



IMPORTANCIA DE LOS METALES ESTRATÉGICOS EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS



José de Jesús Parga Pérez

M. en C. José de Jesús Parga — Pachuca, Hgo., año 2020

Distrito Pachuca



CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN

II. IMPORTANCIA DE LAS ENERGÍAS LIMPIAS

III. ENERGÍA EÓLICA

IV. ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

V. ENERGÍA SOLAR

VI. ENERGÍA GEOTÉRMICA

VII. METALES ESTRATÉGICOS UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS

VII.1. LITIO

VII.2.. GRAFITO

VII.3. TIERRAS RARAS

VII.4. INDIO

VII.5. GALIO

VII.6. GERMANIO

VII.7. NIOBIO

VII.8. TANTALIO

VII.9. COLTAN

VII.10. TITANIO

VII.11. ZIRCÓN

I. INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN: EL TÉRMINO METALES ESTRATÉGICOS; SE REFIERE A TODOS AQUELLOS MINERALES QUE SON UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA DE ALTATECNOLOGÍA POR SUS PROPIEDADES INTRÍNSECAS, SIENDO SUS RESERVAS MUY CODICIADAS POR LOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS. ... SE CONSIDERAN **ESTRATÉGICOS** CUANDO SU ABUNDANCIA EN EL PLANETA ES LIMITADA A POCOS PAISES.

ENERGÍA. EN FÍSICA ENERGÍA SE DEFINE COMO LA CAPACIDAD PARA REALIZAR UN TRABAJO.

EN TECNOLOGÍA Y ECONOMÍA, «ENERGÍA» SE REFIERE A UN RECURSO NATURAL (INCLUYENDO A SU TECNOLOGÍA ASOCIADA) PARA PODER EXTRAERLA, TRANSFORMARLA Y DARLE UN USO INDUSTRIAL O ECONÓMICO (Wikipewdia).

DEFINICIÓN: ENERGÍAS LIMPIAS. LAS ENERGÍAS LIMPIAS (**ENERGÍAS VERDES**) SON FORMAS DE OBTENCIÓN DE ENERGÍA QUE **PRODUCEN UN MÍNIMO O NULO IMPACTO ECOLÓGICO EN EL MEDIO AMBIENTE**, DURANTE SUS PROCESOS DE PRODUCCIÓN.

AUNQUE EN REALIDAD NO EXISTEN ENERGÍAS CUYA PRODUCCIÓN NO OCASIONE UN IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE AUNQUE SE MÍNIMO; LAS QUE SE CONSIDERAN COMO **ENERGÍAS LIMPIAS** SON AQUELLAS MÁS SEGURAS Y CONFIABLES EN TÉRMINOS ECOLÓGICOS, YA QUE EL DETERIORO AL ECOSISTEMA Y SERES VIVOS ES MÍNIMO O PRÁCTICAMENTE INEXISTENTE.



Grupo de 17 elementos utilizados en una variedad de productos de consumo

Características:

▶ De color gris y plateado

▶ Suave, maleable y dúctil

Más del 85 % de la oferta mundial viene de China

Productos que contienen minerales raros:

■ iPods

dysprosium, neodymium, praseodymium, samarium, terbium

■ Turbinas eólicas

dysprosium, neodymium, praseodymium, terbium

■ Vehículos híbridos

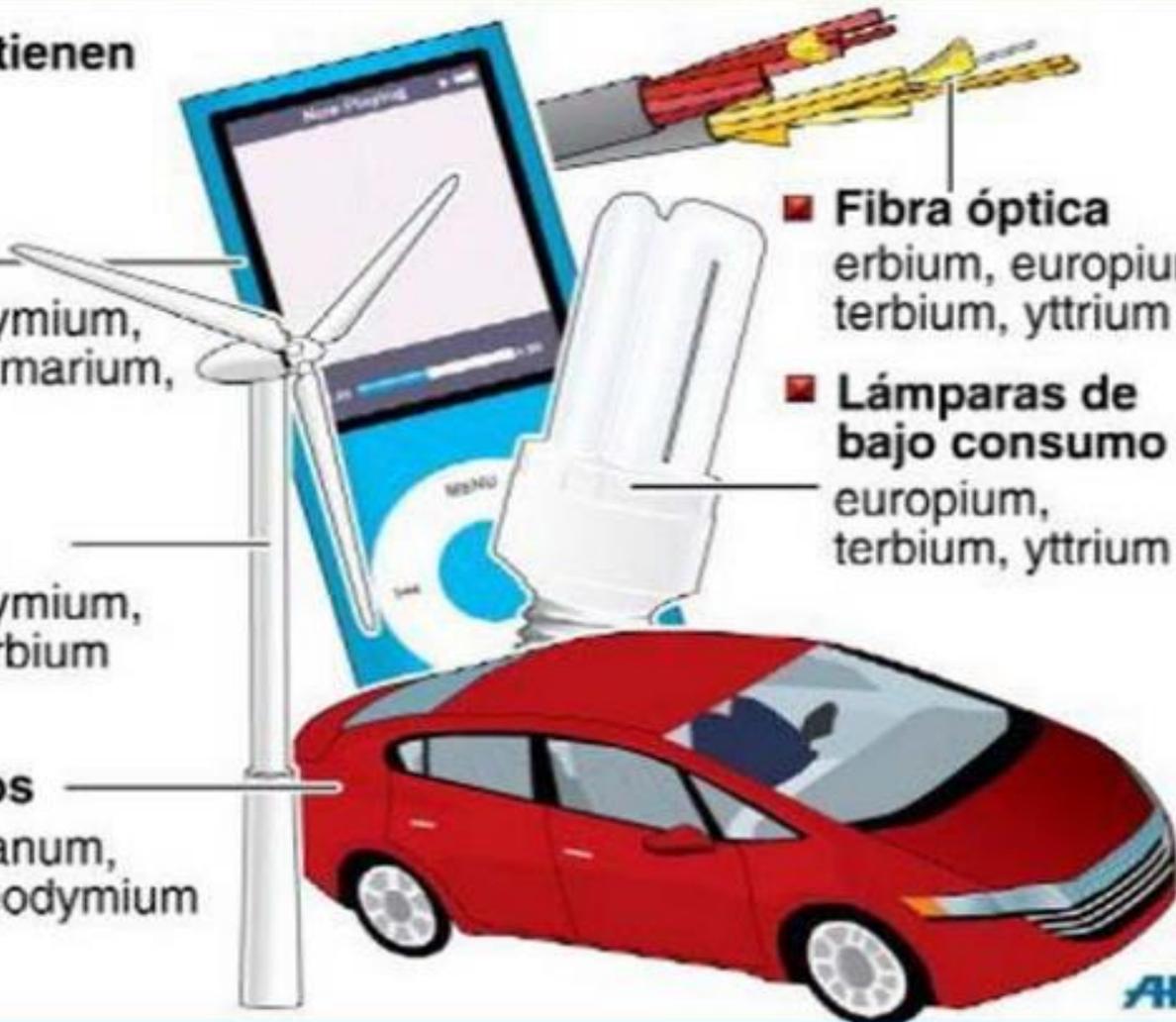
dysprosium, lanthanum, neodymium, praseodymium

■ Fibra óptica

erbium, europium, terbium, yttrium

■ Lámparas de bajo consumo

europium, terbium, yttrium



Fuente: USGS

AFP

Conflict minerals clampdown

The *Securities and Exchange Commission* has ruled that U.S.-listed manufacturers such as Apple and Boeing must scrutinise the sources of four metals to make sure they don't help fund human rights abuses

ANATOMY OF A SMART PHONE

50
Sn
Tin

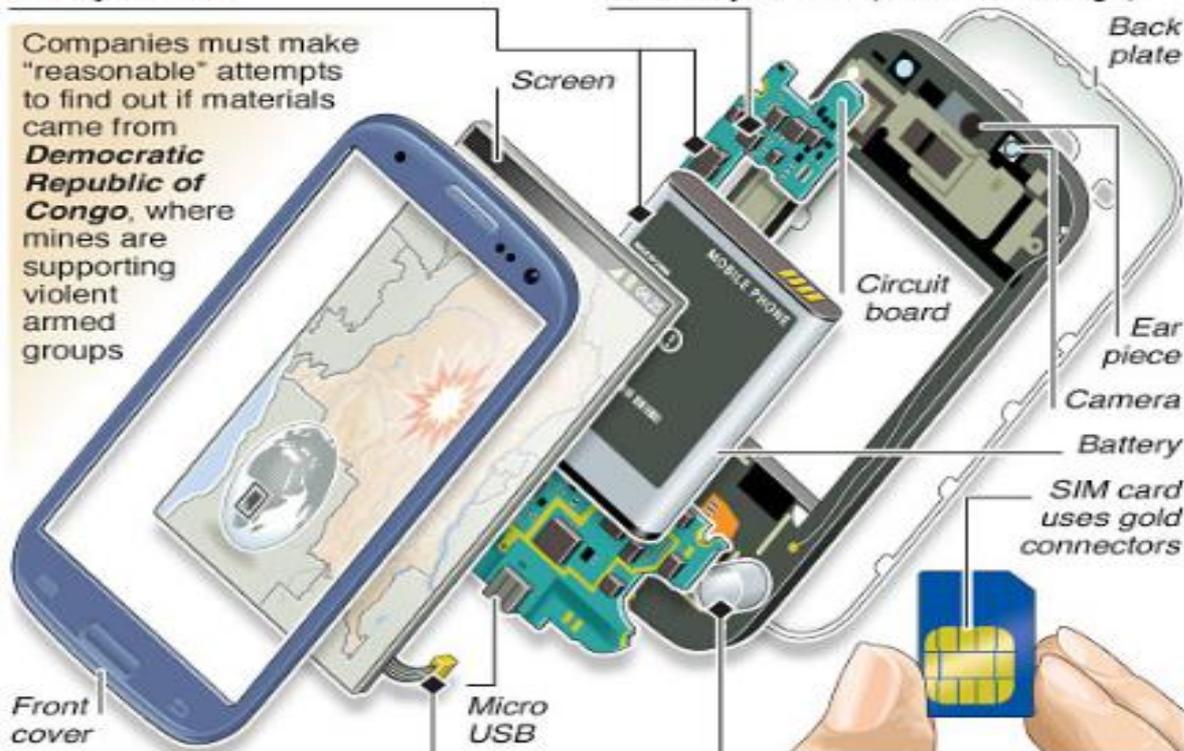
Tin aka *stannum* (Latin)
Silvery, malleable metal that does not easily oxidize in air
Source: Cassiterite

Use: Circuit board **solder** and battery **anodes**

73
Ta
Tantalum

Tantalum from *Tantalus* (Greek mythological figure)
Rare, hard, lustrous metal. Highly corrosion resistant

Source: Columbite-tantalite (Coltan)
Use: **Capacitors** (electrical storage)



79
Au
Gold

Gold aka *aurum* (Latin)
Dense, soft, malleable metal
Source: Nuggets or grains in rock and alluvial deposits

Use: **Connectors** – does not corrode in air like silver and copper

Source: Wire agencies

74
W
Tungsten

Tungsten from *tung sten* (Swedish) meaning "heavy stone"; aka *wolfram* (German). Hard, rare metal

Source: Wolframite
Use: **Vibration motor**

© GRAPHIC NEWS

Metals & Mineral Products used to make a Solar Panel



- **Arsenic (gallium-arsenide semiconductor chips).** Mined in China, Chile, Morocco, Peru, Kazakhstan, Russia, Belgium and Mexico.
- **Bauxite (aluminum).** Mined in Australia, China, Brazil, India, Guinea, Jamaica, Russia, Venezuela, Suriname, Kazakhstan, Guyana and Greece.
- **Boron Minerals (semiconductor chips).** Mined in United States, Turkey, Argentina, Chile, Russia, Peru, China, Bolivia and Kazakhstan.
- **Cadmium (thin film solar cells).** Mined in China, Republic of Korea, Japan, Kazakhstan, Mexico, Canada, Russia, United States, India, Netherlands, Poland, Germany and Australia.
- **Coal (by-product coke is used to make steel).** Coal is mined world-wide, and constitutes 30.1% of the generation of U.S. electricity.
- **Copper (wiring; thin film solar cells).** Mined in Chile, United States, Peru, China, Australia, Russia, Indonesia, Canada, Zambia, Poland and Mexico.
- **Gallium (solar cells).** Mined in China, Germany, Kazakhstan and Ukraine.
- **Indium (solar cells).** Mined in China, Republic of Korea, Japan, Canada, Belgium, Russia, Peru and Brazil.
- **Iron ore (steel).** Mined in China, Brazil, Australia, India, Russia, Ukraine, United States, South Africa, Iran, Canada, Sweden, Kazakhstan, Venezuela and Mexico.
- **Molybdenum (photovoltaic cells).** Mined in China, United States, Chile, Peru, Mexico, Canada, Armenia, Iran, Russia and Mongolia.
- **Lead (batteries).** Mined in China, Australia, United States, Peru, Mexico, Canada, India, Bolivia, Poland, Russia, Sweden, Ireland and South Africa.
- **Phosphate rock (phosphorous).** Mined in China, United States, Morocco, Western Sahara, Russia, Tunisia, Jordan, Brazil, Syria, Israel, Egypt, South Africa and Canada.
- **Selenium (solar cells).** Mined in Japan, Belgium, Canada, Russia, Chile, the Philippines, Finland, Peru, Sweden and India.
- **Silica (solar cells).** Mined in United States, Italy, Germany, United Kingdom, Australia, France, Spain, Japan, Poland, Hungary, South Africa, Mexico, Austria, Iran, Republic of Korea, Slovakia, Canada, Belgium, India, Bulgaria, Norway, Chile, Gambia, Turkey and Czech Republic.
- **Silver (solar cells).** Mined in Mexico, Peru, China, Russia, Poland, Australia, Bolivia, Chile, Kazakhstan and United States.
- **Tellurium (solar cells).** Mined in Australia, Belgium, Canada, China, Germany, Japan, Kazakhstan, Peru, Philippines, Russia and United States.
- **Titanium dioxide (solar panels).** Mined in Australia, South Africa, Canada, China, India, Norway, Ukraine, Vietnam, Mozambique, United States, Sierra Leone and Brazil.

What Mineral Products & Metals Are Needed To Make Wind Turbines?

- **Aggregates and Crushed Stone (for concrete):** Mined in the United States.
- **Bauxite (aluminum):** Mined in Australia, China, Guinea, Brazil, India, Jamaica, Russia, Kazakhstan, Saudi Arabia and Greece.
- **Clay and Shale (for cement):** Mined in United States.
- **Coal (by-product coke is used to make steel).** Coal is mined world-wide, and constitutes 30.1% of the generation of U.S. electricity.
- **Cobalt (magnets):** Mined in Congo (Kinshasa), Russia, Australia, Canada, Cuba, Philippines, Madagascar, Papua New Guinea, Zambia, New Caledonia, South Africa and the United States.
- **Copper (wiring):** Mined in Chile, Peru, China, United States, Australia, Congo (Kinshasa), Mexico, Zambia, Indonesia and Canada.
- **Gypsum (for cement):** Mined in China, United States, Iran, Thailand, Turkey, Italy, Spain, Oman, Mexico, Japan, Russia, India, Brazil, France, Australia, Egypt, Algeria, Saudi Arabia, Germany, Pakistan, Canada, Argentina and United Kingdom.
- **Iron ore (steel):** Mined in Australia, Brazil, China, India, Russia, South Africa, Ukraine, Canada, United States, Iran, Sweden and Kazakhstan.
- **Limestone (for cement):** Mined in United States.
- **Molybdenum (alloy in steel):** Mined in China, Chile, United States, Peru, Mexico, Armenia, Iran, Canada, Russia, Mongolia, Turkey, Argentina, and Uzbekistan.
- **Rare Earths (magnets; batteries):** Mined in China, Australia, Russia, Brazil, Thailand, India, Malaysia and Vietnam.
- **Zinc (galvanizing):** Mined in China, Peru, India, Australia, United States, Mexico, Bolivia, Kazakhstan, Canada and Sweden.
- **Sand and Gravel (for cement and concrete):** Mined in United States, Italy, Malaysia, France, India, Turkey, Germany, Spain, United Kingdom, Australia, Japan, Poland, Canada, South Africa, and Mexico.



