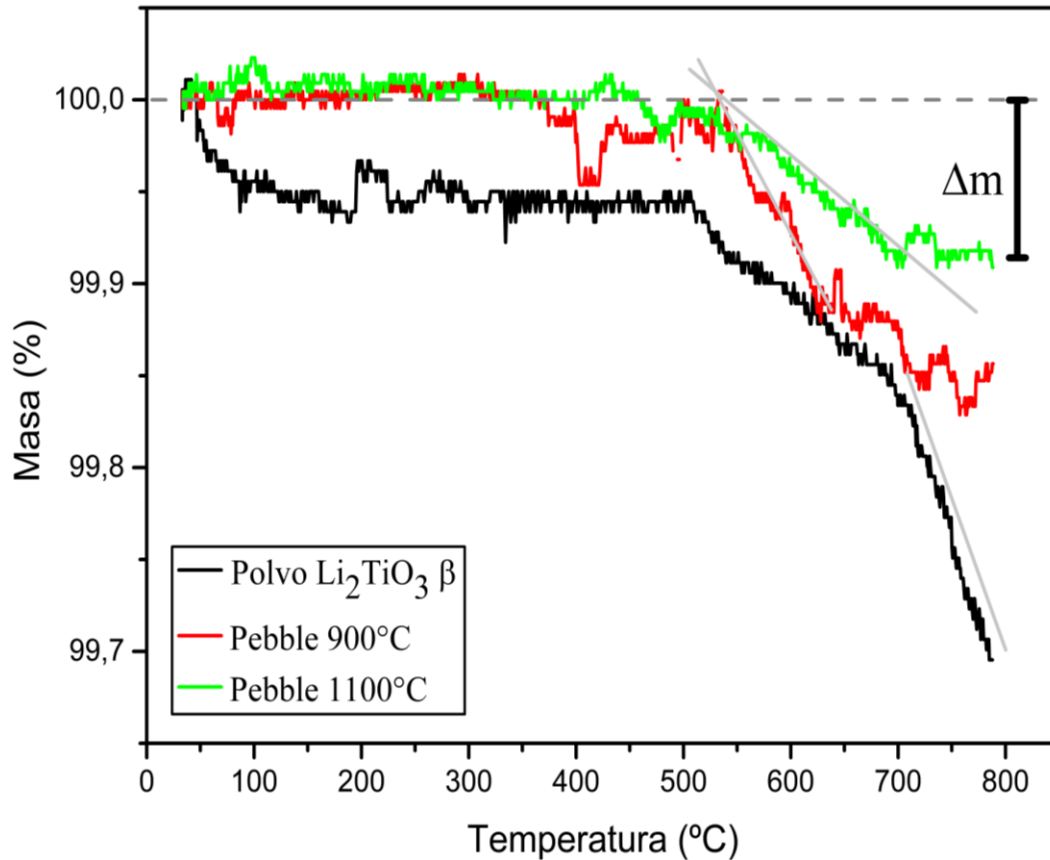


Estabilidad en atmósferas reductoras

Termogravimetría (TG) →

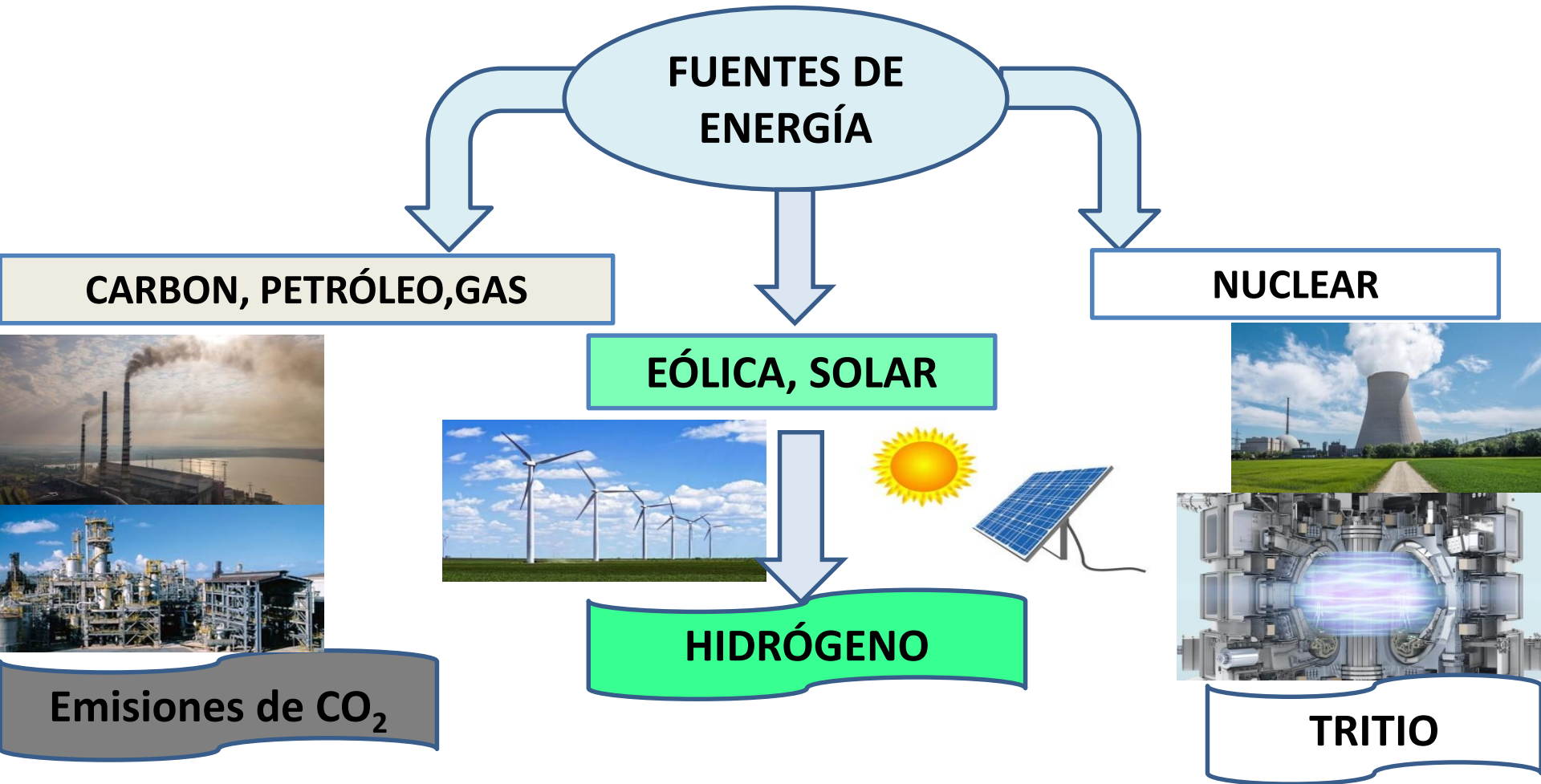
Flujo gaseoso 5% H₂/He

Sint. 900 °C



Sint. 1100 °C





Fabiana Gennari

Departamento Físicoquímica de Materiales

gennari@cab.cnea.gov.ar

envirobat[®]

España



2007

Se funda Envirobat España, S.L.

2008

Socio fundador de AEPIBAL

2012

Certificado IQNET ISO 14001:2015
Certificado IQNET ISO 9001:2015

2013

Socio de EBRA Recycling Asociación
Europea de Reciclaje de Baterías

2016

Certificado Pyme Innovadora

2021

Miembro fundador BatteryPlat
Autorización Ambiental R14 Tratamiento Segunda
Vida Baterías de Litio.

2023

Autorización R4 Valorización de Litio.

2023

Patente de Invención #202130945 Proceso
Aleación Aluminio –Black Mass

Innovación

Tecnología

Investigación



MICHEEL ACOSTA

Lic. en Derecho por la Universidad de La Laguna; Postgrado en Gestión Integral de Residuos por la Universidad Politécnica de Madrid; Master en Gestión, Tratamiento y Aprovechamiento de Residuos y diversos cursos de formación en temas de la Economía Circular.

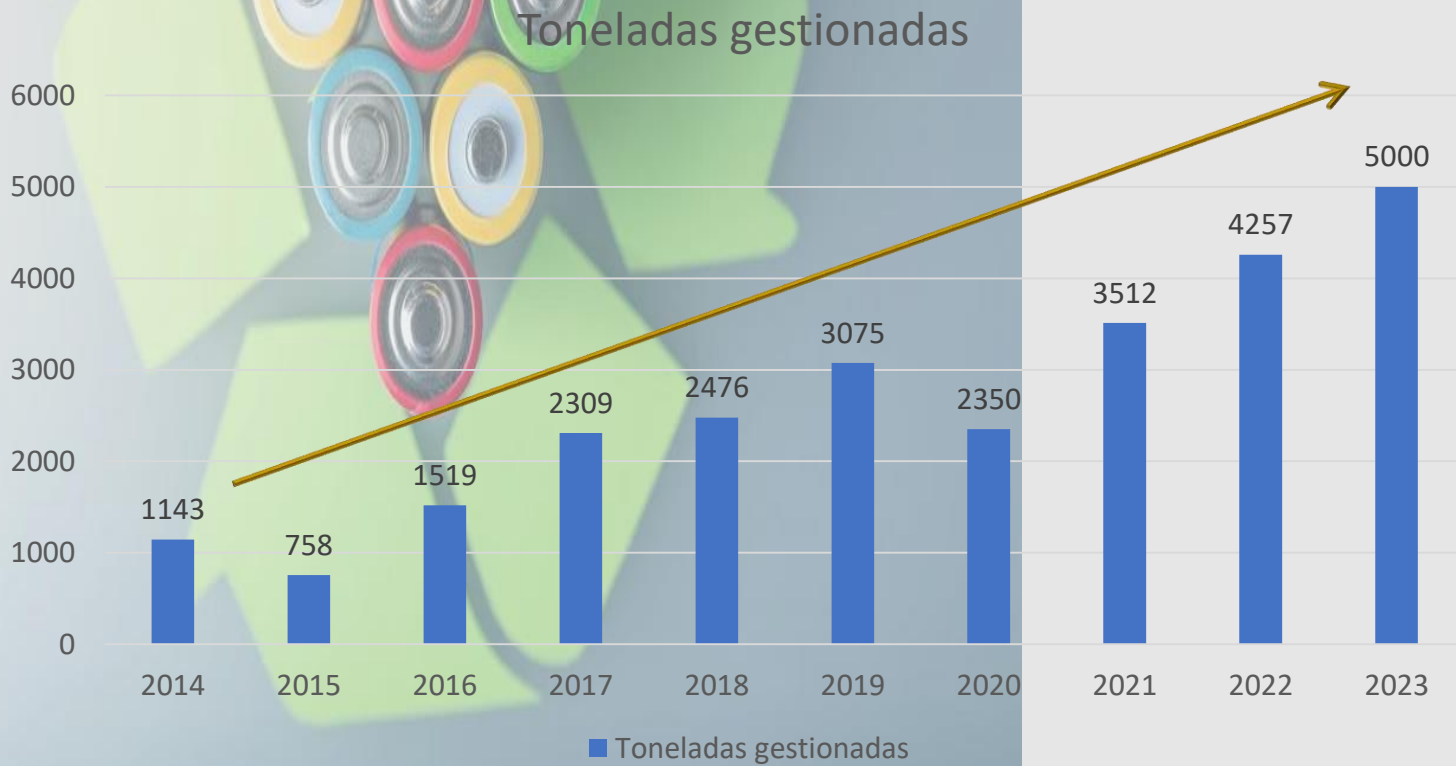
Director de Departamento I+D+I en ENVIROBAT ESPAÑA SL. Experto en Economía Circular y Gestión de Residuos, coordina, organiza y planifica los trabajos del equipo técnico del Departamento I+D; Planifica la estrategia en Investigación, innovación, tecnología y desarrollo de los proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Experimental e Innovación Industrial; Redacta y prepara Memorias Técnicas de proyectos ambientales; Ha participado en más de 14 Proyectos entre Europeos (LIFE, H2O, I3), Nacionales (PERTE E-C, PERTE-VEC, ICEX, etc), Regionales y Locales.

Funcionario Interino Técnico Superior del Cabildo Insular de El Hierro. Técnico Superior de la Empresa Pública Medioambiental GESPLAN. SA, dependiente del Gobierno de Canarias. Técnico Superior Jurídico de Presidencia del Cabildo de La Gomera, realizando y gestionando proyectos de residuos y producción de energías renovables en la isla de La Gomera. Consejero Insular de Medio Ambiente, Residuos y Reciclaje del Cabildo de El Hierro en Canarias, llevando la máxima dirección y gestión de los residuos, materia forestal, biodiversidad y Reserva de La Biosfera en la isla de Hierro.

m.acosta@envirobat.es



Toneladas de residuos de Pilas y Baterías gestionadas



Innovación

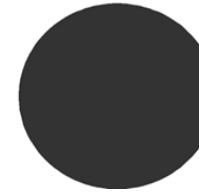
Tecnología

Investigación



envirobat[®]

España



Extracción minera del Litio virgen

La extracción y el procesamiento de las materias primas necesarias para la fabricación de las baterías de vehículo eléctrico son perjudiciales para el medio ambiente. Además, la cantidad de agua necesaria durante las actividades de extracción (cada 1 tonelada de Litio requiere 2.000 toneladas de agua que no es posible recircular); por lo tanto, el consumo de electricidad no renovable asociada a estos procesos se calcula en kWh, se necesitan entre 50 y 65 kWh de electricidad.

<https://www.ocmal.org/cada-tonelada-de-litio-requiere-la-evaporacion-de-2-mil-litros-de-agua/>

envirobat[®]

España



Innovación

Tecnología

Investigación



Extracción minera del Litio virgen

envirobat[®]

España



Para recoger 1 tonelada de Litio Ion se necesitan 250 toneladas del mineral, o 750 toneladas de salmuera rica en Litio durante la extracción.

<https://computerhoy.com/noticias/motor/triste-realidad-reciclaje-baterias-coches-electricos-524851>

No habrá suficiente litio o cobalto. “Se ha estimado que Europa necesitará casi 60 veces más litio y 15 veces más cobalto de aquí al 2050 para los coches eléctricos y el almacenamiento de energía”, señala María Luisa Soria, directora de Relaciones Institucionales e Innovación de la Asociación Española de Proveedores de Automoción (Sernauto).

<https://www.lavanguardia.com/motor/actualidad/20210517/7456307/bateria-coche-electrico-fabricacion-reciclaje-problema-sostenibilidad.html>



Innovación

Tecnología

Investigación



BATERÍAS DE LITIO-ION

Las baterías de litio son los elementos más importantes actualmente para, prácticamente cualquier dispositivo electrónico. Es el componente que permite que los mismos gocen de cierta autonomía.

En ellas podemos encontrar:

- Grafito 16%
- Aluminio 15%
- Cobre 10%
- Cobalto 7%
- Litio 7%
- Manganeso 5%
- Niquel 4%
- Otros Materiales 36%

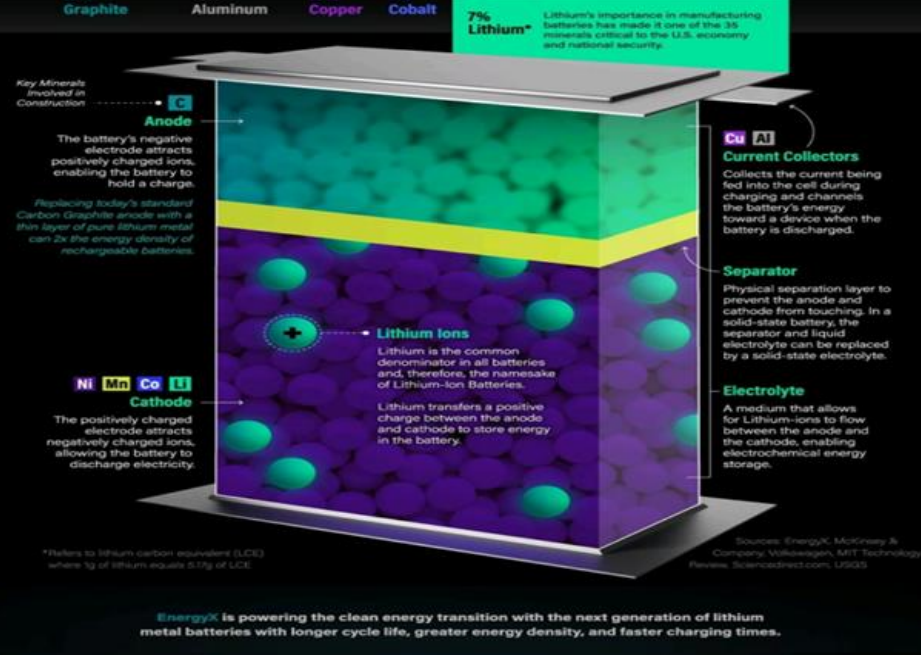
envirobat[®]

España



PEERING INSIDE A LITHIUM-ION BATTERY

AVERAGE MINERAL CONTENT OF A LITHIUM-ION BATTERY



Innovación

Tecnología

Investigación



BATERÍAS DE LITIO-ION

Las baterías de los vehículos eléctricos e híbridos tienen diseños diferentes dependiendo de la compañía de fabricación.

envirobat[®]

España



| Cell type Cooling direction | Cylindrical | Prismatic | Pouch |
|--------------------------------|-------------|-----------|-------|
| Side | | | |
| Bottom | | | |
| Tab cooling | | | |

Various possibilities for your application



Contact us

battery@miba.

www.flexcoole

Innovación

Tecnología

Investigación



Según un Informe de Bloomberg New Finance, se espera que en 2040 se comercialicen 41,58 millones de vehículos eléctricos en todo el mundo (Electric Vehicle Outlook, 2017) y que el 60% de ellos incorporen baterías de iones de litio.

En 2017, había 3 millones de vehículos eléctricos en el stock mundial, que se espera que crezca a 125 millones para 2030 y 530 millones para 2040. *Agencia Internacional de la Energía, Global EV Outlook 2018, 2018, <http://www.iea.org>, (consultado el 25/11/2018).*
J. Lippert, Electric Vehicles, <https://www.bloomberg.com/quicktake/electric-vehicles>, (consultado el 2 de diciembre de 2019).

El gigante asiático necesitará a partir de 2025 unas 800.000 toneladas de carbonato de litio anuales para satisfacer la demanda creciente de vehículos eléctricos. Y prevé que aumente su capacidad de producción de baterías 8 veces para el 2027.

envirobat[®]

España



BATTERY MANUFACTURING CAPACITY BY COUNTRY

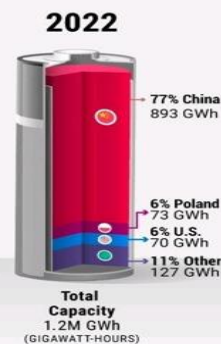
Global lithium-ion battery production capacity is projected to increase eightfold by 2027.

Here's a look at the top countries for battery manufacturing in 2022 and 2027, based on BloombergNEF's lithium-ion supply chain rankings.

Six of the top 10 battery manufacturing companies are headquartered in China.