INTERESTING FACTS

The foundation may contain over a thousand tons of concrete and rebar. Dimensions are often between 30-50 ft. across and 6-30 ft. deep. The average tower height is 229 ft. 8 in. Shafts are sometimes driven down farther to help anchor it. The platform is critical to stabilizing the immense weight of the turbine assembly. Depending on the model, industrial wind turbines can weigh between 164-334 tons, or more. 2,585 turbines were installed in the U.S. in 2016.

Like old fashioned windmills, today's wind turbines use blades to collect the kinetic energy of the wind. The wind flows over the blades creating lift, like the effect on airplane wings, which causes them to turn. The blades are connected to a drive shaft that turns an electric generator to produce electricity.

When the wind isn't blowing, other types of power plants must be used to make electricity. Wind turbines also use neodymium, boron and iron magnets in their construction and operation.

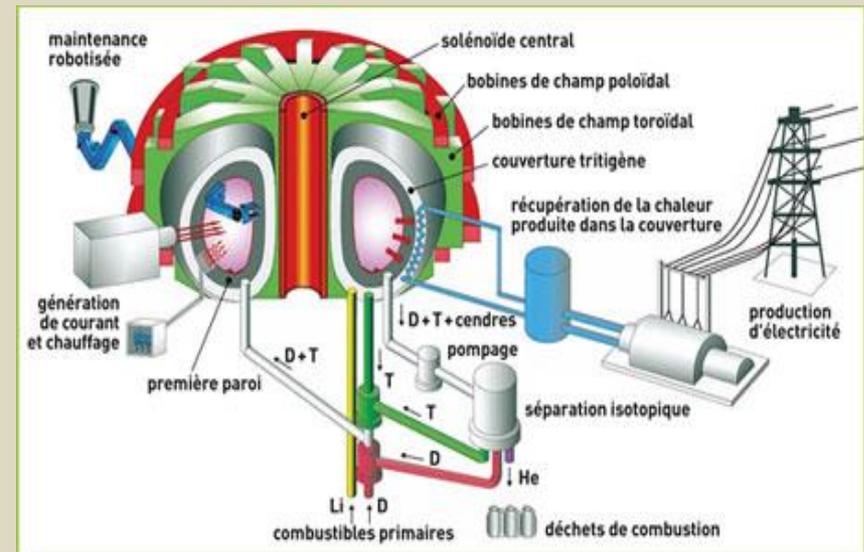
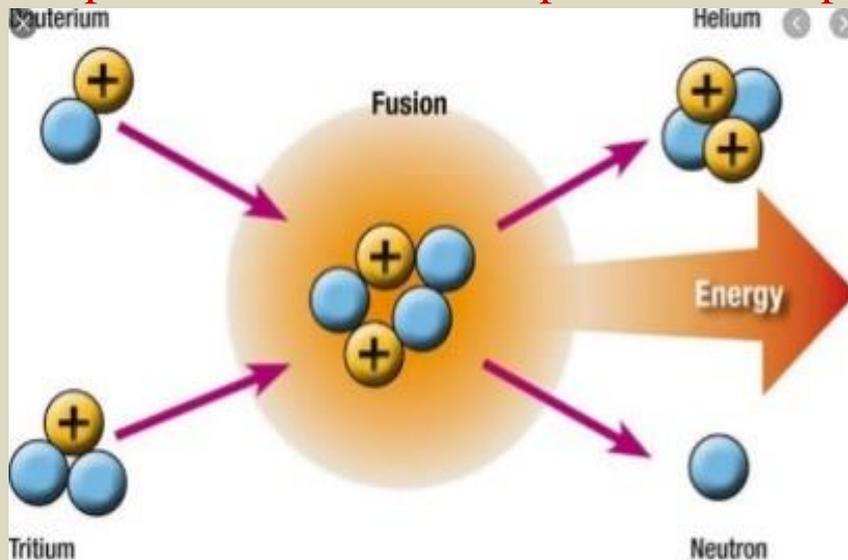
II. MPORTANCIA DEL LITIO EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD LIMPIA POR FUSIÓN TERMONUCLER

EL LITIO, ADEMÁS DE SER EL PRINCIPAL ELEMENTO EN LA FABRICACIÓN DE BATERIAS; TAMBIÉN JUEGA UN PAPEL FUNDAMENTAL EN LA GENERACIÓN DE TRITIO, QUE ASEGURA LA REACCIÓN TERMONUCLEAR EN CADENA, EN UNA PLANTA NUCLEOELÉCTRICA TERMONUCLEAR PARA GENERAR **ENERGÍA ELÉCTRICA LIMPIA** PRÁCTICAMENTE INAGOTABLE. MILITARMENTE; EL LITIO TAMBIÉN ES IMPORTANTE EN LA FABRICACIÓN DE LA TEMIBLE **BOMBA DE HIDROGENO**.

El isotopo 7 de Li, reacciona con los neutrones rápidos provenientes del reactor y genera tritio y un neutrón lento, que posteriormente reacciona con el isotopo 6 para producir más tritio.



La reacción de fusión deuterio-tritio, produce neutrones rápidos necesarios en la producción del Tritio a partir del isotopo Li^7 .



What's in my Cell Phone?

- **Arsenic (gallium arsenide in the amplifier and receiver).** Mined in China, Chile, Morocco, Peru, Kazakhstan, Russia, Belgium and Mexico.
- **Copper (circuitry).** Mined in Chile, United States, Peru, China, Australia, Russia, Indonesia, Canada, Zambia, Poland, Kazakhstan and Mexico.
- **Gallium (gallium arsenide).** Mined in China, Germany, Kazakhstan and Ukraine.
- **Gold (circuitry).** Mined in China, United States, Australia, South Africa, Peru, Russia, Canada, Uzbekistan, Ghana, Papua New Guinea, Indonesia, Brazil, Mexico and Chile.
- **Magnesium compounds (phone case).** Mined in China, Turkey, North Korea, Russia, Slovakia, Austria, Spain, Australia, Brazil, Greece, India and the United States.
- **Palladium (circuitry).** Mined in Russia, South Africa, Canada, United States and Zimbabwe.
- **Platinum (circuitry).** Mined in South Africa, Russia, Canada, Zimbabwe, United States and Colombia.
- **Silver (circuitry).** Mined in Peru, Mexico, China, Australia, Chile, Russia, United States, Poland, Bolivia and Canada.
- **Tungsten (circuitry).** Mined in China, Russia, Canada, Austria, Bolivia and Portugal.
- A multitude of **petroleum products** are used in cellular phones.



INTERESTING FACTS

- About 130 million cell phones are retired annually in the United States. Collectively, these cell phones weigh about 14,000 metric tons. Annually retired cell phones contain almost 2,100 metric tons of copper, 46 metric tons of silver, 3.9 metric tons of gold, 2 metric tons of palladium, and 0.04 metric tons of platinum.
- Recovery and recycling of cell phones are in the early stages of development, as is the case for recycling of electronics in general. For cell phone recycling to grow, recycling must become economically viable. Efficient recovery infrastructure, product designs that simplify dismantling, and other changes are needed to facilitate the growth of cell phone recycling.
- Gallium arsenide is used in the amplifier and receiver.
- Magnesium compounds are alloyed to make the cell phone cases.

What's In A Hybrid Car?

- Bauxite (aluminum). Mined in Australia, China, Brazil, India, Guinea, Jamaica, Russia, Venezuela, Suriname, Kazakhstan, Guyana and Greece.
- Cadmium (batteries). Mined in China, Republic of Korea, Japan, Kazakhstan, Mexico, Canada, Russia, United States, India, Netherlands, Poland, Germany and Australia.
- Chromite (chromium). Mined in South Africa, India and Kazakhstan.
- Coal (by-product coke is used to make steel). Coal is mined world-wide, and constitutes 30.1% of the generation of U.S. electricity.
- Cobalt (alloy; batteries). Mined in Congo- Kinshasa, Canada, Zambia, Russia, Australia, China, Cuba, Morocco, New Caledonia and Brazil.
- Copper (wiring). Mined in Chile, United States, Peru, China, Australia, Russia, Indonesia, Canada, Zambia, Poland and Mexico.
- Gold (circuitry). Mined in China, United States, Australia, South Africa, Peru, Canada, Uzbekistan, Ghana, Papua New Guinea, Indonesia, Brazil, Mexico and Chile.
- Iron ore (steel). Mined in China, Brazil, Australia, India, Russia, Ukraine, United States, South Africa, Iran, Canada, Sweden, Kazakhstan, Venezuela and Mexico.
- Lead (batteries). Mined in China, Australia, United States, Peru, Mexico, Canada, India, Bolivia, Poland, Russia, Sweden, Ireland and South Africa.
- Lithium (batteries). Mined in Chile, Australia, China, Argentina, Portugal, Zimbabwe and Brazil.
- Manganese (steel alloy). Mined in South Africa, Australia, China, Gabon, Brazil, India, Ukraine and Mexico.
- Molybdenum (steel alloy). Mined in China, United States, Chile, Peru, Mexico, Canada, Armenia, Iran, Russia and Mongolia.
- Nickel (batteries; alloy). Mined in Russia, Canada, Australia, Indonesia, New Caledonia, Philippines, Columbia, China, Cuba, Brazil, Botswana, South Africa, Dominican Republic, Greece, Venezuela and Spain.
- Platinum (circuitry). Mined in South Africa, Russia, Canada, Zimbabwe, United States and Columbia.
- Rare Earth Oxides - Lanthanum (batteries), Neodymium (electric motors). Mined in China, India and Brazil.
- Silica (silicon). Mined in United States, Italy, Germany, United Kingdom, Australia, France, Spain, Japan, Poland, Hungary, South Africa, Mexico, Austria, Iran, Republic of Korea, Slovakia, Canada, Belgium, India, Bulgaria, Norway, Chile, Gambia, Turkey and Czech Republic.
- Sulfur (chemical solutions). Mined in United States, Canada, China, Russia, Japan, Saudi Arabia, Kazakhstan, Germany, United Arab Emirates, Republic of Korea, Mexico, Chile, Iran, France, Poland, India, Australia, Italy, Kuwait, Finland, Spain, South Africa, Netherlands and Uzbekistan.
- Tungsten (wiring). Mined in China, Russia, Canada, Austria, Bolivia and Portugal.
- Vanadium (alloy). Mined in China, South Africa and Russia.
- Zinc (galvanizing). Mined in China, Peru, Australia, United States, Canada, India, Kazakhstan, Ireland and Mexico.



EVERY YEAR

40,633 pounds of new minerals must be provided for every person in the United States to make the things we use daily

9,924 lbs.

Stone used to make roads, buildings, bridges, landscaping, numerous chemical and construction uses

7,345 lbs.

Sand & Gravel used to make concrete, asphalt, roads, blocks & bricks

675 lbs.

Cement used to make roads, sidewalks, bridges, buildings, schools, houses

256 lbs.

Iron Ore used to make steel—buildings, cars, trucks, planes, trains, other construction, containers

384 lbs.

Salt used in various chemicals, highway deicing, food & agriculture

182 lbs.

Phosphate Rock used to make fertilizers to grow food, animal feed supplements

155 lbs.

Clays used to make floor & wall tile, dinnerware, kitty litter, bricks & cement, paper

26 lbs.

Aluminum (Bauxite) used to make buildings, beverage containers, autos, airplanes

12 lbs.

Copper used in buildings, electrical & electronic parts, plumbing, transportation

12 lbs.

Lead 75% used for transportation—batteries, electrical, communications

6 lbs.

Zinc used to make metals rust resistant, various metals & alloys, paint, rubber, skin creams, health care, and nutrition

34 lbs.

Soda Ash used to make all kinds of glass, in powdered detergents, medicines, as a food additive, photography, water treatment

6 lbs.

Manganese used to make almost all steel for construction, machinery, transportation

624 lbs.

Other Nonmetals used in glass, chemicals, soaps, paper, computers, cell phones, etc.

23 lbs.

Other Metals used in electronics, TV & video equipment, recreation equipment, etc.

Including These Energy Fuels

- 958 gallons of Petroleum
- 4,206 lbs. of Coal
- 97,988 cu. ft. of Natural Gas
- 0.13 lb. of Uranium

To generate the energy each person uses in one year—

MEC

Minerals Education Coalition

III. ENERGÍA EOLICA



ENERGÍA EOLICA. ES LA ENERGÍA QUE SE GENERA APROVECHANDO EL VIENTO QUE PASA TRAVÉS DE AEROGENERADORES, QUE TRANSFORMAN EL **MOVIMIENTO** DEL AIRE EN **ENERGÍA ELÉCTRICA**. CUANDO EL AIRE PASA CON FUERZA SOBRE LAS ASPAS DE MOLINOS ESPECIALES, ESTOS SE ACTIVAN HACIENDO GIRAR ENGRANAJES Y UNA DINAMO, Y GENERANDO ASÍ **ENERGÍA ELÉCTRICA**.

IV. ENERGÍA SOLAR



LA ENERGÍA SOLAR APROVECHA DE LA RADIACIÓN SOLAR, POR MEDIO DE TECNOLOGÍAS ESPECIALIZADAS QUE PERMITEN CAPTAR LOS FOTONES QUE EMITE EL SOL Y LOS TRANSFORMAN EN ENERGÍA ELÉCTRICA. ESTA ENERGÍA SE PUEDE GENERAR DE TRES FORMAS PRINCIPALES QUE SON: PANELES FOTOVOLTAICOS, COLECTORES SOLARES QUE CAPTAN LA ENERGÍA SOLAR PARA PRODUCIR **ENERGÍA TÉRMICA**, QUE CALIENTA DISPOSITIVOS QUE SE ALIMENTAN DE ESTA FUENTE) Y UTILIZANDO **PLANTAS DE ENERGÍA SOLAR** CONCENTRADAS QUE REALIZAN UNA CONVERSIÓN INDIRECTA DE LA **ENERGÍA SOLAR** EN **ENERGÍA ELÉCTRICA**.