U.S. battery production capacity is projected to grow over 10x by 2027.

China's dominance is supported by its control over cathode, anode, and refined battery materials production.



Innovación

Tecnología

Investigación



RECICLADO DE BATERÍAS DE LITIO

envirobat[®]

España



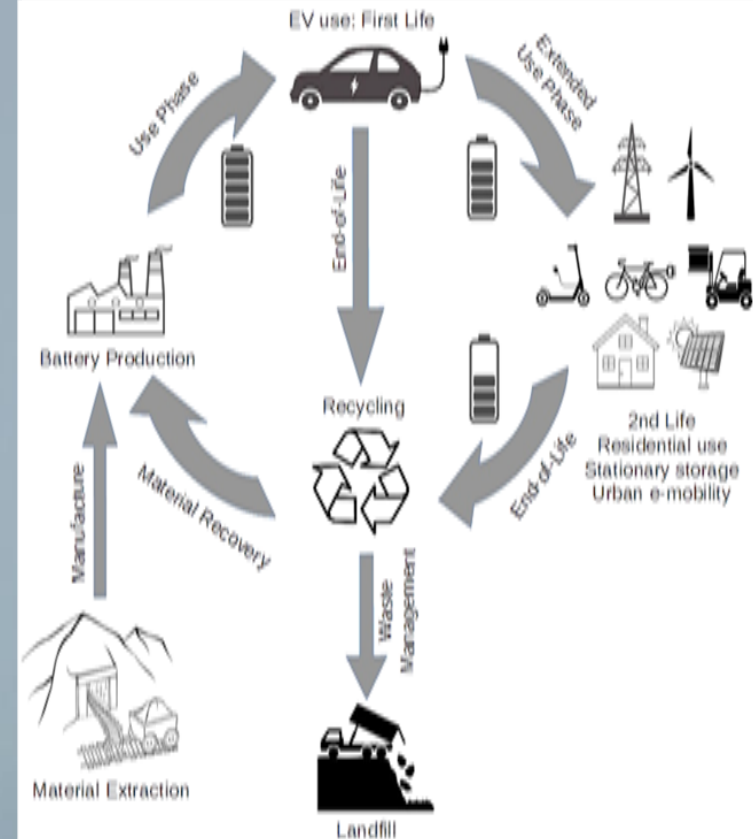
El futuro crecimiento no será sostenible si no se reutilizan o reciclan eficientemente, tanto desde el punto de vista ecológico como económico. Se estima que se requiere una tonelada de litio para producir 90 baterías de vehículos eléctricos.

https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/11/12/opinion/1636713268_988917.html#

En ese contexto, las baterías que utilizan los vehículos eléctricos no están muertas cuando llegan al final de su primera vida útil, para eso contamos con dos soluciones directas:

- Reutilizarlas,
- Reciclarlas.

Economía circular de una batería de Litio. "End of Electric Vehicle Batteries: Reuse vs Recycle". Yash K., Maechante Fernández, C., Canals Casals, L., Bhavya Satishbhai, K., Koch, D., Geisbauer, C., Trilla, L., Gómez-Núñez, A., Schweiger, H. 2021



Innovación

Tecnología

Investigación



RECICLADO DE BATERÍAS DE LITIO

envirobat[®]

España



La Economía Circular es un pilar fundamental de la transición energética hacia un modelo de negocio sostenible y una alternativa a la economía lineal tradicional basada en la fabricación, el uso y la eliminación.

Dentro de los cinco modelos de negocio que ofrece la Economía Circular, **la Prolongación de la Vida Útil de los Productos** “*Reutilizar*” es uno de los pilares de la Economía Circular. La reutilización de los componentes valiosos de las baterías consiste en la selección y la combinación de varios paquetes adecuados en función del estado residual, su capacidad, etc.



Innovación

Tecnología

Investigación



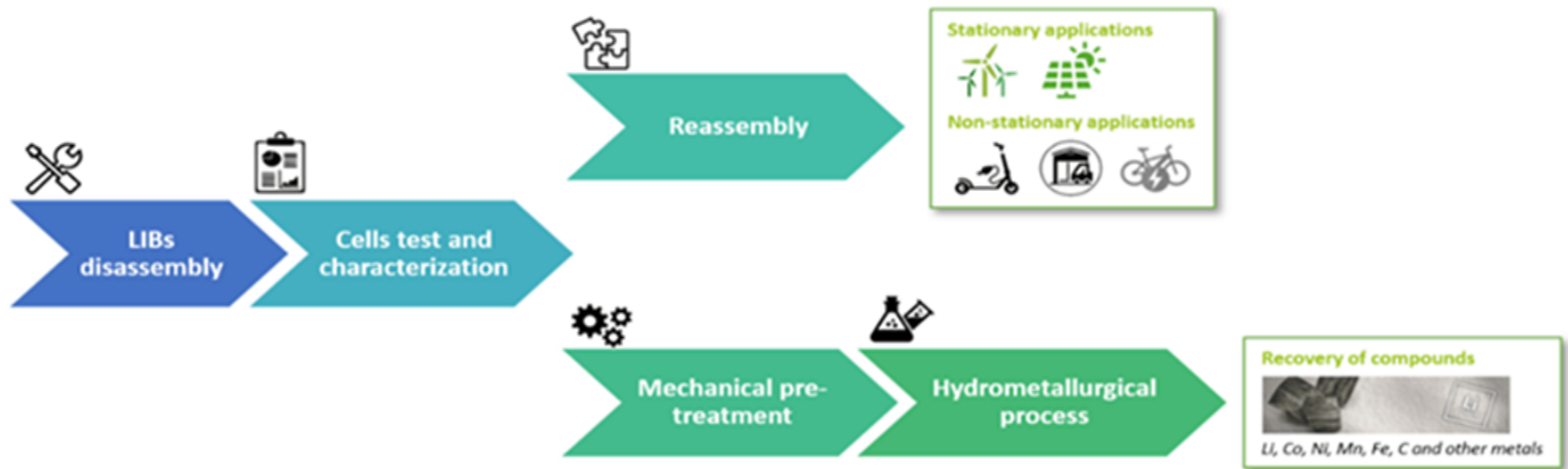
RECICLADO DE BATERÍAS DE LITIO

envirobat[®]

España



Desde Envirobat, avanzamos en el conocimiento de la reciclabilidad y reutilización en segunda vida de las baterías de litio desde el punto de vista del Eco-diseño, de acuerdo con el orden de jerarquía de gestión de residuos que determina el artículo 8 de la Ley 7/2022.



Innovación

Tecnología

Investigación



RECICLADO DE BATERÍAS DE LITIO

EFECTOS AMBIENTALES DE LA EC

Se estima que la economía circular podría reducir entre un 80% y un 99% de los desechos industriales en algunos sectores y entre un 79% y un 99% de sus emisiones.

La Economía Circular tiene la capacidad de reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero un 39% y el uso de materias primas en un 28%.

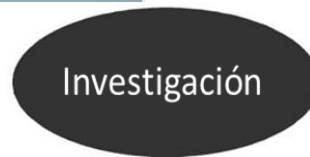
EFECTOS ECONÓMICOS

La transición a un modelo circular podría desbloquear un crecimiento del PIB mundial de hasta 4,5 billones de dólares hasta el 2030.

La OIT estima que transitar hacia un modelo de economía circular podría crear millones de nuevos puestos de trabajo para el 2030.



Figura 1 – Aspectos a considerar en el Ecodiseño



RECICLADO DE BATERÍAS DE LITIO

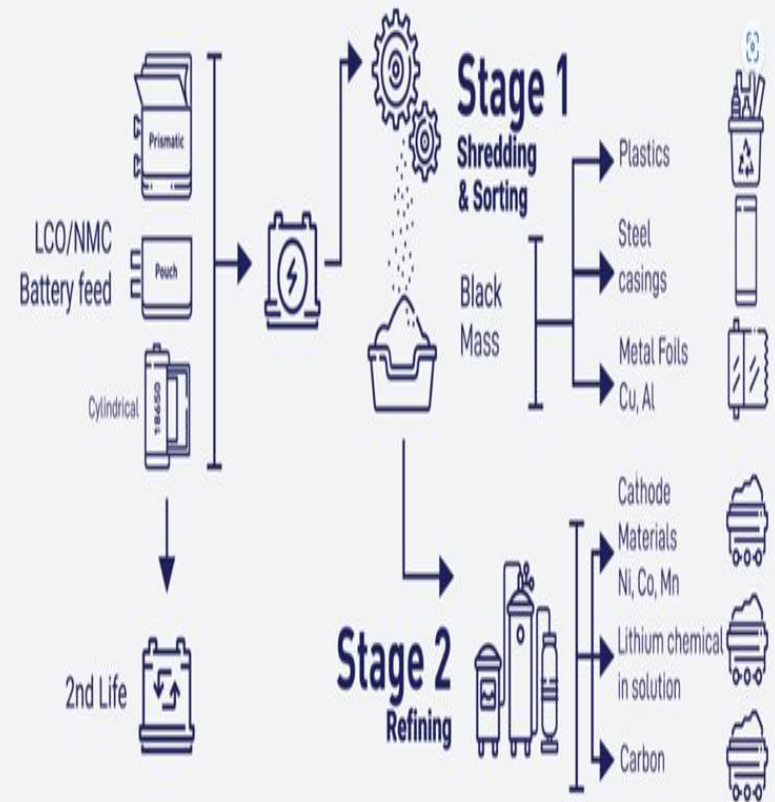
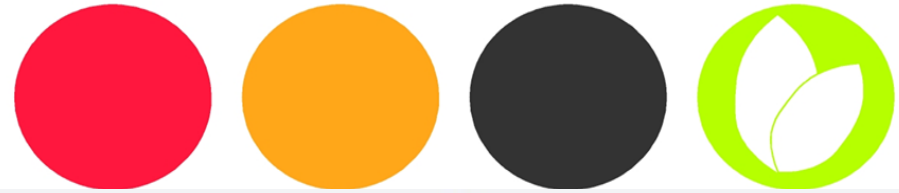
Los procesos de reciclaje que desarrollamos en Envirobat en la baterías de litio, guardan relación directa con la recuperación de los componentes valiosos presentes en su Black Mass, para ser reutilizados como materias primas secundarias en la cadena de valor de manufactura de nuevas baterías de litio.