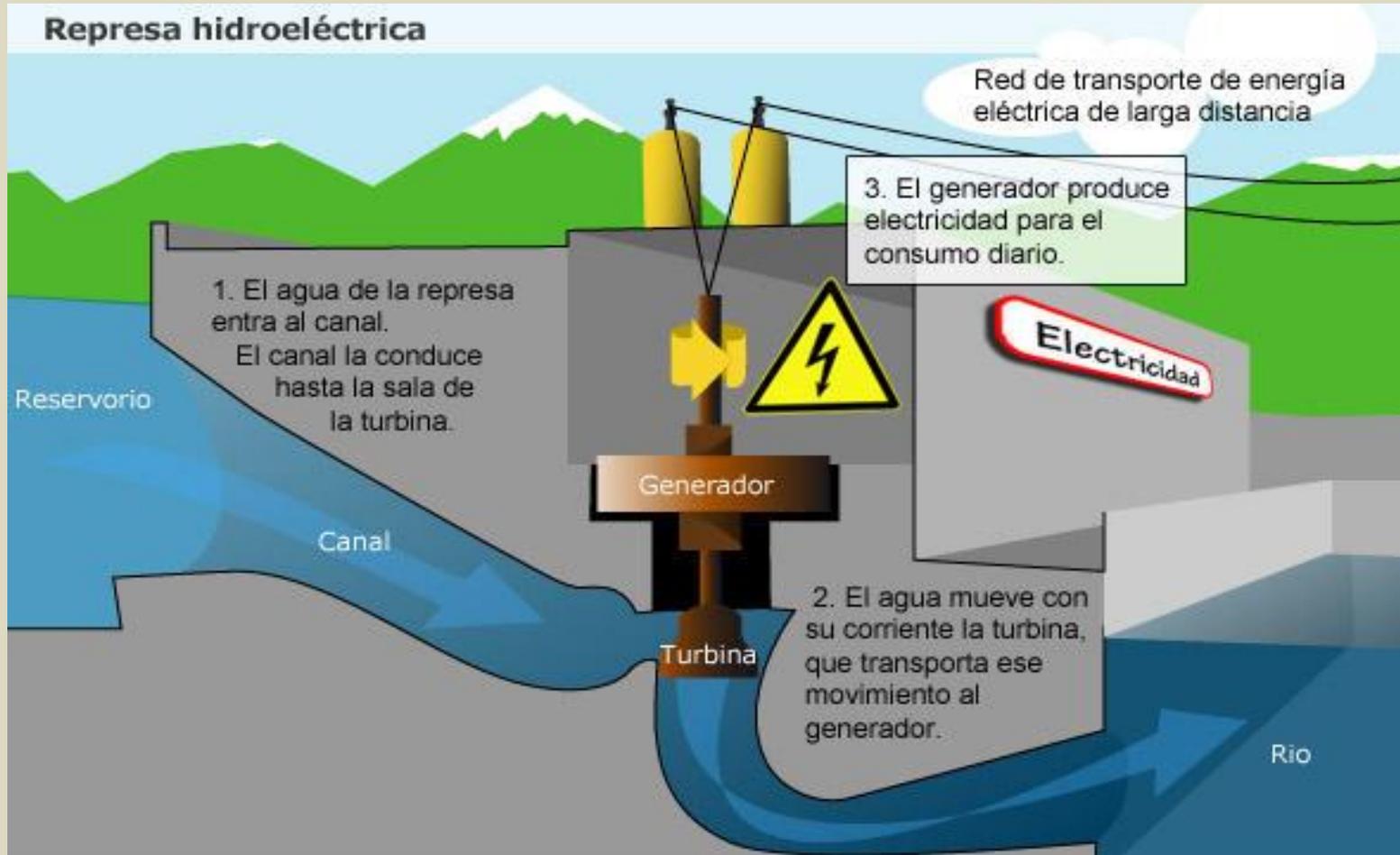
LA ENERGÍA SOLAR ES UNA ALTERNATIVA POR SER INAGOTABLE Y ADEMÁS LIMPIA, PERO ES CARA Y SOLAMENTE FUNCIONA DE DÍA Y NO DURANTE LA NOCHE NI DÍAS MUY NUBLADOS.

V. ENERGÍA HIDROELÉCTRICA



ENERGÍA HIDROELÉCTRICA. SE BASA EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA GRACIAS AL AGUA, APROVECHANDO LA **ENERGÍA POTENCIAL** GRAVITATORIA Y LA **ENERGÍA CINÉTICA** DE GRANDES MASAS DE AGUA EN MOVIMIENTO (CENTRALES HIDROELÉCTRICAS), COMO RÍOS O CAÍDAS NATURALES Y PRESAS A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE TURBINAS MOVILIZADAS POR EL AGUA A SU PASO. CONSTITUYEN UNA FUENTE SEGURA Y CONSTANTE DE ENERGÍA LIMPIA A UN PRECIO RELATIVAMENTE BARATO. SIN EMBARGO; LA CONSTRUCCIÓN DE PRESAS GENERA IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES Y CULTURALES, QUE DEBEN DESER TOMADOS EN CUENTA ANNTES DE TOMAR LA DECISIÓN DE CONTRUIR UNA PLANTA HIDROELÉCTRICA.

ENERGÍA HIDROELÉCTRICA



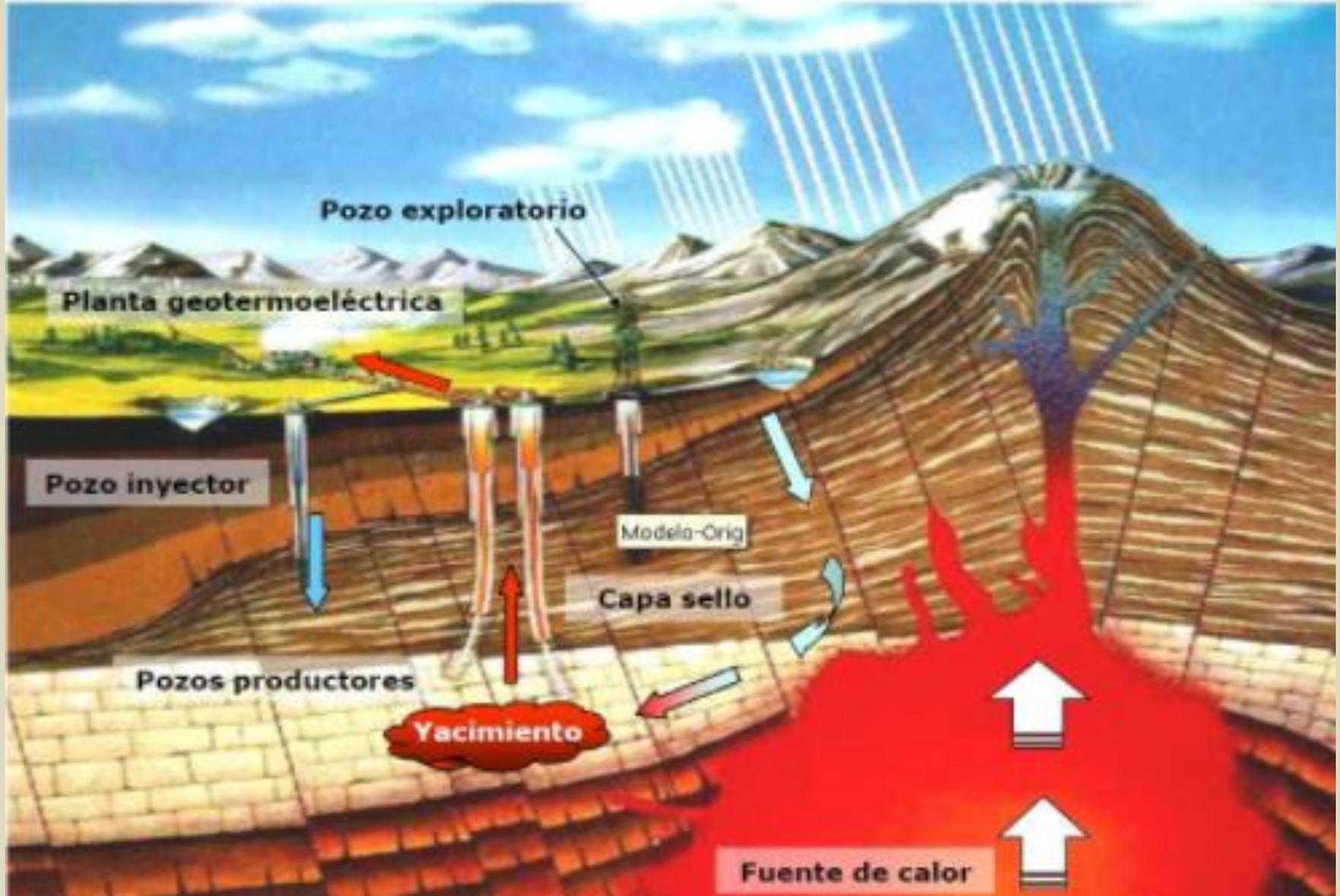
UNA **TURBINA HIDRÁULICA** ES UNA TURBOMÁQUINA MOTORA HIDRÁULICA, QUE APROVECHA LA ENERGÍA DE UN FLUIDO QUE PASA A TRAVÉS DE ELLA PARA PRODUCIR UN MOVIMIENTO DE ROTACIÓN QUE, TRANSFERIDO MEDIANTE UN EJE, MUEVE DIRECTAMENTE UNA MÁQUINA O BIEN UN GENERADOR ELÉCTRICO QUE TRANSFORMA LA ENERGÍA MECÁNICA EN **ELÉCTRICA**.

VI. ENERGÍA GEOTÉRMICA



ENERGÍA GEOTÉRMICA. SE OBTIENE APROVECHANDO EL CALOR DEL INTERIOR DE LA **TIERRA** (DONDE LA PRESIÓN Y LA **TEMPERATURA** SON ELEVADAS), PARA HACER HERVIR AGUA Y POTENCIAR MEDIANTE EL VAPOR LAS TURBINAS DE UN GENERADOR, O RECONducIR EL CALOR DEL GAS PARA DARLE OTROS USOS. TIENE LA DESVENTAJA DE ESTAR RESTRINGIDA A ZONAS VOLCÁNICAS. ADEMÁS, LOS COSTOS PARA LA EXPLOTACIÓN Y OBTENCIÓN DE ESTE TIPO DE ENERGÍA SON ELEVADOS.

ENERGÍA GEOTÉRMICA



ENERGÍA GEOTÉRMICA

Campos geotérmicos de México bajo explotación actual



VII. METALES ESTRATÉGICOS UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN ENERGÍAS LIMPIAS

1. LITIO
2. GRAFITO
3. TIERRAS RARAS
4. INDIO
5. GALIO
6. GERMANIO
7. NIOBIO
8. TANTALIO
9. COLTAN
10. TITANIO

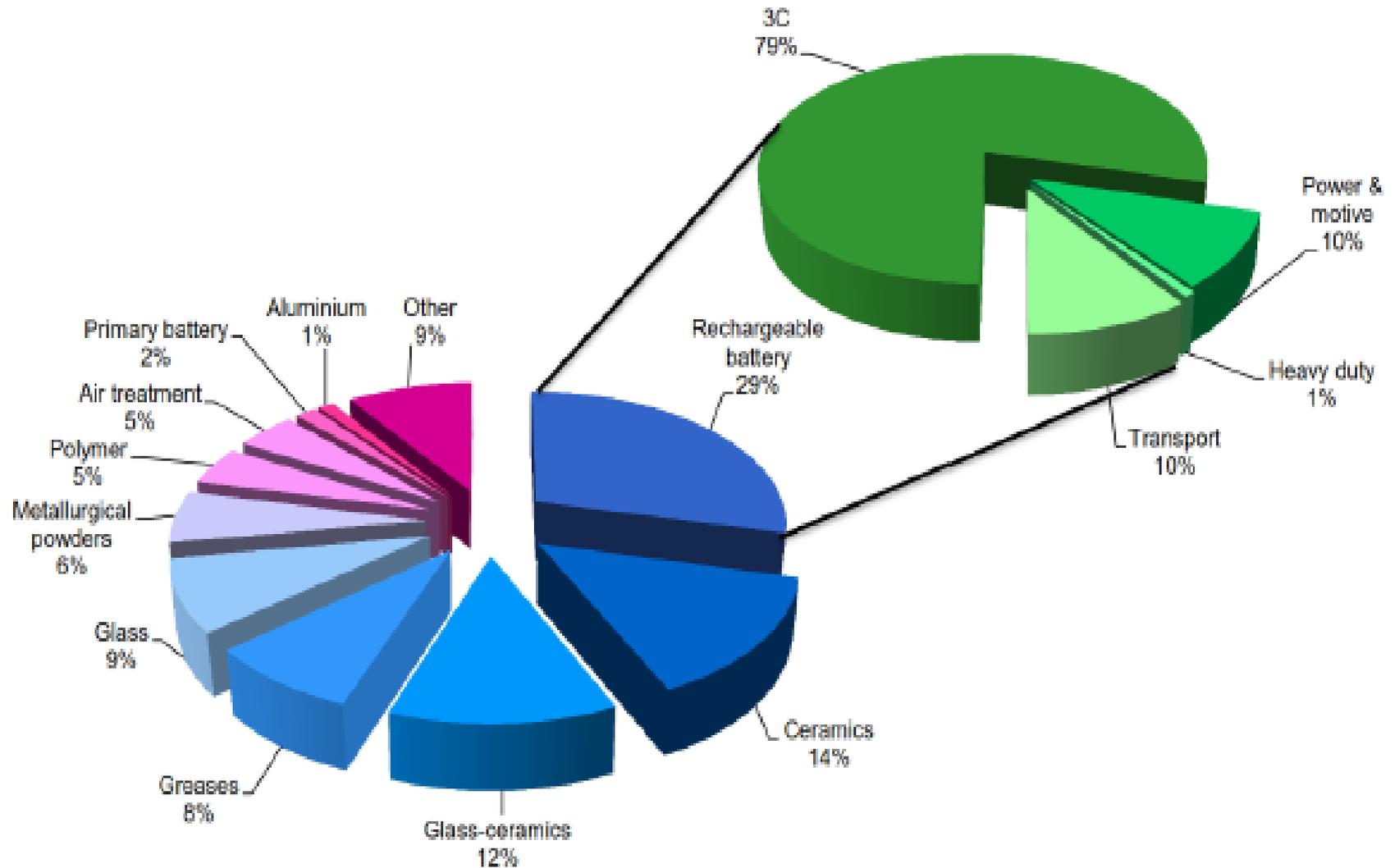
VII.1. LITIO

EL LITIO, SÍMBOLO Li, NÚMERO ATÓMICO 3, SE UBICA EN EL GRUPO 1 DE LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS, ES UNO DE LOS “METALES ALCALINOS”, SU QUÍMICA ESTÁ DOMINADA POR LA TENDENCIA A PERDER UN ELECTRÓN PARA FORMAR Li^+ .

ACTUALMENTE EL LITIO ES UTILIZADO PRINCIPALMENTE EN LA FABRICACIÓN DE BATERIAS, QUE SON UTILIZABLES EN UN RANGO DE TEMPERATURAS DE -50 A 200°C , CONTIENEN OCHO VECES MÁS ENERGÍA QUE LAS DE CADMIO-NÍQUEL Y PUEDEN ALMACENAR SU ENERGÍA DURANTE 10 AÑOS SIN PÉRDIDA NOTORIA (LAS DE CD-NI PIERDEN DE 20 A 30 % DE SU CARGA, AUNQUE NO SE USEN).

EL LITIO TAMBIÉN ES UTILIZADO DESDE HACE MUCHO TIEMPO EN ELECTRÓLISIS, VIDRIO, CERÁMICA, INDUSTRIA FARMACÉUTICA, ETC., Y EL LITIO CON UNA PUREZA DE 99.9999 %, PARA LAS ALEACIONES DE ALUMINIO CON 2 A 3 % DE LITIO, SU BAJA DENSIDAD PERMITE ALIGERAR HASTA UN 20 % EL PESO DE LAS PARTES DE LOS AVIONES. EL LITIO TIENE EL CALOR ESPECÍFICO MÁS ALTO QUE CUALESQUIER OTRO ELEMENTO SÓLIDO. EL LITIO TAMBIÉN TIENE APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE **ENERGÍA NUCLEAR LIMPIA** POR FUSIÓN Y PARA FABRICAR LA BOMBA H. TAMBIÉN SE USA EN MEDICINA PARA CURAR TRASTORNOS DEL SISTEMA NERVIOSO; BIPOLARIDAD,ETC.

PRINCIPALES USOS DEL LITIO



Source: Roskill (2014)

Atomo de litio: compuesto por 3 protones, 4 neutrones y 3 electrones

Una joya industrial LITIO

28%
Cerámicas y vidrios

¿Para qué sirve?

72%
Usos químicos

El litio es el más ligero de todos los metales. Hay varias clases de yacimientos pero sólo los de tipo evaporítico (a partir de aguas saladas) sirven para producir litio para su uso más demandado: las baterías.



El litio en el mundo

Los cinco mayores productores del planeta son Chile, Australia, China, Argentina y Estados Unidos, mientras que las mayores reservas se encuentran en el continente sudamericano.