Estos procesos de reciclaje se componen de dos partes principales:

- El pretratamiento mecánico de las celdas de litio,
- Tratamiento Hidrometalúrgico.

envirobat[®]

España



Innovación

Tecnología

Investigación



envirobat[®]

España




!GRACIAS!

Innovación

Tecnología

Investigación





Riesgos de las baterías de ion-litio. Perspectiva desde los servicios de bomberos

DAVID RUIZ DE LEON ROMERO

Dr. Ciencias de la Tierra y el Medioambiente y Licenciado enm CC Químicas por la UAM, Universidad Autonoma de Madrid. Jefe del Grupo Bombero del Ayuntamiento de Madrid, Unidad de Relaciones Internacionales, RBQ. Posee amplia experiencia en emergencias habiendo trabajado en incendios forestales, servicios provinciales y actualmente en la ciudad de Madrid como bombero, asi como formación sanitaria en emergencias extrahospitalarias. Especializado en emergencias NRBQ y experiencia docente en relación con riesgos tecnológicos y medioambientales. También ha colaborado en proyectos de investigación de geoquímica y ciencias de la tierra realizando mapas de suelos.

ruizleonrd@madrid.es

druizdeleon@hotmail.com

Cambio de paradigma energético

Abandono progresivo de combustibles fósiles

Nuevas tecnologías

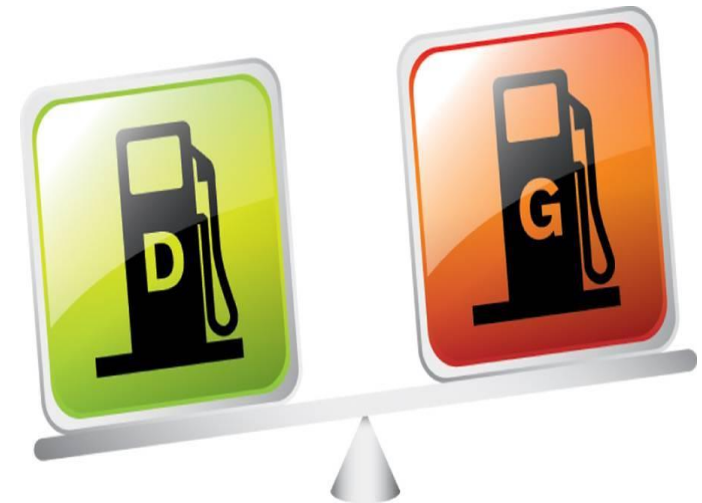
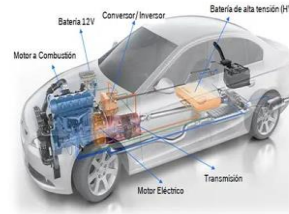
Nuevos Riesgos

Respuesta por detrás del riesgo



Parque automovilístico

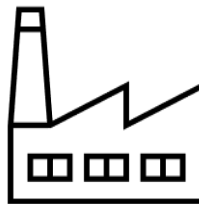
- Gasolina
- Diesel
- GLP
- GNC
- GNL
- H₂
- EV
- Híbridos
- PHEV
- Híbridos con depósito de GLP



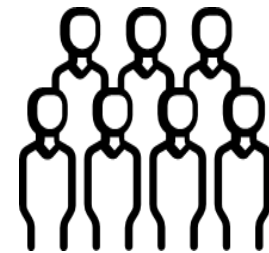
Una empresa familiar con más de 16 años de trayectoria empresarial que ha crecido generando confianza y pionera en la especialización de la gestión, tratamiento y aprovechamiento de los residuos de pilas y baterías



+ de 16 años
de experiencia



+ 2,900 m2
Instalaciones



+ 25
Profesionales

Tendencia actual

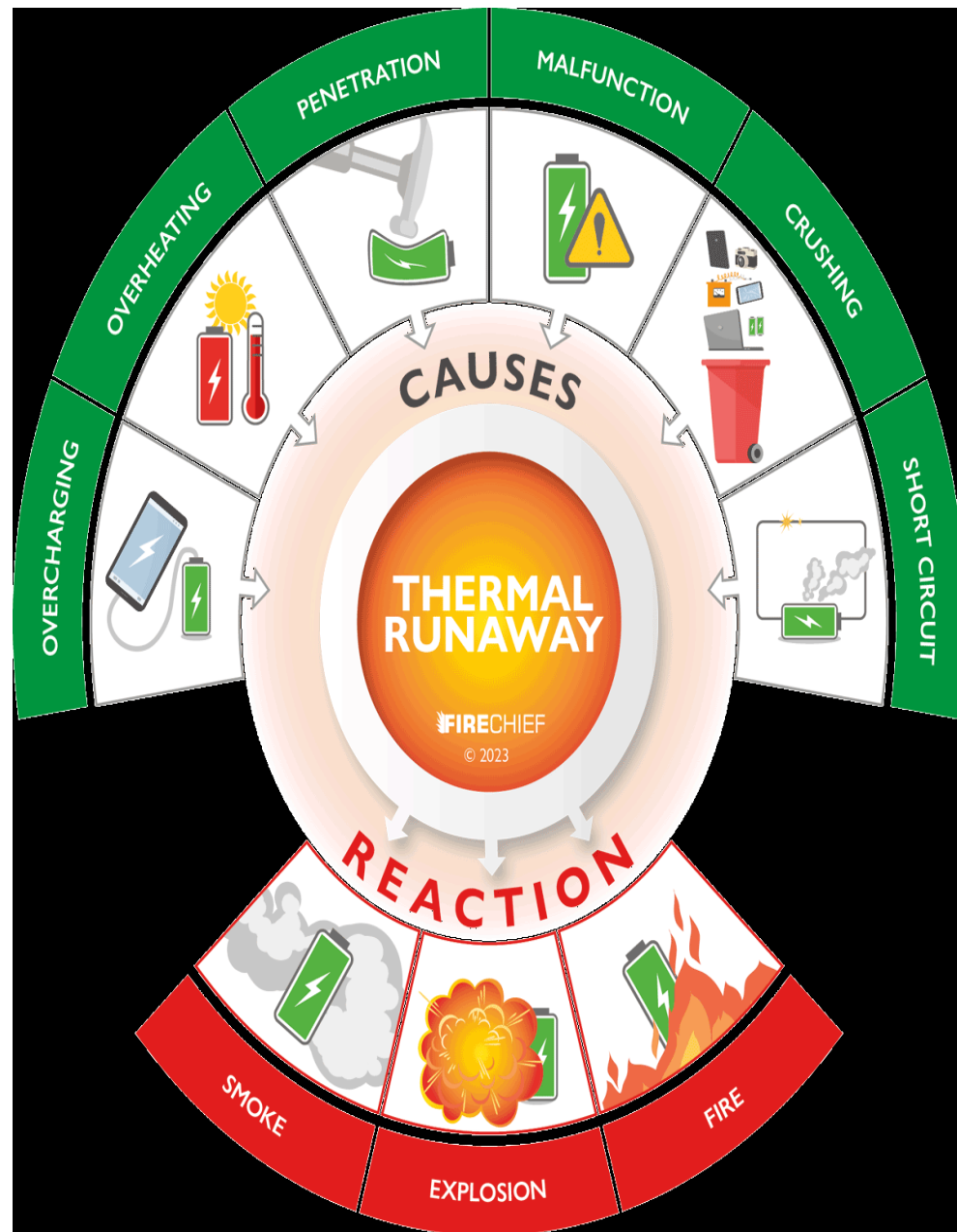
- Electrificación → Reto principal: Desarrollo de baterías.
- Mayoritarias: Baterías de Ion-Litio



Riesgo principal

Incendio o explosión: Fuga térmica
(Thermal Runaway)

- Mal uso
- Alteración de la batería o dispositivo
- Uso de cargador inapropiado
- Condiciones de almacenaje
- Defecto de la batería
- ...



<https://batteryfiresafety.co.uk/what-causes-lithium-ion-battery-fire>



Emergencias Madrid
@EmergenciasMad

#Incendio de un vehículo que transportaba baterías de litio para motos eléctricas. @BomberosMad tras controlar el fuego del vehículo enfría y retira las baterías con las medidas de seguridad necesarias.
@policiamadrid regula el tráfico. @SAMUR_PC en preventivo.



Bomberos Madrid y 2 más

1:51 a. m. • 5 oct. 2019

19 Reposts 4 Citas 54 Me gusta



Emergencias Madrid
@EmergenciasMad

#Incendio de un vehículo híbrido en un garaje en Paseo de la Castellana.
#Chamartín.

Acuden 11 dotaciones de @bomberosmad que controlan la propagación / la reacción química de las baterías.

@policiamadrid acordona la zona.
@SAMUR_PC en preventivo



2:14 p. m. • 29 ago. 2023 • 32,3 mil Reproducciones

El huracán Ian se ceba con los coches eléctricos en Florida

Decenas de ellos han ardidido tras estar sumergidos en agua salada, una combinación con el litio que podría explicar las explosiones



El agua inunda un parque de casas rodantes dañado en Fort Myers, después de que el huracán Ian pasara por el área. **STEVE HELBER AP**

TEATRO REAL >

El fuego en una batería provoca un pequeño incendio en el Teatro Real

Ocho dotaciones de bomberos han controlado el fuego, que no ha provocado heridos

La recarga de una batería provoca un incendio en una vivienda de Alcobendas

Madrid, martes 18 de abril, 2023



Sociedad

Dos baterías conectadas todo el día y mal ventiladas provocan un incendio en una vivienda de Valdemoro

No hubo heridos ni intoxicados. Los bomberos recuerdan la importancia de no cargar baterías en un entorno mal ventilado y sin vigilancia



lunes, 12 de octubre de 2023

La Tribuna de Guadalajara



20°

Kato

GUADALAJARA PROVINCIA REGIÓN ESPAÑA MUNDO DEPORTES OPINIÓN PUNTO Y APARTE GALERÍAS

34X3506

Controlado incendio en una nave con baterías de Seseña

EEC viernes, 28 de agosto de 2023

El fuego, cuyas causas se desconocen, se ha declarado sobre las 6,34 horas. Se han desplazado bomberos de Illescas, Orgaz, Toledo y la Comunidad de Madrid



Dotaciones de bomberos apagando el fuego de la nave. Emergencias Madrid

SOCIEDAD

Los bomberos consiguen controlar el difícil incendio de una nave de baterías de litio en Villa de Vallecas

Hasta 36 dotaciones han estado controlando las llamas de una empresa de motos eléctricas. Controlar el foco principal ha sido "casi imposible".

1 abril, 2023 - 11:27

GUARDAR



Emergencias Madrid @EmergenciasMad · 1 abr.



#Incendio de una nave en #VilladeVallecas. Hasta 25 dotaciones de @BomberosMad trabajan en la extinción. Alberga baterías de litio y motos eléctricas.

@SAMUR_PC ha atendido a 3 personas por inhalación leve de humo.

@policiamadrid trabaja con sus drones.

@policia colabora.



MADRID

2:00

3

32

107

33 mil



Emergencias Madrid @EmergenciasMad · 1 abr.




El incendio está en el sótano y tiene varios focos. @BomberosMad trabaja para evitar que se propague a las naves colindantes. Además, vigilan la estructura como explica el jefe de guardia, Víctor Barrasús. Quedará controlado definitivamente en las próximas horas.

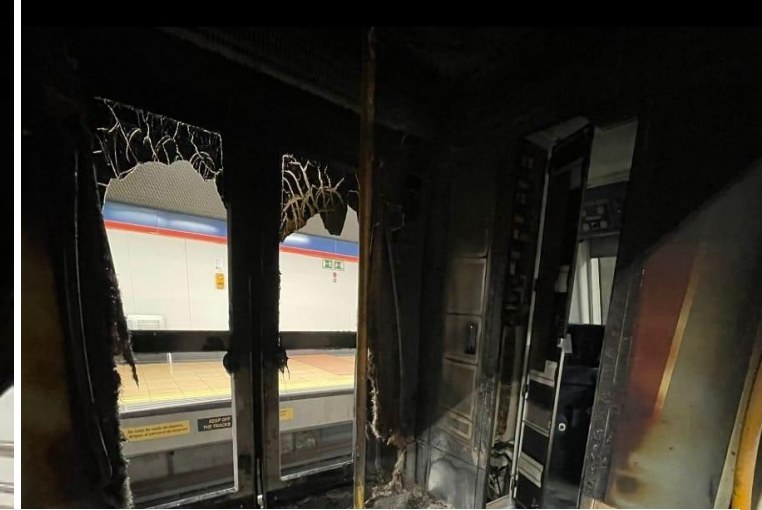
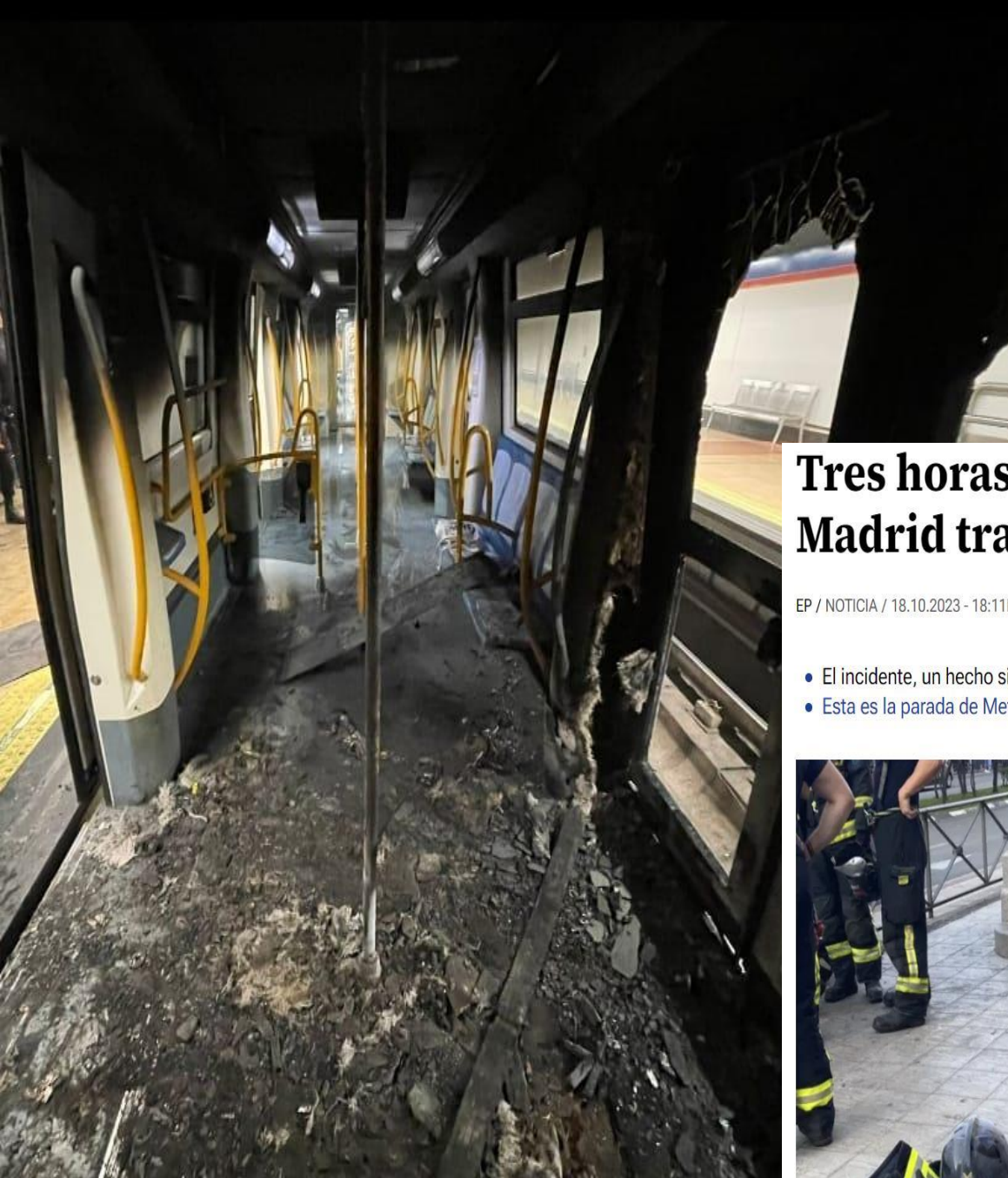
NOTICIAS Y NOVEDADES

Muere un joven después de que un dispositivo explote mientras lo estaba cargando

La Guardia Civil está investigando las causas y el tipo de dispositivo que explotó provocando la muerte de un hombre de 25 años.

9 octubre, 2023 - 12:52

 GUARDAR

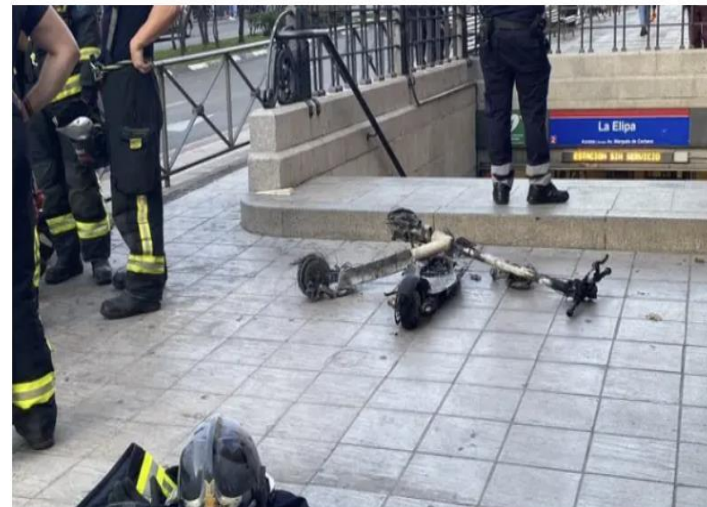


Tres horas de parón en la línea 2 del Metro Madrid tras explotar la batería de un patin

EP / NOTICIA / 18.10.2023 - 18:11H



- El incidente, un hecho sin precedentes en el suburbano madrileño, no ha provocado heridos.
- Esta es la parada de Metro de Madrid con mejores conexiones de la capital.