Bolivia: Cuenta con casi la mitad de las reservas mundiales de litio, aunque las trabas estatales a las empresas extranjeras no favorecen su extracción.

Reservas (millones de toneladas)



Usos

- Notebooks
- Esmaltes cerámicos y vidrio
- Aluminio, aleaciones
- Celulares y cámaras
- Autos eléctricos
- Aire acondicionado
- Productos farmacéuticos

IMPORTANCIA DEL DE LITIO EN LA INDUSTRIA

**JUST TWO HOURS AWAY FROM AREA 51, A COMPANY HAS FOUND A MOTHER LODE OF AN OTHERWORLDLY ELEMENT..... "EXTRATERRESTRIAL GOLD"
*A WONDER... THAT MAY SAVE THE PLANET.***

— *The Daily Mail*

"Extraterrestrial Gold" could be manipulated to create batteries that "**last almost forever**," according to Great Britain's national newspaper, *The Independent*.

Imagine a cell phone battery you could recharge in just a few seconds and you never have to replace....Or imagine taking your home off the fossil fuel grid forever thanks to a battery capable of storing all the energy your family will ever need...

These aren't pipe dreams. "Extraterrestrial Gold" is making all of this a reality... with orders already pouring in.

Tesla Motors, Nissan, Chevy, Toyota, GM, and even NASA's rovers are all using "Extraterrestrial Gold" to help power their fleets of electric vehicles.

Goldman Sachs is calling it "**The New Gasoline.**"

"Extraterrestrial Gold" is the lightest metal in the universe. It also provides the highest specific energy per weight. This is what gives "Extraterrestrial Gold" its unique ability...When combined with other compounds and elements, it can make them lighter and stronger.

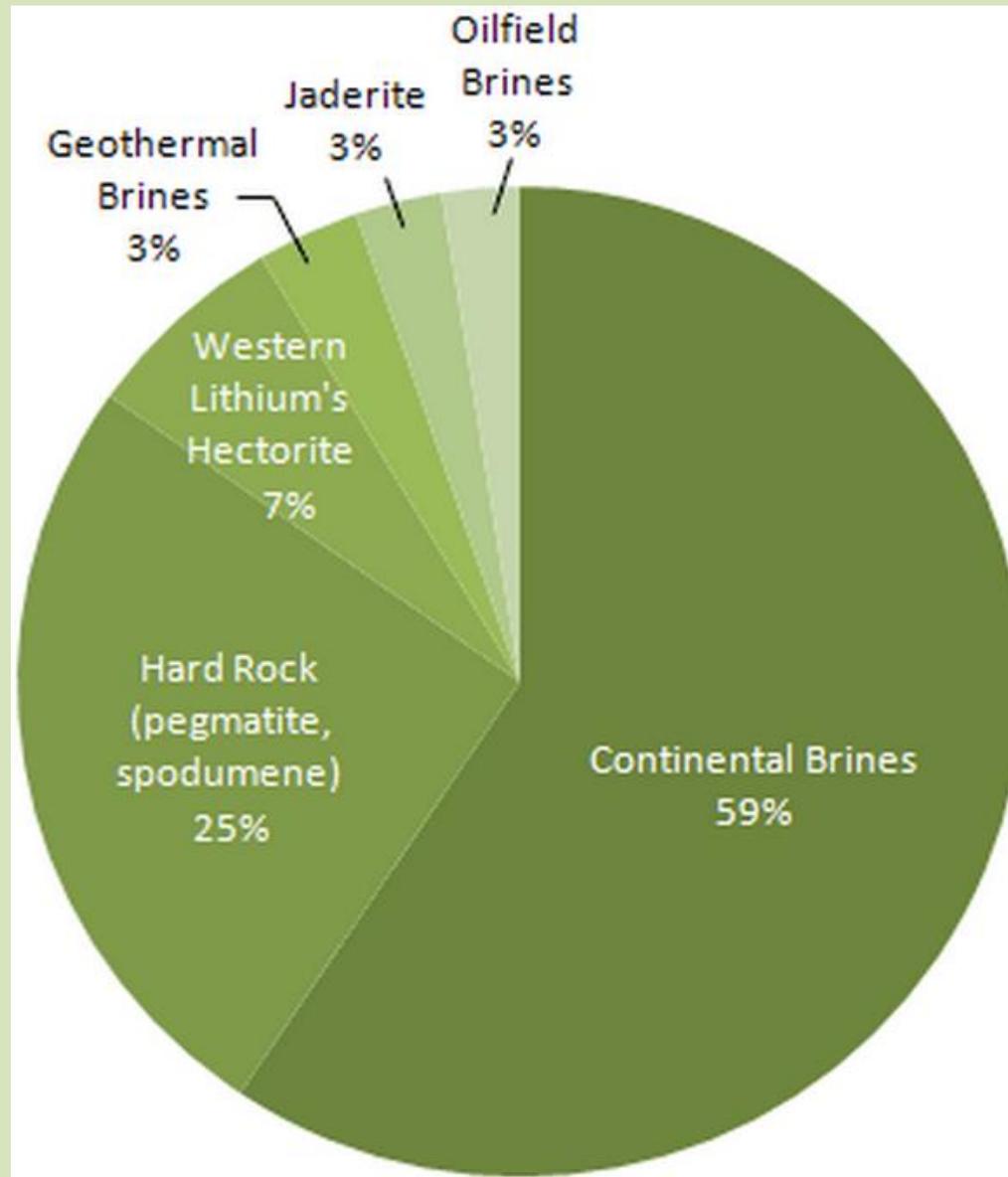
EL LITIO EN LA TABLA PERIODICA

The image shows a periodic table where the element Lithium (Li) is highlighted in red. A callout box for Lithium is positioned above the main table, providing detailed information. The callout box includes a legend for supply risk: High supply risk (red), Medium supply risk (yellow), Low supply risk (green), and Unknown (black). The Lithium callout box is marked with a red square, indicating a high supply risk. The callout box also features a balance scale icon and the text 'Lithium'.

Lithium		Supply risk
	Key isotopes	${}^7\text{Li}$
	Electron configuration	$[\text{He}] 2s^1$
	Density (kg m^{-3})	533
	1 st ionisation energy	$520.221 \text{ kJ mol}^{-1}$

Supply risk: High supply risk (red), Medium supply risk (yellow), Low supply risk (green), Unknown (black)

DONDE SE LOCALIZA EL LITIO

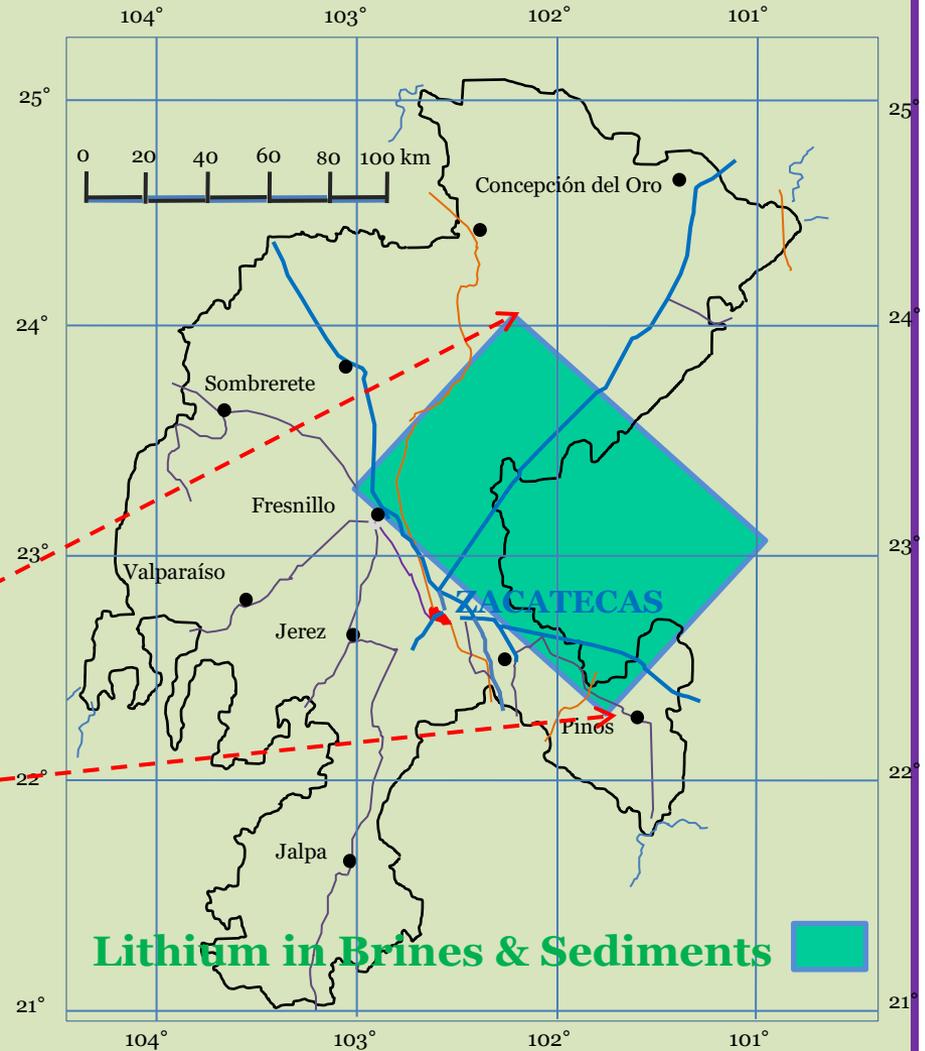


DONDE SE LOCALIZA EL LITIO



DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE YACIMIENTOS DE LITIO

LOCALIZACIÓN DE YACIMIENTOS DE LITIO EN EL ALTIPLANO MEXICANO (ZACATECAS -S. L. P.)



CONTEXTO GEOLÓGICO DE LOS YACIMIENTOS DE LITIO EN EL ALTIPLANO MEXICANO.

LAS ROCAS QUE EXISTEN EN EL ALTIPLANO MEXICANO ESTÁN REPRESENTADAS POR UNA SECUENCIA VOLCANOSEDIMENTARIA DEL JURÁSICO SUPERIOR AL CRETÁCICO INFERIOR, CUBIERTAS DISCORDANTEMENTE YA SEA POR CALICHE O SUELOS RESIDUALES. EN LAS LAGUNAS SE PRESENTAN SEDIMENTOS LACUSTRES QUE RELLENAN LAS DEPRESIONES DE ORIGEN TECTÓNICO

EN LAS LAGUNAS CALIGUEY, SANTA CLARA Y LA SALADA HAY PRESENCIA DE “SINTER”. EN CALIGUEY Y SANTA CLARA HAY ABUNDANTES FRAGMENTOS DE CALCEDONIA, PRODUCTO DE LA DESINTEGRACIÓN DEL SINTER, ESPARCIDOS EN LA SUPERFICIE Y CONTENIDOS EN LOS SEDIMENTOS. TAMBIÉN HAY PIRITA EN LA ANDESITA ALTERADA, LOCALIZADA EN LA BASE DE LOS SEDIMENTOS QUE RELLENAN LA LAGUNA CALIGUEY. EL SINTER TAMBIÉN HA SIDO RECONOCIDO EN LA LAGUNA LA SALADA DEL MUNICIPIO DE FRESNILLO. LO ANTERIOR SUGIERE UN ORIGEN HIDROTERMAL PARA ESTOS YACIMIENTOS DE LITIO-POTASIO-BORO.

YACIMIENTOS DE LITIO EN EL MUNDO

ACTUALMENTE SE HAN RECONOCIDO TRES TIPOS DE YACIMIENTOS DE LITIO, DE DONDE SE OBTINE ADEMÁS DE LITIO OTROS PRODUCTOS COMO POTASIO, BORO Y SODIO.

PEGMATITAS QUE REPRESENTAN YACIMIENTOS DE LITIO PRIMARIOS HOSPEDADOS EN ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS. RECUPERAR ESTE LITIO IMPLICA UNA CONCENTRACIÓN Y POSTERIOR CALCINACIÓN, DISOLUCIÓN Y PRECIPITACIÓN.

YACIMIENTOS DE LITIO EN SALMUERAS, QUE SON LOS MÁS FÁCILES DE EXPLOTAR, DEBIDO A QUE EL LITIO YA ESTÁ DISUELTO EN AGUA Y PARA RECUPERARLO SOLAMENTE HAY QUE EVAPORAR EL AGUA.

TAMBIÉN HAY DOS TIPOS DE YACIMIENTOS DE LITIO EN ARCILLA QUE SON LOS DE HECTORITA Y LOS DE JADARITA. ESTOS YACIMIENTOS PUEDEN SER MUY GRANDES PERO PARA EXTRAER EL LITIO ES NECESARIO CALCINAR LAS ARCILLAS PARA HACER SOLUBLE EN AGUA EL LITIO Y OTROS ELEMENTOS, LO QUE IMPLICA UN ALTO COSTO.

PRINCIPALES MINERALES QUE CONTIENEN LITIO:

Ambligonita, $\text{LiAl}(\text{F}_4\text{OH})\text{PO}_4$

Spodumena, $\text{LiAl}(\text{Si}_3)_2$

Lepidolita, $\text{K}_2\text{Li}_3\text{Al}_3(\text{OH},\text{F})_4(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})_2$

Petalita, $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$

Hectorita, $\text{NaO}_3(\text{Mg};\text{Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Jodarita, $\text{LiNaB}_3\text{SiO}_7(\text{OH})$

Eucryptite $\text{LiAl}(\text{SiO}_4)$

PEGMATITAS

ALGUNAS PEGMATITAS CONTIENEN PIROXENAS Y MICAS, QUE CONTIENEN DE 3 A 9 % DE LiO_2 EN SUSTIPOS COMERCIALES. ACTUALMENTE SON OBJETO DE EXPLOTACIÓN CON RENDIMIENTO ECONÓMICO LAS PEGMATITAS DE LA REGIÓN DE VAL D'OR, PROVINCIA DE QUEBEC Y EN AUSTRALIA.

ESTOS MINERALES SON DE COSTOSA EXTRACCIÓN Y TRATAMIENTO Y LA IRREGULARIDAD DE SUS YACIMIENTOS NO PERMITEN LA PLANEACIÓN RACIONAL DE SU PRODUCCIÓN ÓPTIMA EN GRAN ESCALA Y POR TANTO EL COSTO DE MINADO ES CARO. EN MÉXICO, LA PROSPECCIÓN DEL LITIO EN PEGMATITAS HA SIDO NEGATIVA, PORQUE ADEMÁS DE SER PEQUEÑAS Y DE GEOMETRÍA MUY IRREGULAR; LAS PRESIONES Y TEMPERATURAS A QUE SE ORIGINARON ESTAS PEGMATITAS NO PERMITIERON LA FORMACIÓN DE MINERALES LITÍFEROS.



LCT PEGMATITAS DE LITIO – CESIO – TANTALIO EN EL MUNDO

D. BRADLEY AND A. Mc CAULEY

SALMUERAS EN LAGOS Y/O LAGUNAS SALADAS

ESTE TIPO DE YACIMIENTOS SON LOS QUE ACTUALMENTE APORTAN LA MAYOR CANTIDAD A LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LITIO, PRINCIPALMENTE EN CHILE, USA, EL TIBET Y ARGENTINA, TAMBIÉN ES NECESARIO MENCIONAR LAS ENORMES RESERVAS QUE POSEE BOLIVIA, AUNQUE POR AHORA CON ENORMES PROBLEMAS DE INFRAESTRUCTURA Y GEOPOLÍTICOS.

EL ALTIPLANO MEXICANO, EN LA REGIÓN COMPRENDIDA ENTRE LOS ESTADOS DE ZACATECAS Y SAN LUIS POTOSÍ, DONDE SE PRESENTAN CUENCAS ENDORREICAS QUE ALBERGAN VARIAS LAGUNAS SALADAS Y SALMUERAS DE LAS QUE TRADICIONALMENTE SE HA EXPLOTADO CLORURO DE SODIO DESDE TIEMPOS DE LA COLONIA, YA QUE LAS SAL ERA ESENCIAL EN LA PRODUCCIÓN DE ORO Y PLATA EN EL PROCESO DE AMALGAMACIÓN; SE TIENEN ALGUNAS LAGUNAS CON CONCENTRACIONES DE LITIO EN SALMUERA AUNQUE SON BAJAS.

YACIMIENTOS DE HECTORITA

LA HECTORITA ES UNA ARCILLA TRIOCTAHEDRAL QUE CONTIENE LITIO EN CANTIDADES VARIABLES, EN OCASIONES LA HECTORITA (ESMECTITA LITÍFERA), SE PRESENTA EN ZONAS VOLCÁNICAS AFECTADAS POR UNA ALTERACIÓN ZEOLÍTICA. EL COMPLEJO QUE REPRESENTA LA CALDERA MC DERMIT, EN NEVADA, DONDE SE HA RECONOCIDO Y EVALUADO EL YACIMIENTO DENOMINADO “KING’S VALLEY”, QUE REPRESENTA HASTA EL PRESENTE EL YACIMIENTO DE HECTORITA MEJOR ESTUDIADO A NIVEL MUNDIAL.

RECIENTEMENTE, SE HA PODIDO RECONOCER QUE LA ARCILLA QUE CONTIENE EL LITIO, EN LAS PROPIEDADES DE LA EMPRESA LITIO MEX, LOCALIZADAS EN LAS DEPRESIONES DONDE SE ASIENTAN LAS LAGUNAS SALADAS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO ES “HECTORITA”, QUE FUE RECONOCIDA POR ESTUDIOS DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X EN LOS LABORATORIOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS AVANZADAS EN LA CIUDAD DE QUERÉTARO, QRO., MÉXICO.

YACIMIENTOS DE JADARITA

RECIENTEMENTE SE HA DESCUBIERTO UN NUEVO MINERAL DE LITIO LLAMADO JODARITA, EL AÑO 2006, EN UNA MINA EN SERBIA. EL NUEVO ESPÉCIMEN FUE DESCUBIERTO POR INVESTIGADORES DEL GRUPO MINERO RIO TINTO Y FUE CLASIFICADO POR EL DR. CHRIS STANLEY, MINERALOGISTA DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LONDRES, INGLATERRA. ESTE MINERAL ES UN SILICATO HIDRATADO DE LITIO, SODIO, BORO Y SU FÓRMULA ES $\text{LiNaB}_3\text{SiO}_7(\text{OH})$.

LA JODARITA ES UN MINERAL RELATIVAMENTE DURO, DE COLOR BLANCO Y DE GRANO MUY PEQUEÑO, DE LITIO, TEÓRICAMENTE PODRÍA SER FACTIBLE LA RECUPERACIÓN DEL ELEMENTO LITIO A PARTIR DE ESTE MINERAL SI LOS DEPÓSITOS TIENEN LA CANTIDAD SUFICIENTEMENTE GRANDE Y SE LLEGA A DOMINAR UN PROCESO METALÚRGICO QUE PERMITA RECUPERARLO A UN COSTO RELATIVAMENTE BAJO. HASTA LA FECHA NO HAY INFORMACIÓN DE QUE ESTE ESPÉCIMEN MINERALÓGICO SE HAYA IDENTIFICADO EN MÉXICO, PERO PUESTO QUE HAY DEPÓSITOS DE ARCILLA QUE CONTIENEN LITIO, SODIO Y BORO; QUEDA ABIERTA LA POSIBILIDAD DE QUE EXISTA EN EL ALTIPLANO MEXICANO O EN SONORA.

Jadarita



General

Categoría	Minerales nesosilicatos
Clase	9.AJ.40 (Strunz)
Fórmula química	$\text{LiNaB}_3\text{SiO}_7(\text{OH})$

Propiedades físicas

Color	Blanco
Raya	Blanca
Lustre	Mate
Transparencia	Translúcido a opaco
Sistema cristalino	Monoclinico
Exfoliación	Irregular a concoidal
Dureza	4-5
Tenacidad	Frágil
Densidad	2,45 g/cm ³

La **Jadarita** es un [mineral](#) del grupo VIII ([silicatos](#)), según la [clasificación de Strunz](#). Es un [mineral](#) blanco, relativamente [duro](#), formado por [cristales](#) de menos de 5 [micras](#). Está compuesto por [sodio](#), [litio](#), [boro](#), [silicio](#), [hidrógeno](#) y [oxígeno](#). Su fórmula es $\text{LiNaSiB}_3\text{O}_7(\text{OH})$. Fue identificado por primera vez en una mina de [Serbia](#) en [2006](#),^[1] y confirmado como un nuevo mineral tras ser examinado por científicos del [Museo de Historia Natural de Londres](#) y del [Consejo Nacional de Investigaciones](#) de [Canadá](#).

Como curiosidad, su fórmula química es muy similar a la fórmula inventada para el mineral ficticio [kryptonita](#), elemento clave en la historia de [Superman](#), si bien la kryptonita contiene [flúor](#) y es de [color verde](#).

Jadarita



Kryptonita



La JADARITA, un nuevo mineral de litio

ANTECEDENTES DE LA EXPLORACIÓN POR LITIO EN EL ALTIPLANO MEXICANO (ZACATECAS -S. L. P.)

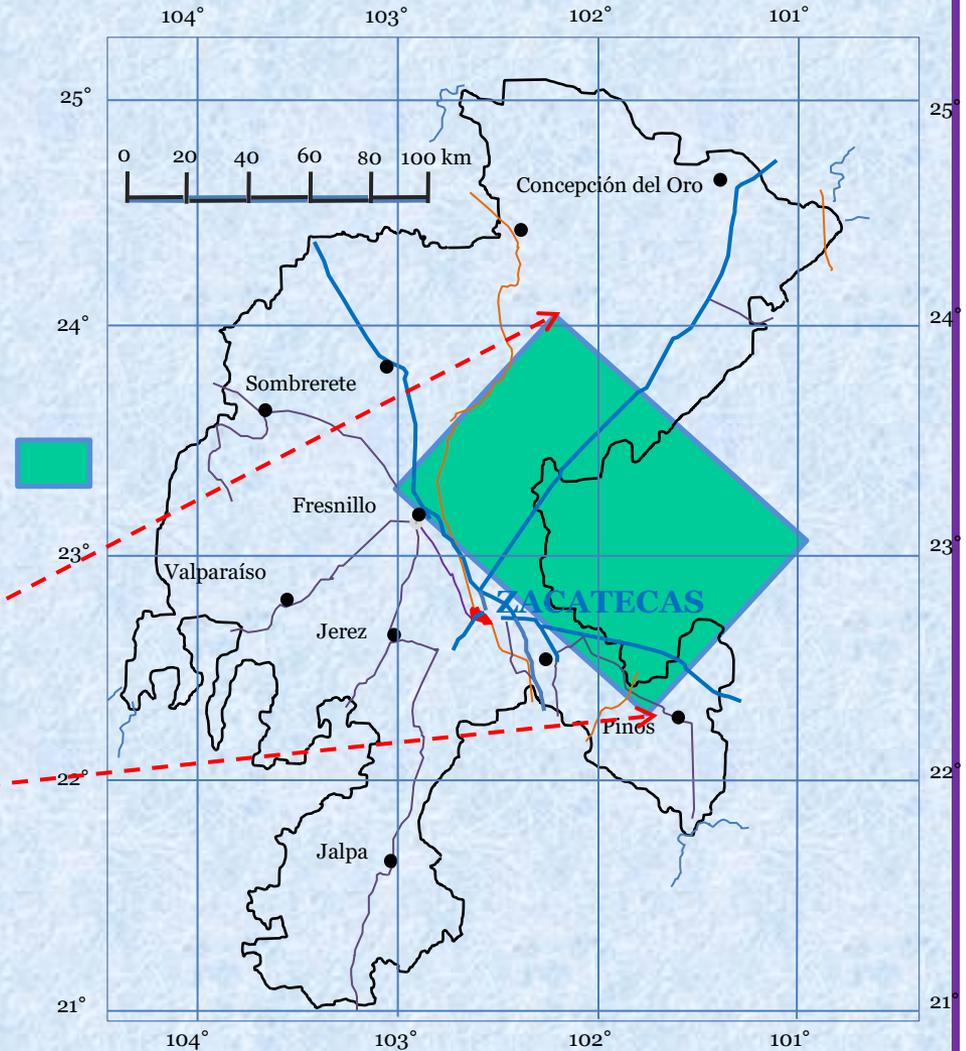
LA PRESENCIA DE LITIO Y POTASIO EN EL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO, ES CONOCIDA DESDE 1982, CUANDO EL CRM DESARROLLÓ UN PROGRAMA NACIONAL DE EXPLORACIÓN POR LITIO EN TODO EL PAÍS, PERO EL PROYECTO SE CONSIDERÓ POCO INTERESANTE EN EL CONTEXTO TÉCNICO-ECONÓMICO DE ESA ÉPOCA.

POSTERIORMENTE EN 2007, LA EMPRESA LITIOMEX TOMÓ MUESTRAS DE 20 LAGUNAS, EN LAS QUE SE COMPROBÓ LA EXISTENCIA DE LITIO EN ARCILLAS DE LAS LAGUNAS. SAN JOSÉ CALIGUEY, SANTA CLARA, SALDIVAR, LA COLORADA, HERNÁNDEZ Y LA SALADA SON LAS LAGUNAS CON EL CONTENIDO MÁS ALTO EN LITIO Y POTASIO.

ACTUALMENTE LOS YACIMIENTOS DE LITIO QUE SE EXPLOTAN CON RENDIMIENTO ECONÓMICO EN EL MUNDO SON LAS PEGMATITAS Y LAS SALMUERAS. EN EL CASO DE LOS YACIMIENTOS DE HECTORITA, TODAVÍA ESTÁN EN PROCESO DE INVESTIGACIÓN DEBIDO A LO COMPLEJO DE SU METALURGIA.

LOCALIZACIÓN DE YACIMIENTOS DE LITIO EN EL ALTIPLANO MEXICANO (ZACATECAS -S. L. P.)

Lithium in Salmueras y Sedimentos



PROTOCOLO DE MUESTREO



PRIMER PASO SE HACE UN POZO DE 5.00 M DE PROFUNDIDAD. UNA VEZ REALIZADO EL POZO DE EXPLORACIÓN, SE INTRODUCE UNA ESCALERA, PREVIAMENTE LIMPIADA; LUEGO SE REALIZARÁ LA LIMPIEZA DE UN CANAL DE MUESTREO METRO A METRO DE MANERA CONTINUA HASTA LLEGAR A LOS 5.0 M DE PROFUNDIDAD, EL CUAL TENDRÁ UN ANCHO DE 0.20 M. CADA MUESTRA SE CUARTEA Y SE GUARDA CERRANDOLA HERMÉTICAMENTE EN UNA BOLSA DE PLATICO ETIQUETADA, PARA SU ENVÍO AL LABORATORIO.