El patin que ha provocado la detención de la línea 2 de metro. Cedida por: / Jhonny Sarria

Respuesta en
emergencia:
Inmersión de
baterías en agua:
sal



Respuesta en
emergencia:
Mantas
térmicas



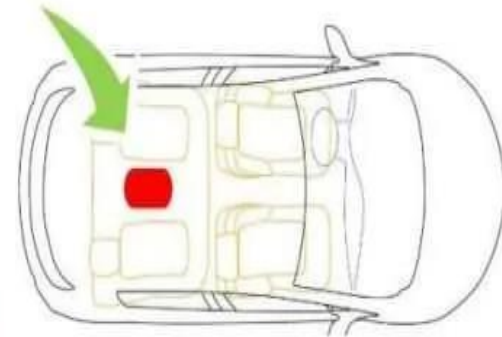
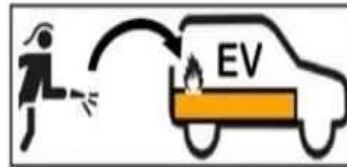


Respuesta en emergencia: contenedores



Rosenbauer BEST (Battery Extinguish System Technology)

Renault Fireman access



Fireman access under the back seat



If traction battery on fire : → Water extinguishing by filling



Respuesta en emergencia: Enfriamiento y extinción

Control de
propagación
hasta
combustión
total





Riesgos asociados a daños mecánicos

Fuga de refrigerante del paquete de baterías

Fuga de electrolito de las celdas

Calentamiento rápido de una de las celdas debido a una reacción exotérmica de los materiales que las componen (fuga térmica de las celdas), escape de gases de las celdas y propagación de las reacciones de embalaje térmico y autocalentamiento a las celdas adyacentes.

- Incendio

Riesgos asociados a las fugas de refrigerante

De 1,6 a 540L (dependiendo del tipo de batería)
refrigerante. De nada hasta 7,6 kg
R134a: 1,1,1,2 Tetrafluoroetano
Etilenglicol mezclado
con agua 50/50.

(dependiendo del tipo de batería).



Riesgos asociados a la fuga de electrolito

Corrosivo: genera gases que pueden contener VOC - carbonatos de alquilo, metano, etileno, etano-, H₂, CO₂, CO, hollín y partículas que contengan óxidos de níquel, aluminio, litio, cobre y cobalto. Además, pueden formarse vapores de pentafluoruro de fósforo, POF₃ y HF.



Poco probable

Desafíos a futuro: Reducir el espacio entre el avance tecnológico y la mitigación del riesgo



NOTAS de la DISCUSION FINAL

Mesa Redonda
del 25 enero 2024

¿qué se entiende normalmente por... “NOTAS” en un texto transcrito ...?:

Se recuerda aquí, que el texto que se incluye a continuación con el epígrafe: NOTAS DE LA SESION DE DISCUSION de la MESA REDONDA del LITIO del 25 enero 2024, que se prolongó en la sede del Colegio de Químicos por unos 60 minutos. Se trata, pues, sólo de unos «apuntes» tomados por el moderador «a vuela pluma» (de oidas...) sobre las intervenciones de los ponentes y asistentes. Por tanto, hay que entender que pueden estar incompletos... No se trata de una transcripción taquigráfica; por lo que pueden haber deslizado en el texto que sigue, pequeños errores o ciertas imprecisiones...y así se debe entender el escrito que sigue...

QUE COMO MODERADOR HE REDACTADO a partir de mis notas manuscritas con la única intención de tener recuerdo o constancia de la interesante Sesión de Discusión que tuvo lugar al final de las ponencias de la Mesa Redonda.

Se transcribe este texto a continuación con la intención de únicamente hacer una distribución restringida entre los ponentes, asistentes y/o quien haya manifestado su interés en recibir este texto. Por tanto, no se trata de incluirlo en ninguna pagina web (a no ser que el Col Quim+ ANQUE u otra medio de difusión tuviese algún interés en difundir esta Sesión de Discusión).

No obstante, si alguien quiere hacer alguna corrección puede enviarla al moderador

*Para las opiniones que se echen de menos,
correcciones o incluso comentarios
adicionales de los ponentes de Portugal y
Argentina que no pudieron conectarse por
la sesión de Zoom
durante la Sesión de Discusión...*

*se ruega dirigirse a los respectivos mails
(diapositivas: 25 y 116 respectivamente)
o bien a: rinconjma@gmail.com*

NOTAS DE LA SESION de DISCUSION FINAL
de la MESA REDONDA del LITIO del pasado 25 enero 2024
en la sede de Col Quim y Asoc. de Quimicos e Ing^{os} de Madrid

Actuando de moderador el Dr. CC Químicas Jesús Ma. RINCON y Prof Inv del CSIC, actualmente Científico Honorífico de la UMH-Elche, al final de las cuatro intervenciones de ponentes de España, Portugal y Argentina y usando en el texto que sigue las abreviaturas de los ponentes y del moderador; a saber:

Javier Garcia Guinea = JGG; Joao Labrincha = JAL; Fabricio Ruiz y Fabiana Genari = FR y FG; Micheel Acosta = MA, Jesús M^a. Rincón = JMaR

...se procedió a establecer un turno de preguntas o comentarios de los que a continuación recogemos unas notas tomadas oralmente:

Emilio Menéndez (Ingeniero de Minas, Refracta, Initec, Endesa), plantea el tema de la posible explotación de los indicios de Litio en una mina de Cañaveral (Cáceres), respondiendo el ponente JGG que es una zona que necesita de una investigación geológica profunda para evaluar realmente las reservas y si esa zona es explotable. Dada la “fiebre el litio “ que hay actualmente, a partir de noticias que aparecen en la prensa en estos tiempos es fácil crear falsas expectativas. JGG insiste que “hay que publicar más y especular menos”.

José Fullea (Dr CC Químicas, antiguamente químico en Tudor y científico del IETcc-CSIC) planteó al ponente de Envirobat el tema de los ciclos que soportan las baterías de Li antes de su agotamiento. Responde MA que no hay algoritmos sobre el uso y desgaste de este tipo de baterías, 3000 o mas ciclos en proceso carga- descarga (¿) pero no son exactos los datos, este hecho dificulta enormemente el reciclado de baterías; de hecho, en baterías de vehículos (multiceldas) se da el caso a menudo de que falla sólo una celda y el resto siguen con carga. La CEE obliga de hecho a un eco- diseño eficiente. MA resaltó las grandes dificultades que se encuentran para el reciclado de baterías de Li debido a la infinidad de modelos, tamaños, diseños. Piensa que se debería en el futuro normalizar o standarizar mas este tipo de productos lo que facilitaría el reciclado, pero es que además la procedencia desde diversos países productores importadores complica aun más las operaciones de reciclado de los diversos componentes que forman las baterías de ion Li.

** Como complemento de la intervención de JOSE FULLEA, se ha incluido a continuación de estas NOTAS, un escrito suyo que amablemente nos ha cedido para su inclusión en este documento sobre las recientes MESAS REDONDAS DEL LITIO en el Col Quim y ANQUE*

Ramón Alvarez Collado (UAM) y/ o José Querol (co-presidente de la Sección Técnica de ingeniería del Col Químicos) plantea de sus dudas sobre la eficiencia del Tokamac para producir “energía manejable” y plantea sus dudas sobre los resultados que puedan tenerse después de muchas investigaciones con los futuros reactores de fusión tipo Tokamac. A fin de cuenta, lo que se pretende es producir calor para producir vapor que mueva unas turbinas. No tiene claro que el balance termodinámico que se deduce de la conocida formula : $G = T T + S$, funcione bien en el caso de este tipo de reactores y sugiere (¿) que una posibilidad mejor seria el bombardeo de iones Li⁺ con protones para producir He⁺, etc....

Por sus experiencias en la industria que habría que realizar balances económicos-energéticos que aun no son muy concluyentes del uso de este tipo de baterías y que habría que recurrir a sistemas de almacenamiento de energía con condensadores electroquímicos, ya que el tema del almacenamiento energético aun no está totalmente resuelto con las nuevas tecnologías (energía solar y eólica) que dependen de los ciclos de producción en picos de subidas y bajadas dependientes de la meteorología. En este sentido MS repite que su empresa Envirobat mantiene una política realista con los “pies siempre en tierra” respecto a las posibilidades de reciclado no sólo de células aun útiles sino también de las posibilidades de materiales que proceden de las baterías

Fidel Martínez (Dr. CC Físicas y antiguo responsable de Biomateriales del Hospital Ramon y Cajal de Madrid) está de acuerdo con que los balances económicos y energéticos deben considerarse en todos los casos.

Enrique Carretero (ContrainSA SL, Seguridad Contra Incendios) se plantea si realmente en España no se están usando todas las posibilidades mineras, así como de posibles salares que contengan Li. JGG le comenta que en realidad nuestro país no tiene unas reservas importantes de minerales de Li que sean explotables y no desde luego a partir de minisales que existan dispersos en diversas zonas. Es más, el Li-español al ser de origen pegmatítico (roca dura) encarece enormemente su explotación y complicaría también las repercusiones medioambientales en su explotación tanto a cielo abierto como en profundidad. Según JGG una idea muy original que se ha tenido en Cornualles (UK) de explotar fluidos calientes con altos % en Li, y que además podrían dar lugar a centros de tratamiento de aguas termales, producirían directamente LiOH, lo cual tendría gran aprovechamiento industrial.

Darwin Bolivar (Ecuador) le preocupa el tema de que el uso del Litio produzca perjuicios para la salud. Tanto los ponentes como varios asistentes coinciden en que no es tóxico su uso, es más algunas sales del Li suele tener usos medicinales en tratamientos de terapias anti-depresión (comentario de Pio Callejas). No hay ningún dato de que el uso de baterías de Li de lugar a problemas para la salud. El mayor problema es cuando se incendian, pero este es un tema que se desarrolló ampliamente en la anterior MR sobre el Litio que se celebró en el Col Quim y ANQUE el pasado 17 de noviembre. Las baterías arrojadas al medio ambiente sin ningún control son altamente contaminantes, pero además por los otros componentes que contienen, sólo cuando se arrojan al campo o vías fluviales...sin ningún control en cuanto a su recogida para el reciclado controlado. Pero este es un problema común a todo tipo de residuos con los que la población no es aun suficientemente responsable para su recogida en puntos limpios o contenedores para pilas que se disponen en lugares ya muy abundantes y próximos.

Pio Callejas (Dr CC Químicas e Ingeniero Metalúrgico, antiguo técnico del ICV-CSIC) expone que desde el punto de vista de la producción de CO_3Li_2 , lo más ventajoso es extraer el Li de los salares que hay reservas ilimitadas en Bolivia por ejemplo (Salar de Uyumi). Interviene además indicando lo que ya expuso en su conferencia del COL QUIM y ANQUE el pasado 17 de noviembre, que ya se producen dientes o coronas dentales de disilicato de litio con muy buenas prestaciones en dentición. Y que el Li se lleva usando desde hace varios siglos para la producción de esmaltes, porcelanas y varios tipos de cerámicas. Incluso como aditivo es muy útil para la producción de vidrios especiales y es básico su uso en el caso de los vitrocerámicos de las encimeras calefactoras de cocinas domésticas, así como para espejos de telescopios (estas aplicaciones fueron también ampliamente expuestas por el moderador JMaR en su conferencia del pasado 17 noviembre en el Col Quim+ ANQUE. En este sentido JMaR recuerda que en la tesis doctoral de Pio Callejas se desarrollaron unos novedosos materiales vitrocerámicos con efectos aventurina y hematites a partir de residuos mineros de micas moscovitas y vermiculitas combinadas con la ambligonita de Valdeflores (Cáceres) de la que ahora se habla tanto en los medios audiovisuales y en la prensa.

Donato Herrera (Vicedecano del Col Químicos) se plantea qué futuro tienen las baterías de Li cuando ahora ya se está hablando del uso de Hidrógeno en pilas de combustible de manera competitiva para los vehículos eléctricos. También se plantea si esto no es un cierto despropósito que está eliminando totalmente otros medios de producción de energía que han demostrado su eficiencia hasta la actualidad en muchos procesos industriales y en usos doméstico o usos de movilidad diaria. Aunque ya la sesión se prolongó en exceso, el moderador dio por cerrada ya esta Sesión de Discusión, aunque dejando la reflexión de que al final todas las tecnologías de producción energética acabarán coexistiendo de una y otra manera en este mundo tan globalizado, aunque lógicamente la propia EVOLUCION (como siempre ha sido desde que existe el “Homo Sapiens”) será el balance económico-energético-medioambiental el que dejará a cada tecnología en su punto de uso concreto en cada lugar y en cada situación.

Clausuró la sesión de esta MESA REDONDA sobre el LITIO la Dra. Carmen Clemente, catedrática de la Escuela de Minas, responsable de la sección técnica de Ingeniería del Col Quim y ANQUE, agradeciendo a todos su participación como oyentes y participantes en esta animada discusión y especialmente a los ponentes por el esfuerzo realizado; así como animando a los asistentes a participar en la siguiente sesión de la Sección Técnica de Ingeniería Química del CQ y ANQUE

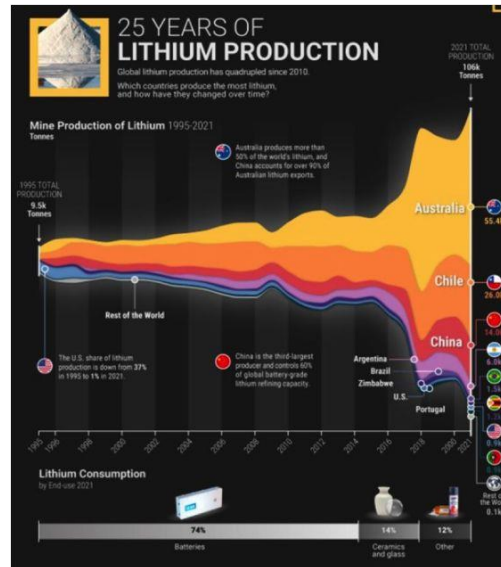
Madrid 31 de enero 2024, J. Ma. Rincón- UMH- Elche

Algunas consideraciones de la mesa redonda sobre el Li celebrada en el Colegio de químicos de Madrid

por José Fullea

El Li ya tenía importancia en diferentes áreas de la industria como en la industria metalúrgica, como elemento activo y eliminador de impurezas. Se recurre a este metal para refinar níquel, cobre, zinc, hierro y sus aleaciones correspondientes. También en la industria cerámica como aditivo en la fabricación de vidrios y cerámicas de alta resistencia de nitruro de silicio empleadas como herramientas de corte y piezas de motores. También en la industria farmacéutica para curar trastornos bipolares y depresiones.

Lo más desconocido es que el litio líquido puede ser clave para la energía de fusión nuclear, se planea generar tritio a partir de litio, para ello se requiere del impacto de neutrones con compuestos de litio (cerámicos y aleaciones), dentro del mismo reactor de fusión, además nuevos experimentos sugieren que puede ser más fácil utilizar la fusión como fuente de energía si se aplica litio líquido a las paredes internas del dispositivo que alberga el plasma de fusión, una capa de litio líquido agregada al interior de la pared del TOKAMAK ayudó a que el plasma se mantuviera caliente en su borde.



Significativamente las necesidades de Litio y como vemos en el gráfico, la producción de Li se ha disparado siendo Australia, Chile, China y Argentina los países que van en cabeza.

El litio es un mineral estratégico para la Unión Europea. La Unión Europea está trabajando en reducir su dependencia en el litio, promoviendo la investigación de nuevas tecnologías para baterías que no precisen el litio y favoreciendo la explotación de los posibles yacimientos presentes en su territorio. Se estima que las reservas de óxido de litio de la Unión Europea son en torno a las novecientas mil toneladas, las cuales se localizan en 27 depósitos potenciales en nueve países de la Unión: República Checa, Serbia, Ucrania, España, Francia, Portugal, Alemania, Austria y Finlandia.

El yacimiento de litio más grande de Europa está en el norte de Portugal, la segunda mina es la de San José, Valdeflores, en Cáceres. Se estima que contiene alrededor de 1,6 millones de toneladas de carbonato de litio equivalente.

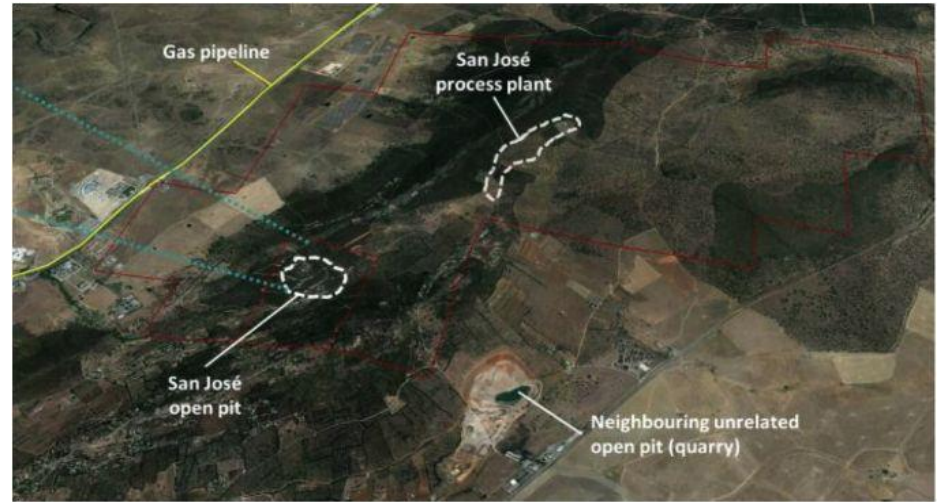


El proyecto industrial lo lleva, con el 75% de participación, una empresa Australiana, Infinity Lithium junto con la compañía Tecnología Extremeña del Litio (TEL) y Valoriza Minería (filial de Sacyr) ver anexo 1

Dado a la cercanía con la ciudad de Cáceres la explotación será extracción 100% subterránea, minimizando la perturbación en el terreno local y reduciendo la producción de polvo y ruido. El método subterráneo también permite que los productos de desecho, no tóxicos, se reinserten bajo tierra como parte del proceso de rehabilitación inmediata.

Con el fin de asegurar una explotación lo más descarbonizada posible, el proyecto cuenta con equipos de minería electrificados, a partir energías renovables, para operar bajo tierra en San José. También se está estudiando la posibilidad de utilizar Hidrogeno verde para su proceso de calcinación en horno.

El proceso para obtener $\text{Li}(\text{OH})$ apto para baterías se describe en el Anexo 2.



En cuanto a los permisos de permisos de explotación aún queda recorrido ya que hay una fuerte oposición social al proyecto. El 28 de marzo, se hizo pública la concesión del permiso de exploración que había recaído en la empresa Castilla Mining SLU, una filial salmantina y empresa pantalla de Infinity Lithium, la corporación australiana que está detrás de la apertura del proyecto extractivista.

Ahora solo queda presentar ante la Junta de Extremadura (la misma que no ha tenido problema en otorgar la licencia de exploración) el denominado permiso de explotación, para el que, junto con los permisos de restauración e impacto ambiental, cuenta con un plazo de un año. Ver anexo 3.

La duración de la explotación se estima en tres décadas de vida: 19 años de extracción de mineral y 10 años adicionales como planta de procesado.

Terminado este plazo, los responsables del proyecto valoran diferentes opciones para la rehabilitación de la zona.