La Salada



LA SALADA

2594500

2594000

2593500

2593000

716500

717000

717500

718500

EXPLANATION

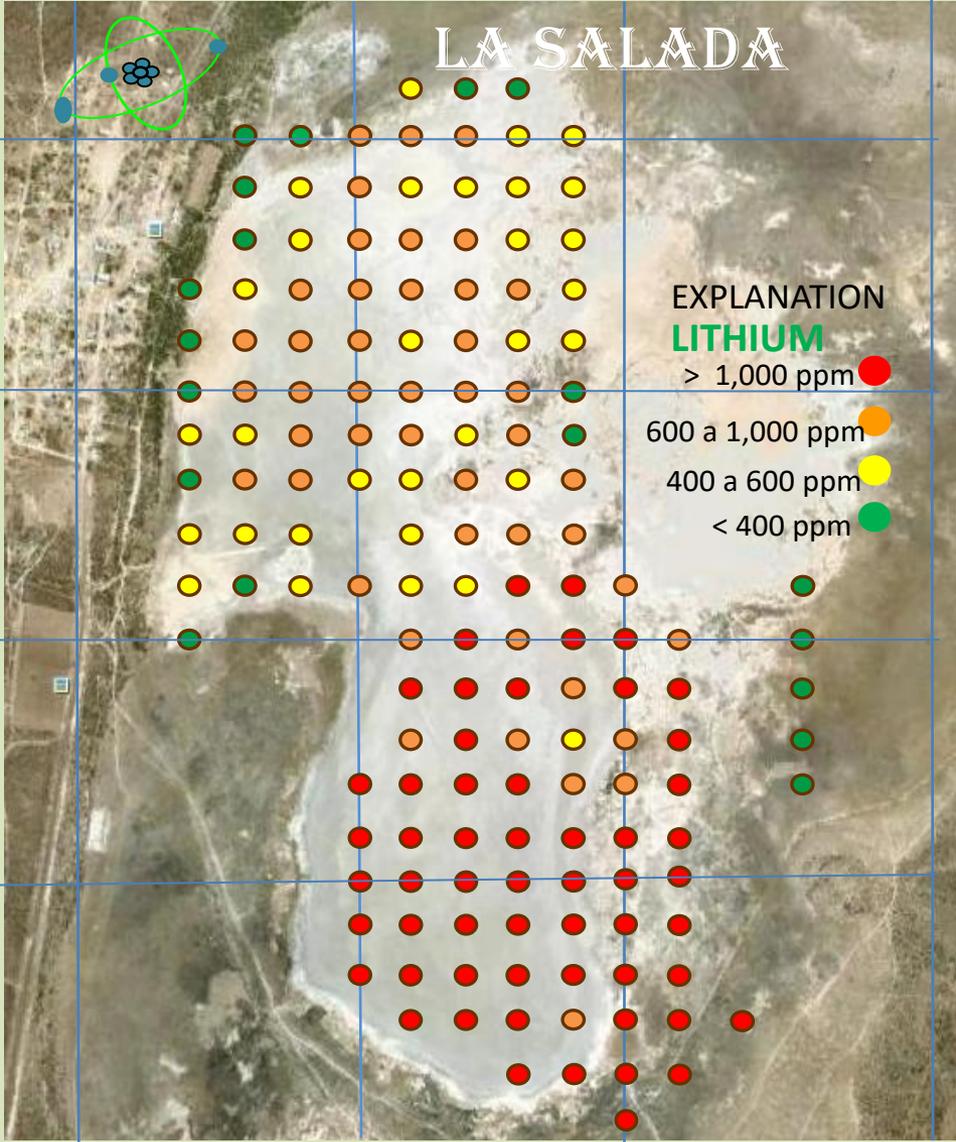
LITHIUM

> 1,000 ppm

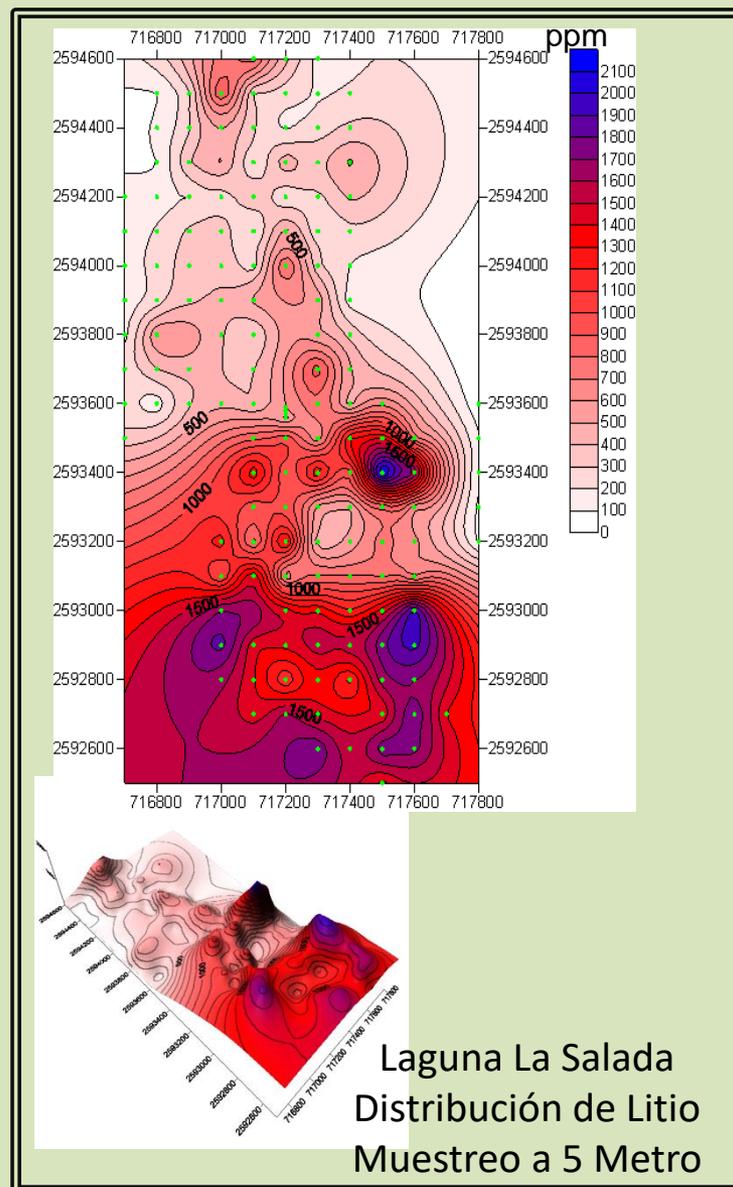
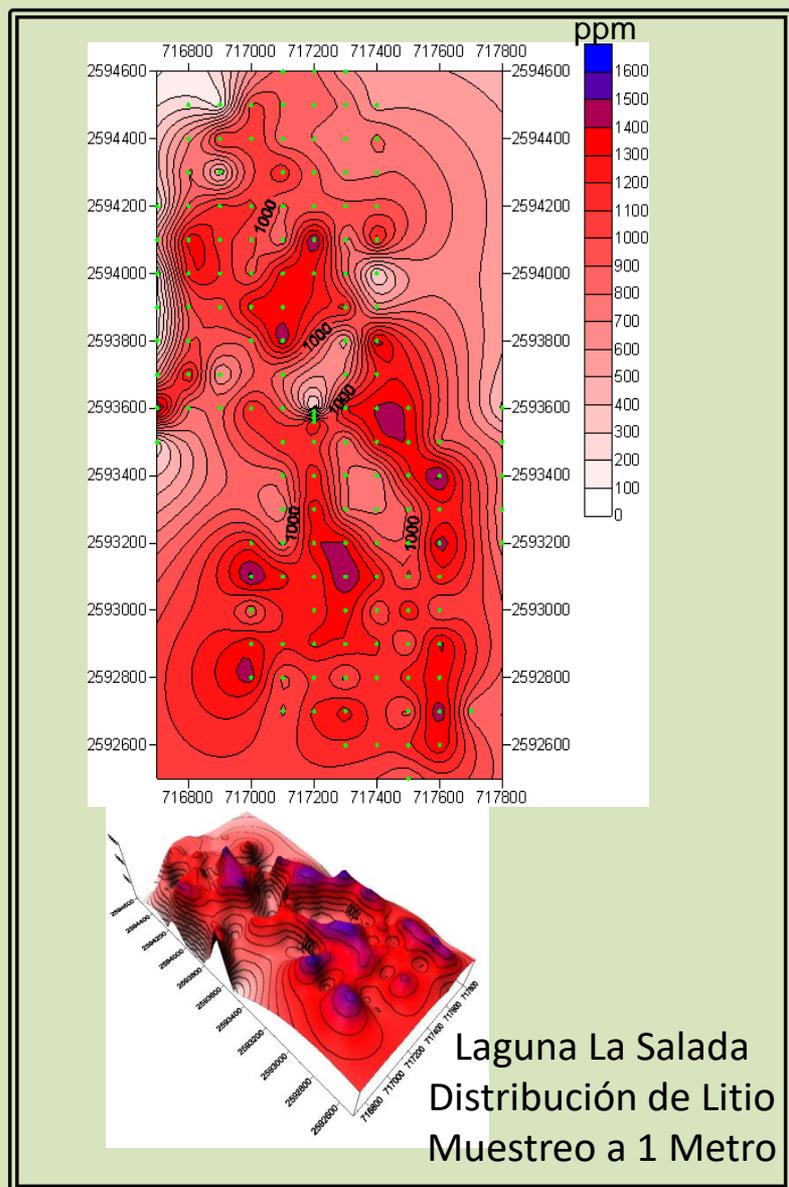
600 a 1,000 ppm

400 a 600 ppm

< 400 ppm

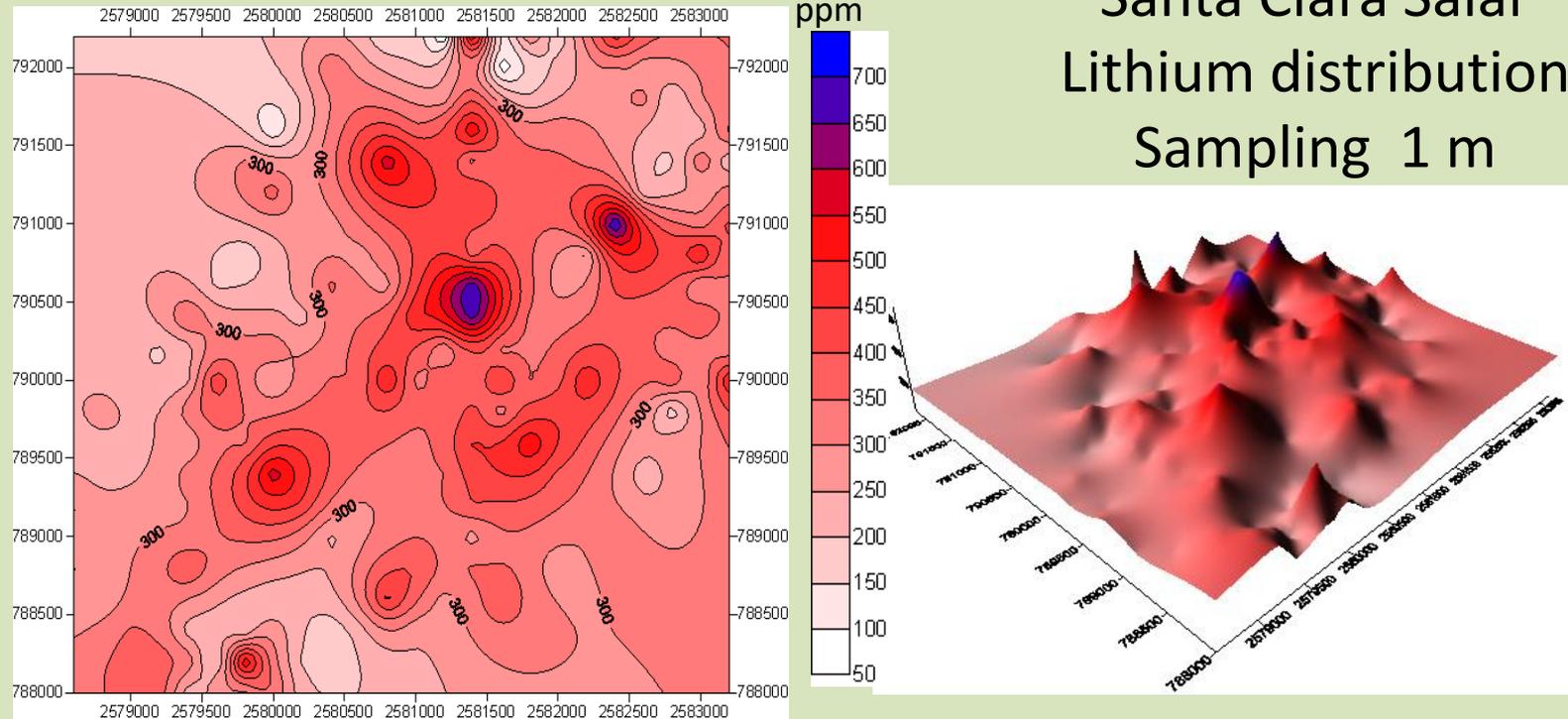


DISTRIBUCIÓN DE LITIO EN LASALADA, FRESNILLO, ZAC., MÉXICO.

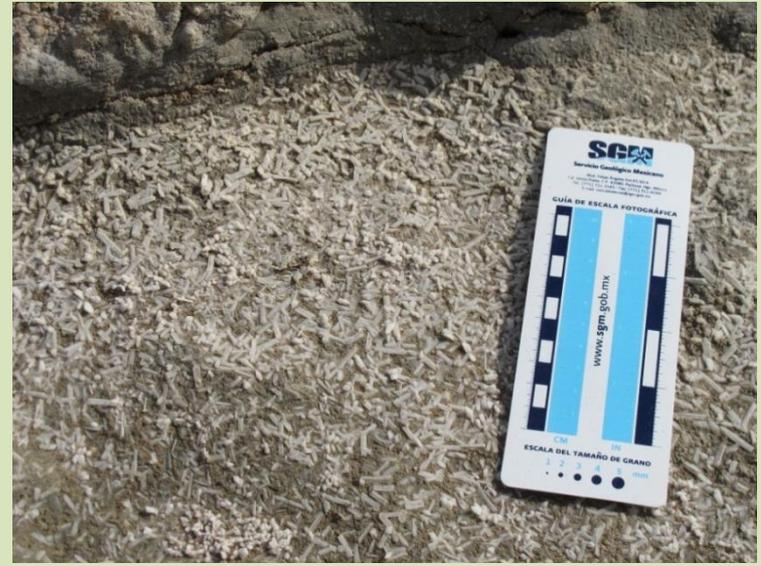


Santa Clara, Mpio, Santo Domingo, S.L.P., México

Santa Clara Salar Lithium distribution Sampling 1 m

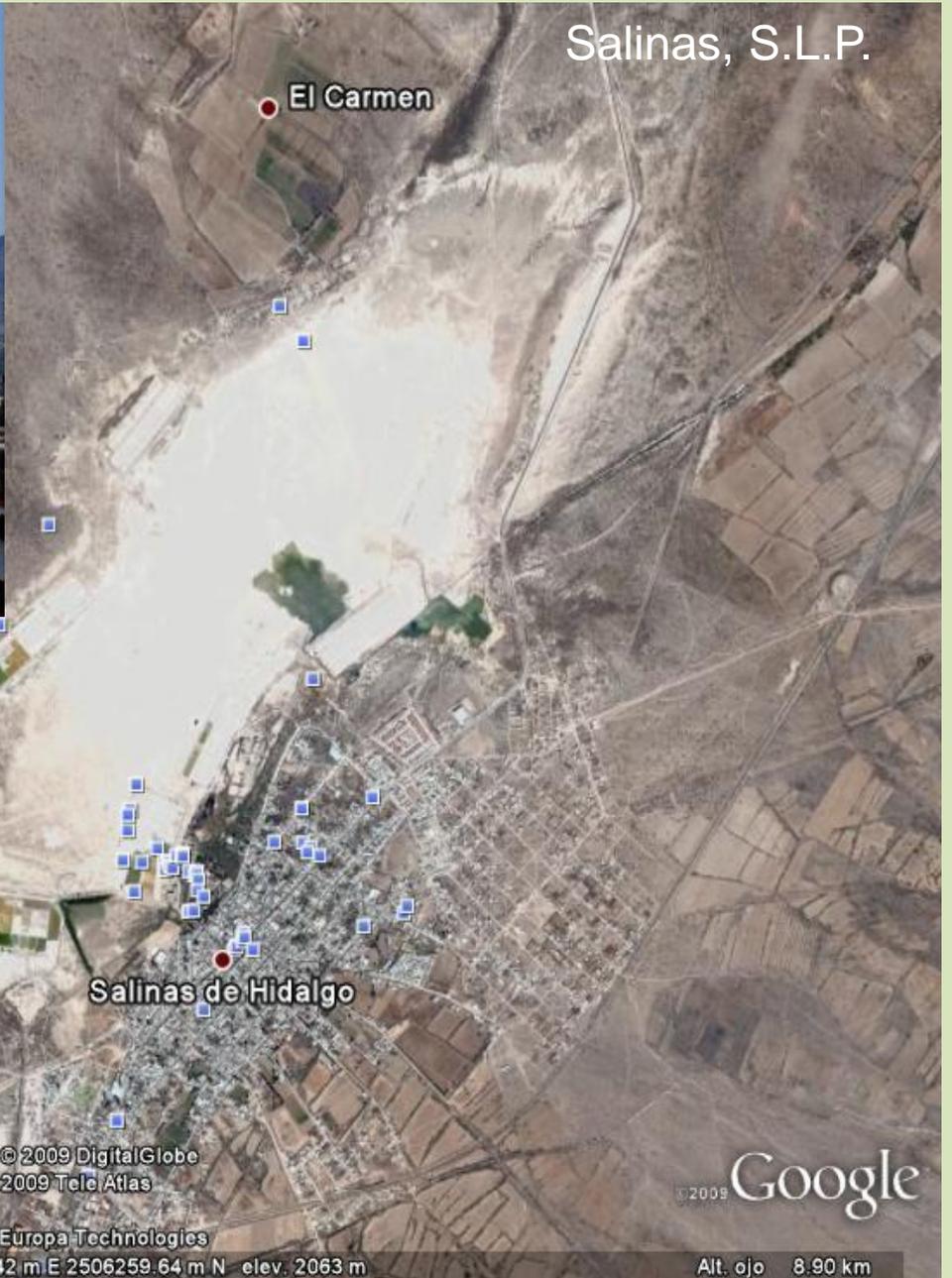
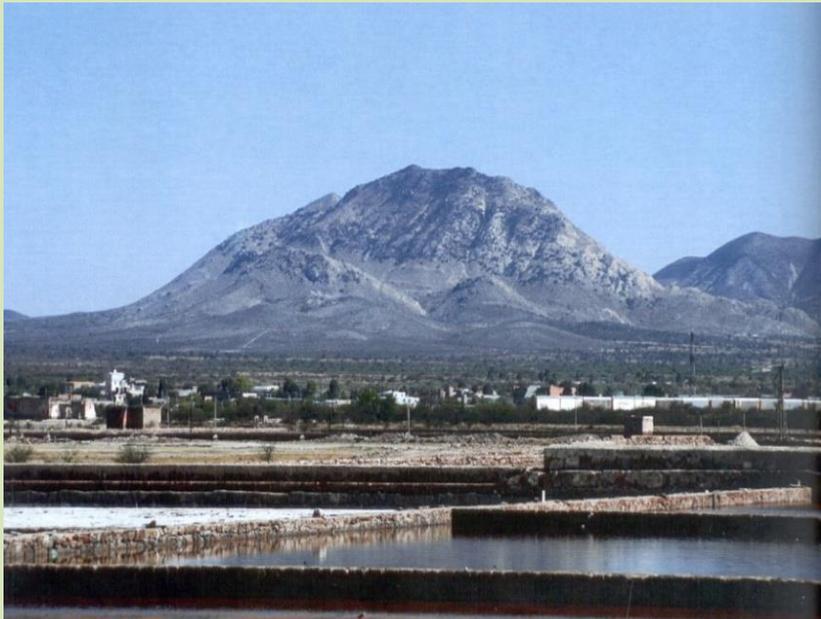


Santa Clara, Mpio, Santo Domingo, S.L.P., México



San José Caligüey, S.L.P.





Fechas de las imágenes: 6 de Ene. de 2006 - 7 de Ene. de 2006 14 Q 220154.42 m E 2506259.64 m N elev. 2063 m

Alt. ojo 8.90 km

Santa María, S.L.P.

• Santa María

La Doncella

© 2009 Europa Technologies

© 2009 Cnes/Spot Image

© 2009 Tele Atlas

13 Q 787728.28 m E 2589755.87 m N elev. 1923 m

816 m



Santa Maríaral, S.L.P.



Saldivar, S.L.P.



© 2009 Europa Technologies
© 2009 Tele Atlas
© 2009 Cnes/Spot Image

2009 Google

.22 m E 2586739.10 m N elev. 1915 m

Alt. ojo 4.73 km

La Colorada, Zac.



© 2009 Europa Technologies
© 2009 Tele Atlas
© 2009 Cnes/Spot Image

13 Q 790787.25 m E 2587051.72 m N elev. 1914 m



Laguna Hernández, S.L.P.



El Salitral, S.L.P.



LITHIUM IN BRINES AND SALT LAKES, IN THE WORLD

Section	Atacama (Chile) 1 st , World	Hombre Muerto (Argentina)	Rincón (Argentina)	Uyuni (Bolivia)	Silver Peak (America)	Zhabuye Salt Lake (China)	(2010) Salt Lake (China)	Altiplano * Salt Lakes (Mexico)
Step	Operation	Operation	Explored	-	Operation	Operation	Operation	Exploration
Li Grade	0.15	.062~ 5%	0.033%	0.035%	0.023%	0.12%	0.04%	0.05%
Mg/ Li Ratio	6.4	1.37	8.61	18.6~21.5	1.43	Low	0.22	-
Height above sea level	2,300m.	3,600m.	3.700m.	3,653m.	-	4,422m.	4,475m.	1950m.
Production Amount	44,000ton (Li ₂ CO ₃)	12,000ton (Li ₂ CO ₃)	12,000ton (Li ₂ CO ₃)	-	9,000ton (Li ₂ CO ₃)	-	-	-
Recoverable LiCE	8Mt	4Mt	0.7Mt (Metal)	8.9Mt	0.25Mt	4Mt	0.4Mt	2.48Mt
<p>* This data are for thirteen Mexican Deposits are now in Exploration , under the three reserves category and the key geological and metallurgical factors have to be defined in order to stablish their technical and economical factibility.</p>								

Uyuni brine has low lithium content and high Mg/ Li ratio in comparison with chile (atacama), Argentina and china(zhabuye), So better economical process development of lithium carbonate is needed.

Production minière et réserves de lithium en tonnes ⁴⁴ Para obtener LCE; Multiplicar por 5.23

Pays	Production 2018	Production 2019 estimée	Réserves prouvées	Ressources estimées
 Argentine	6 400	6 400	1 700 000	17 000 000
 Australie	58 800	42 000	2 800 000	6 300 000
 Bolivie	nd	nd	nd	21 000 000
 Brésil	300	300	95 000	400 000
 Canada	2 400	200	370 000	1 700 000
 Chili	17 000	18 000	8 600 000	9 000 000
 Chine	7 100	7 500	1 000 000	4 500 000
 République démocratique du Congo	nd	nd	nd	3 000 000
 États-Unis ^b	nd	nd	630 000	6 800 000
 Allemagne	nd	nd	nd	2 500 000
 Mexique	nd	nd	nd	1 700 000
 République tchèque ⁴⁵	nd	nd	nd	1 300 000
 Espagne	nd	nd	nd	300 000
 Portugal	800	1 200	60 000	250 000
 Mali	nd	nd	nd	1 000 000
 Russie	nd	nd	nd	1 000 000
 Serbie	nd	nd	nd	1 000 000
 Zimbabwe	1 600	1 600	230 000	540 000
Total mondial	95 000	77 000	17 000 000	80 000 000

Le lithium (Li) : aspects géologiques, économiques et industriels

Olivier Dubourdieu

Ingénieur géologue, consultant RAMS & Co

Pierre Thomas

Laboratoire de Géologie de Lyon / ENS Lyon

Olivier Dequinsey

10/04/2019

Table 1.4.1: SRK Mineral Resource Statement as of 13 December 2017

Classification	Tonnes (Mt)	Grade		Contained Metal		
		Li (ppm)	K (%)	kt Li	kt LCE	kt K
Measured	103	3,480	1.5	359	1,910	1,532
Indicated	188	3,120	1.3	588	3,130	2,460
Meas + Ind	291	3,250	1.4	947	5,038	3,993
Inferred	268	2,650	1.2	710	3,779	3,101

Notes:

1. Mineral Resources are not Mineral Reserves and do not have demonstrated economic viability. All figures are rounded to reflect the relative accuracy of the estimate and have been used to derive sub-totals, totals and weighted averages. Such calculations inherently involve a degree of rounding and consequently introduce a margin of error. Where these occur, SRK does not consider them to be material.
2. Mineral Resources are reported inclusive of Mineral Reserves.
3. The reporting standard adopted for the reporting of the MRE uses the terminology, definitions and guidelines given in the CIM Standards on Mineral Resources and Mineral Reserves (May 2014) as required by NI 43-101.
4. Mineral Resources are reported on 100 percent basis for all Project areas.
5. SRK assumes the Sonora Lithium deposit to be amenable to surface mining methods. Using results from initial metallurgical test work, suitable surface mining and processing costs, and forecast LCE price SRK has reported the Mineral Resource contained within an optimistic open pit shell and above a cutoff grade of 1,000 ppm Li.
6. SRK completed a site inspection of the deposit by Mr. Martin Pittuck, CEng, MIMMM, FGS, an appropriate "independent qualified person" as such term is defined in NI 43-101.
7. LCE is the industry standard terminology for, and is equivalent to, Li_2CO_3 . 1 ppm Li metal is equivalent to 5.323 ppm LCE / Li_2CO_3 . Use of LCE is to provide data comparable with industry reports and assumes complete conversion of lithium in clays with no recovery or process losses.
8. Mt = million tonnes (metric).
9. kt = thousand tonnes (metric).

1.5 Mineral Reserve Estimation

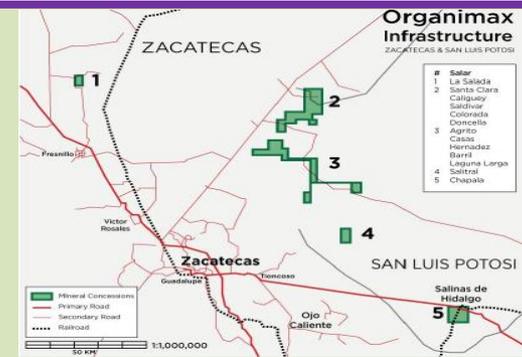
Refer to Table 1.5.1 for the Mineral Reserve estimate which was prepared by IMC based on an open-pit operation using surface miners for ore mining and conventional truck/shovel mining methods for the waste removal. The Mineral Reserve estimate used a cutoff grade of 1,500 ppm Li, ore recovery factor of 100% and a mining dilution of 100 cm at the contacts with adjacent lithologies using the Li grade of the adjacent lithology.

Table 1.5.1: Open Pit Mineral Reserve Statement as of 13 December 2017

Category	Ore \geq 1,500 ppm Li				Waste kt	Total kt	Waste : Ore Ratio	% LCE to Bacanora
	kt	Li ppm	LCE kt	K (%)				
Proven	80,146	3,905	1,666	1.64				93.03%
Probable	163,662	3,271	2,849	1.36				74.63%
Total	243,808	3,480	4,515	1.45	2,298,844	2,542,652	9.43	81.42%

Notes:

1. kt = thousand tonnes (metric)
2. The mining royalty by the Mexican government of 7.5% was not included in the economics for the pit definition algorithm used for the mineral reserve pit design (a 3% royalty was used instead, based on the information available at the time). As a check, a subsequent pit definition run was made which included the 7.5% royalty and a one half of one percent difference was noted in the two pit shells. The final mineral reserve pit design has less tonnage above cutoff than either of the pit shells used to guide the final pit design.



HIGHLIGHTS: MAIDEN MINERAL RESOURCE ESTIMATE

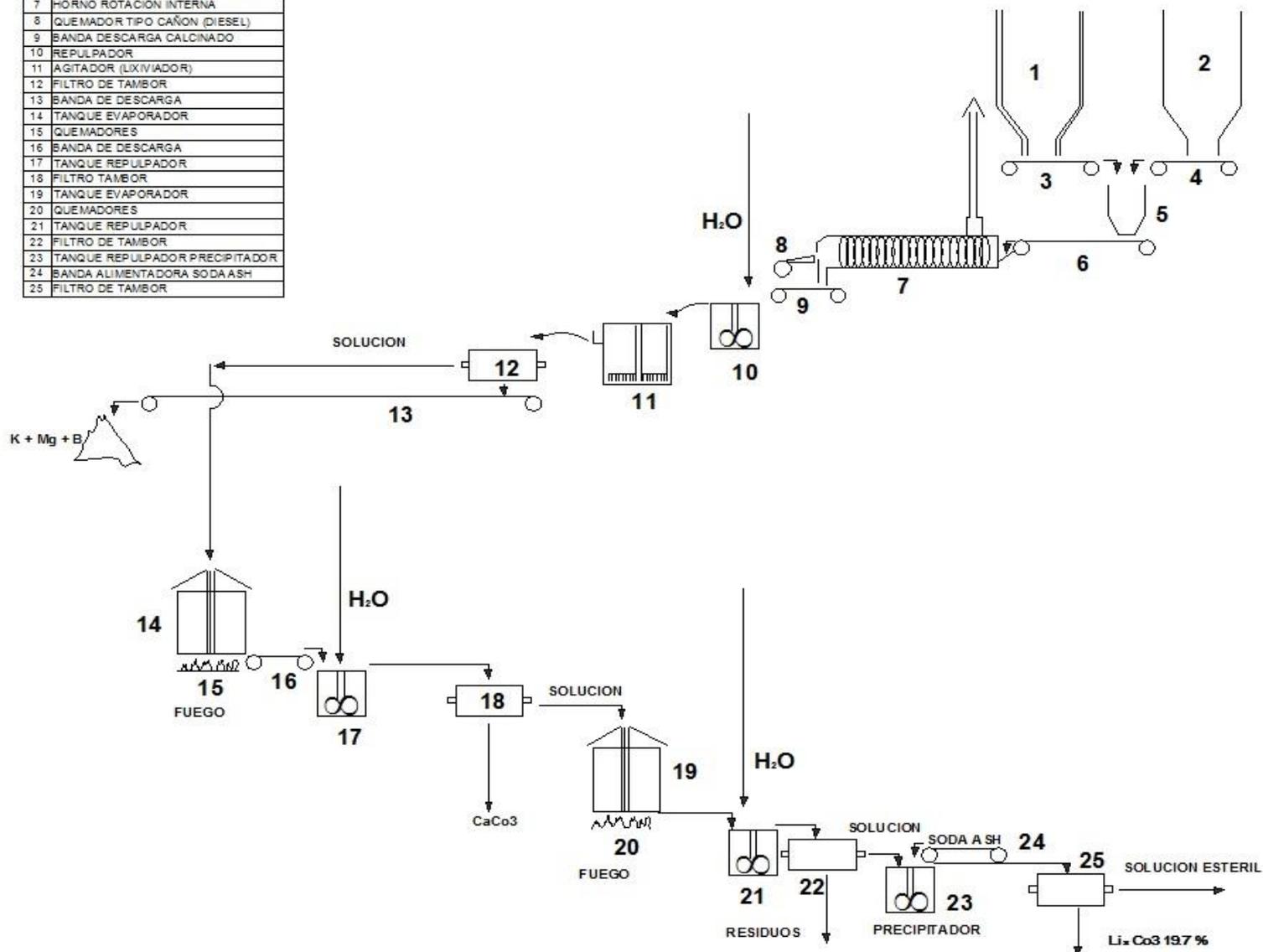
- 120 million tonnes (Mt) of Inferred Mineral Resources grading 4.6% potassium (K) and 380 ppm lithium (Li);
- A continuous high-lithium portion of La Salada salar containing 7 Mt grading 1,490 ppm
- A contained 12.3 million tonnes (Mt) of Sulfate of Potash (SOP) and 243,000 tonnes of lithium carbonate equivalent (LCE);
- Sampling is restricted to 5 metre depths in most areas therefore there is good exploration potential to increase the Mineral Resource at depth and also extending the sampling to the edge of the salar basins where sampling has not taken place;
- Geophysical surveys completed suggest there is potential for additional similar layers of potassium or lithium enriched material to be found under the current pitting/drilling.

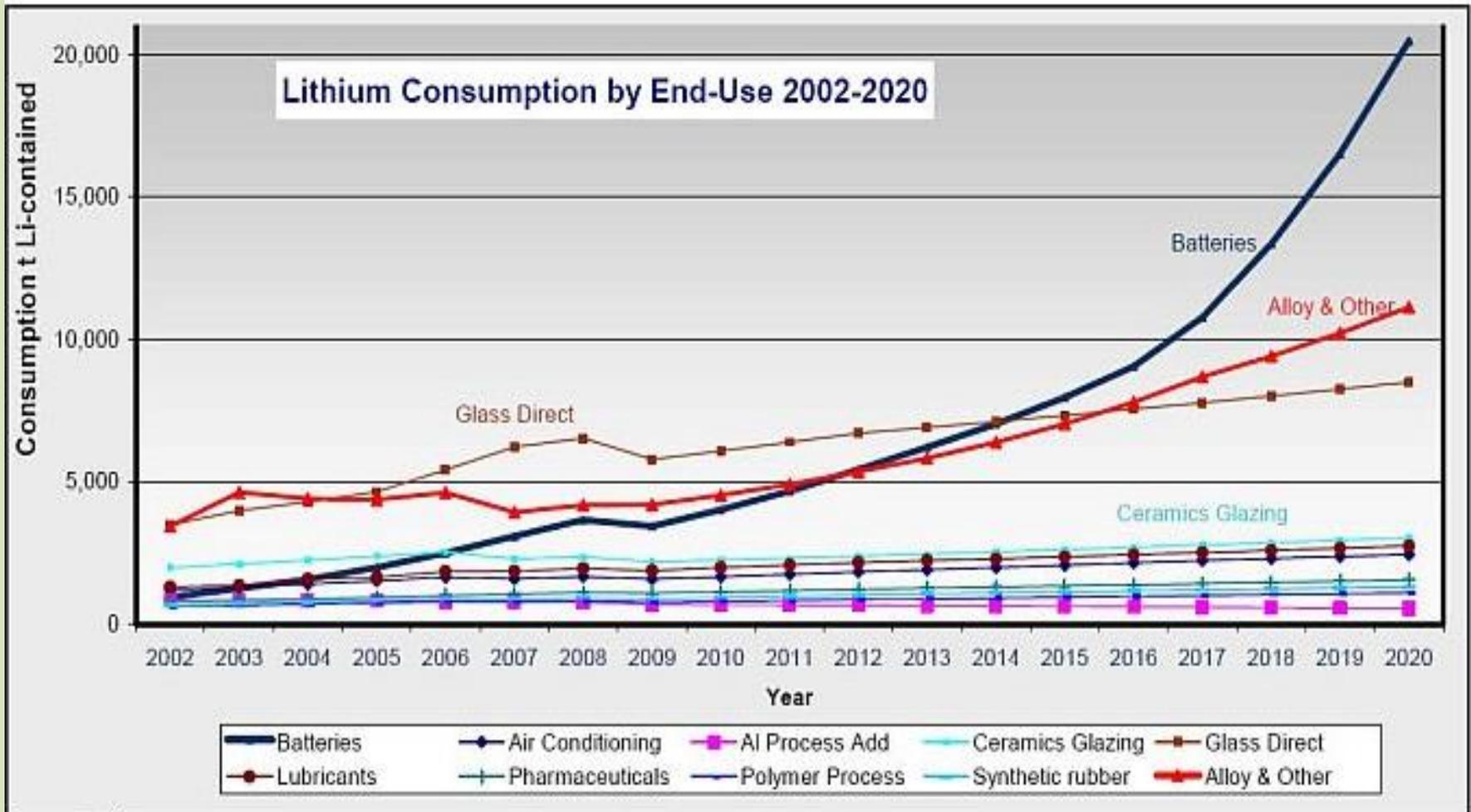


PROCESO DE EXTRACCIÓN DE LITIO, SQM, CHILE

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LITIO (Li)

DESCRIPCION	
1	TOLVA P. MINERAL 5 PARTES
2	TOLVA P. YESO 3 PARTES
3	BANDA PARA DESCARGA
4	BANDA PARA DESCARGA
5	CAJON RECEPTOR MEZCLADOR
6	BANDA ALIMENTADORA AL HORNO
7	HORNO ROTACION INTERNA
8	QUEMADOR TIPO CAÑON (DIESEL)
9	BANDA DESCARGA CALCINADO
10	REPULPADOR
11	AGITADOR (LIXIVIADOR)
12	FILTRO DE TAMBOR
13	BANDA DE DESCARGA
14	TANQUE EVAPORADOR
15	QUEMADORES
16	BANDA DE DESCARGA
17	TANQUE REPULPADOR
18	FILTRO TAMBOR
19	TANQUE EVAPORADOR
20	QUEMADORES
21	TANQUE REPULPADOR
22	FILTRO DE TAMBOR
23	TANQUE REPULPADOR PRECIPITADOR
24	BANDA ALIMENTADORA SODA ASH
25	FILTRO DE TAMBOR





Forecast lithium demand by application. (Source TRU Group, 2009).