La pregunta que todos nos hacemos es si la extracción de Litio respeta el medio ambiente y su balance energético global (energía consumida para obtenerlo y energía ahorrada por usarlo) que debe ser favorable.

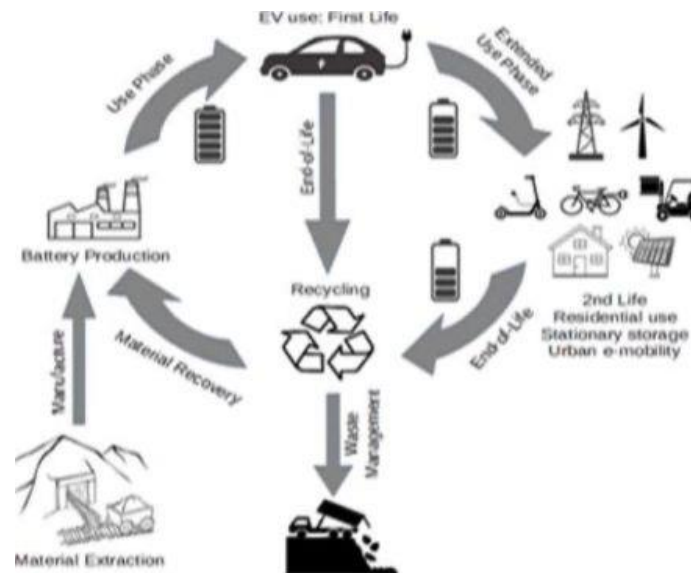
Algunos datos aportados por Micheel Acosta, I+D+I Project Manager de Envirobat, empresa dedicada a la gestión, tratamiento y aprovechamiento de los residuos de pilas y baterías, son preocupantes como es el caso de que por cada Tm de Li se requieren 2000 Tm de agua que no se puede reciclar , 250 Tm de mineral o 750 Tm de salmuera rica en Li. Hoy en día, los coches eléctricos son hasta un 30% más caros que los de combustión, pero a partir del año 2026, la paridad entre un coche eléctrico y uno de gasolina ya sería posible.

Para 2030 es muy posible que no haya suficientes fábricas de baterías, pero tampoco suficiente litio o cobalto para abastecer la demanda. Se ha estimado que Europa necesitará casi 60 veces más litio y 15 veces más cobalto de aquí al 2050 para los coches eléctricos y el almacenamiento de energía. Otro problema es el reto por encontrar cobalto de proveedores sostenibles y en países donde se cumplan los estándares de seguridad y derechos laborales frente a los depósitos mineros de la República Democrática del Congo, que abastece de este mineral a cerca de dos tercios del mercado mundial.

Una vez finalizada su vida útil de la batería, que se estima es de entre seis y ocho años, el proceso de reciclado de las baterías de iones de litio permite recuperar entre el 55% y el 78% de los materiales, se trata sobre todo de hierro, pero también cobalto, níquel, cobre, aluminio y, los procesos más avanzados, permiten recuperar también el litio.

Los materiales que lleva una batería de Li ion son grafito 16%, Al 15%, Cu 10%, Co 7%, Li 7%, Mn 5%, Ni 4%, otros 36%

Se debe contar con la economía circular y en particular con la prolongación de la vida útil de las baterías para asegurar, desde el punto de vista ecológico y económico, el crecimiento de los vehículos eléctricos que tienen previsto Europa y países como China, EEUU, India o Canadá

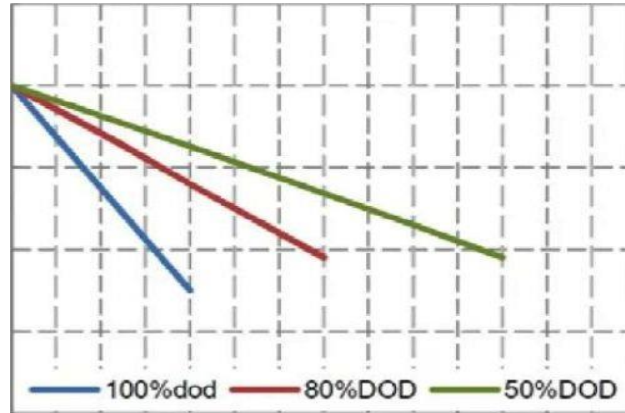


La empresa Envirobat apuesta por la reutilización aparte del reciclado, basándose en que las baterías que utilizan los vehículos eléctricos no están muertas cuando llegan al final de su vida útil. La batería es un elemento compuesto de celdas. Estas celdas se conectan entre sí en diferentes módulos. Y a su vez, una batería está compuesta por varios módulos de diversos número de celdas.

Han comprobado que cuando llega una batería que ha sido retirada del VE por fallo, lo normal es que el fallo se debe a una sola celda o un numero pequeño y que el resto estén bien, por lo que has decidido separar las celdas en buen estado y reutilizarlas en baterías de "segunda vida " en aplicaciones diferentes al VE como patinetes y bicicletas eléctricas, almacenamiento de energía eléctrica sobrante de viviendas con paneles FV, carretillas eléctricas elevadoras etc.

Hice una observación a Micheel Acosta ya que hay dos formas de fallo de una celda , una es por defecto de fabricación, que implica que la celda falla con muy pocos ciclos de carga/ descarga y la otra es por deterioro de los electrodos como consecuencia de los ciclos de carga /descarga. En la gráfica vemos como la capacidad de la batería va disminuyendo con el número de ciclos y que esta reducción es más rápida cuando más profundos son los ciclos de carga/descarga.

La reutilización de celdas en el primer caso, cuando una celda del módulo ha fallado prematuramente por un defecto de fabricación, implica que las restantes están al 100% o cerca de su capacidad nominal y se pueden reutilizar como baterías nuevas. En el segundo un módulo que lleva un número importante de ciclos de carga/descarga , una o varias celdas pueden colapsar antes que el resto. En este caso es caso es prácticamente imposible saber la vida residual del resto de celdas del módulo porque dependerá del uso que se haya dado al VE .



Number of Cicles with Different DOD Discharge Cycle Life Curve GO.SC, 25°C (gráfica tomada de la ponencia de Envirobat)

En la gráfica se puede ver que una celda con 1500 ciclos tendrá una capacidad residual diferente en función de la profundidad de descarga a que se haya sometido el coche y eso es un dato que no dispone el reutilizador.

José Fullea, Madrid 27/01/2024

Anexo1

El proyecto de explotación de esta mina lo lleva una empresa Australiana, Infinity Lithium. La filial de Infinity Lithium, Extremadura New Energies, mantiene una participación del 75% en el Proyecto de Litio San José.

Extremadura New Energies es una empresa sin concesión ni derecho alguno sobre la explotación pero que ha resultado ser la encargada de su difusión, introducción en la opinión pública local y auténtica correa de transmisión mediática de los intereses de Infinity Lithium.

Anexo 2

Procesamiento: el proceso de beneficio utiliza la trituración y la flotación por etapas, lo que da como resultado la eliminación de desechos y la mejora del grado de litio del concentrado, seguido de la mezcla del concentrado de mica que contiene litio con un sulfato como parte del proceso de tostado donde la calcinación libera el litio. A continuación, el material se lixivia con agua para obtener fuertes recuperaciones de sulfato de litio en solución.

Luego, la solución de sulfato de litio se cristaliza y purifica para producir hidróxido de litio de grado de batería, lo que resulta en un proceso viable con bajo riesgo técnico.

Anexo 3

El citado permiso de exploración (que ya fue solicitado en junio de 2019), denominado Extremadura S.E. abarcaría, de acuerdo con la Plataforma Salvemos la Montaña de Laceres, 352 cuadrículas mineras (10.560 hectáreas) pasando por los términos municipales de las Torres, Sierra de Fuentes, toda la Sierra de la Mosca, la Montaña, y llegando a ocupar hasta el casco urbano de Laceres.

FINALMENTE :

una IMPORTANTE RECOMENDACIÓN del editor

J. Ma. Rincón de esta recopilación, que incluye todas las ponencias y Notas de la Discusión Final correspondientes a las MESAS REDONDAS del LITIO celebradas los días 17 nov 2023 y 25 enero 2024.....:

...sobre el uso que se haga de alguna diapositiva, gráfico o texto incluido en este DOCUMENTO en power point para cualquier otro tipo de publicación...

→ Se entiende, o más bien se recuerda que, como es habitual en cualquier conferencia o curso o acto académico...SIEMPRE se debería citar esta publicación en la forma siguiente:

AUTOR/ es....+ ACTO (Lugar y Organismo Organizador del evento)+ FECHA+ Ciudad+ paginas, etc....

Ejemplo:

AUTOR (Nombre Apellido), "Titulo ponencia" (entrecomillado), Mesas Redondas: Aplicaciones del Litio (16 nov 2023) y Panorama Internacional del Litio (25 enero 2024), Eds. Col Quim y ANQUE, Madrid,



ISBN 978-84-18177-83-5



Vestibulo, Universidad Pardubice
(J. Ma. Rincón, 2014)

Editors:



Científico Honorífico Colaborador, UMH y Profesor de Investigación del CSIC, Secretario General-SECV (1988-92) y Presidente de la AEC (2012-2016). Numerosas aportaciones científicas, H index= 32, en materiales vitrocerámicos, así como en las aplicaciones de la microscopia electronica.



Catedrático de Edafología y Química Agrícola. Vicerrector de Relaciones Internacionales (2011-2015) y Vicerrector de Investigación e Innovación (2015-2019), UMH. Actual Presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC). Autor de varios libros y más de 200 publicaciones sobre mineralogía de arcillas, contaminación atmosférica, materiales cerámicos y edafología ambiental.