World: Electric vehicle production and lithium demand for electric vehicle batteries, 2008 - 2020

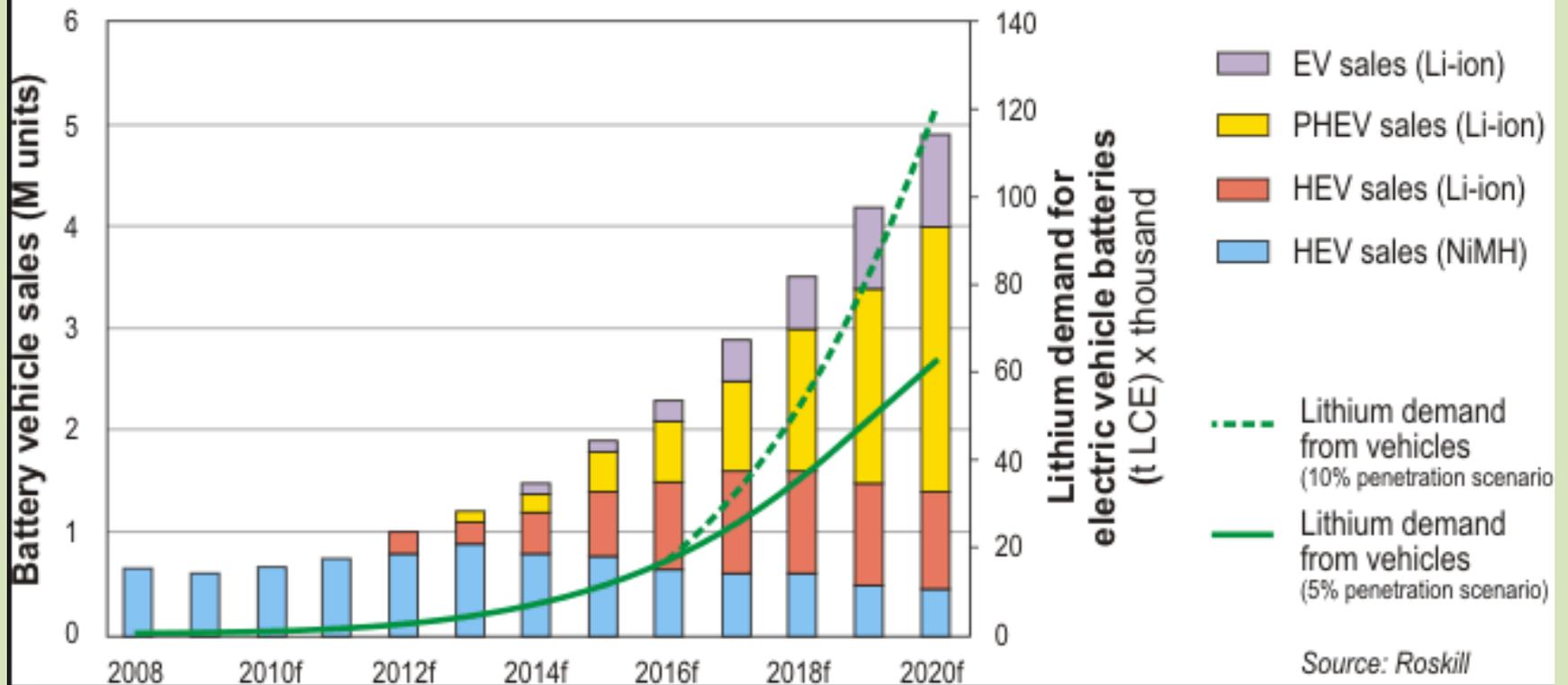


Exhibit 7 – Lithium Demand Projections to 2025 (t LCE)

	2013	% (2013)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	% (2025)
Rechargeable Batteries	48,169	29%	57,822	68,705	79,588	91,606	104,287	116,211	129,271	142,425	155,674	169,869	184,254	200,341	49%
Ceramics	23,254	14%	24,859	26,574	28,407	30,367	32,463	34,703	37,097	39,657	42,393	45,318	48,445	51,788	13%
Glass-Ceramics	19,932	12%	21,307	22,778	24,349	26,029	27,825	29,745	31,798	33,992	36,337	38,844	41,525	44,390	11%
Greases	13,288	8%	13,633	14,042	14,506	14,970	15,419	15,882	16,358	16,849	17,354	17,875	18,411	18,964	5%
Glass	14,949	9%	15,338	15,798	16,319	16,841	17,347	17,867	18,403	18,955	19,524	20,109	20,713	21,334	5%
Metallurgical Powders	9,966	6%	10,654	11,389	12,175	13,015	13,913	14,873	15,899	16,996	18,169	19,422	20,762	22,195	5%
Polymer	8,305	5%	8,562	8,862	9,199	9,539	9,873	10,219	10,576	10,947	11,330	11,726	12,137	12,561	3%
Air Treatment	8,305	5%	8,562	8,862	9,199	9,539	9,873	10,219	10,576	10,947	11,330	11,726	12,137	12,561	3%
Non-rechargeable Batteries	3,322	2%	3,392	3,477	3,574	3,670	3,762	3,856	3,953	4,051	4,153	4,257	4,363	4,472	1%
Aluminum	1,661	1%	1,329	1,063	850	680	544	435	348	279	223	178	143	114	0%
Other	14,949	9%	15,338	15,798	16,319	16,841	17,347	17,867	18,403	18,955	19,524	20,109	20,713	21,334	5%
Total	166,100		180,796	197,347	214,485	233,100	252,653	271,877	292,682	314,052	336,010	359,435	383,601	410,055	
Available Supply	207,705		235,223	239,223	243,523	259,823	284,839	324,839	334,839	334,839	338,458	338,458	383,458	388,458	
Gap	41,605		54,428	41,876	29,038	26,724	32,186	52,962	42,156	20,787	2,448	(20,978)	(144)	(21,597)	

Source: Stormcrow

Lithium Company



Source: Outsider Club

COMPORTAMIENTO DE LAS GANANCIAS DE LAS ACCIONES DE LAS COMPAÑÍAS DEL LITIO

VII.2. GRAFITO

EL **GRAFITO** ES UNA DE LAS FORMAS ALOTRÓPICAS EN LAS QUE SE PUEDE PRESENTAR EL CARBONO JUNTO AL DIAMANTE. A PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y TEMPERATURA AMBIENTE ES MÁS ESTABLE EL **GRAFITO** QUE EL DIAMANTE.



Propiedades físicas

- Color: Negro acero y gris
- Sistema cristalino: Hexagonal ($6/m \ 2/m \ 2/m$).
- Dureza: 1-2 (Mohs).
- Densidad: 2,09 a 2,23 g/cm³
- Índice de refracción: Opaco
- Fluorescencia: No
- Magnetismo: No



Usos

- Mina de los lápices
- Construcción y lubricante sólido
- Ingeniería y fabricación de electrodos y en motores
- En reactores nucleares, como moderadores y reflectores.
- Discos de grafito parecidos a los de discos
- Creación de grafeno, material de alta conductividad eléctrica y térmica, futuro sustituto del silicio en la fabricación de chips

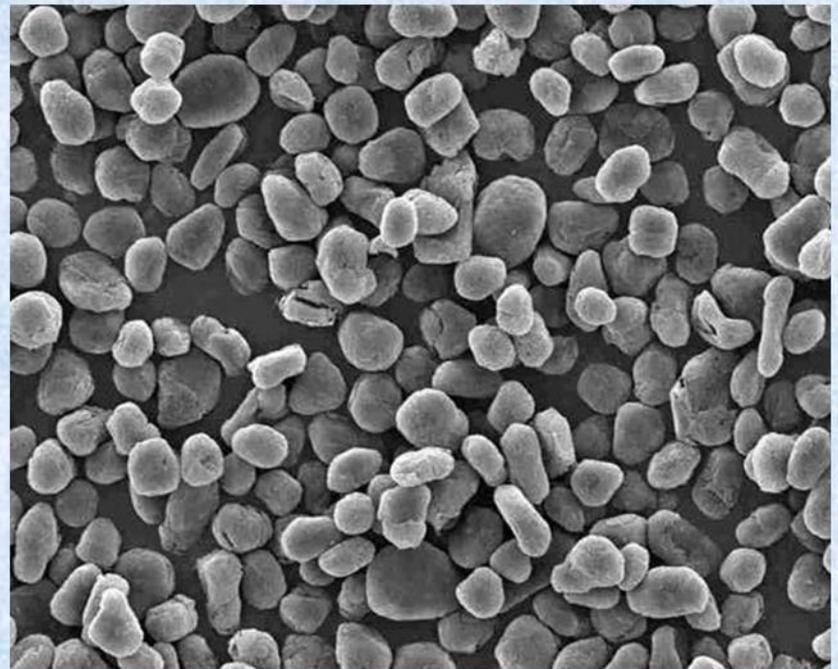


GRAFITO

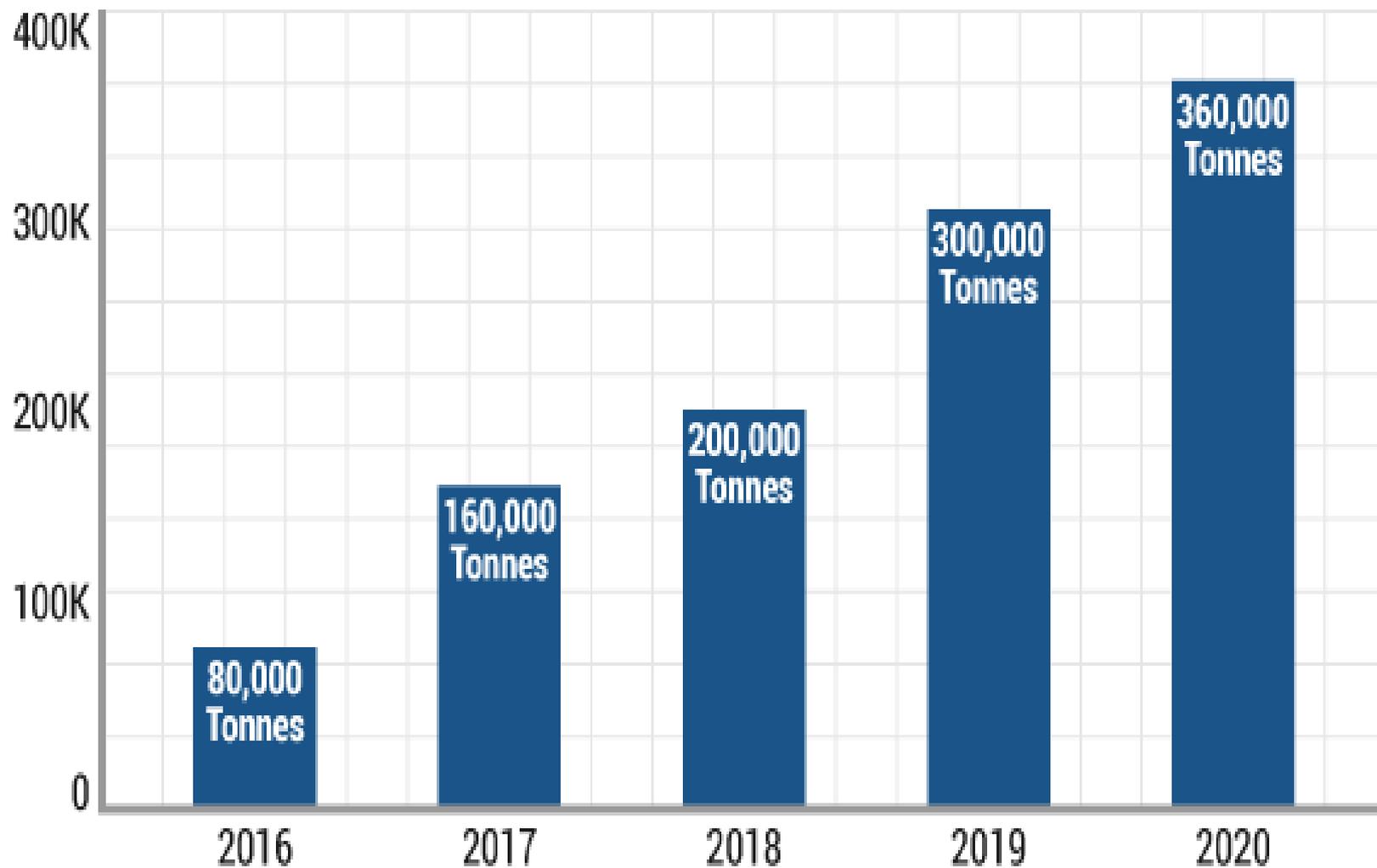
Composition of Lithium-Ion Batteries



● 2% Lithium ● 18% Nickel/Other Materials ● 80% Pure Carbon



ACELERADO CRECIMIENTO EN LA DEMANDA DE GRAFITO



Source: Outsider Club

TIPOS DE GRAFITO NATURAL EN DIFERENTES TIPOS DE YACIMIENTO

Grafito en escamas o microcristalino

- laminar cristalino produce partículas tan aisladas, plano, en forma de placa con bordes hexagonales; cuando se rompen los bordes pueden ser irregulares o angulares.

Grafito amorfo o macrocristalino

- se produce en forma de partículas finas y es el resultado de metamorfismo térmica de carbón, la última etapa de carbonización. También se llama meta-antracita.

Terrón grafito

- se produce en las venas de fisuras o fracturas y aparece como intercrecimientos en forma de placas masivas de agregados cristalinos fibrosos o acicular, y es probablemente de origen hidrotérmico. Sólo se extrae en Sri Lanka.

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE YACIMIENTOS DE GRAFITO



CONCESIONES MINERAS POR GRAFITO EN OAXACA, MÉXICO

**DENUNCIO QUE CUBRE ÁREA
CON EL GRAFITO, APROX 400 HAS.**

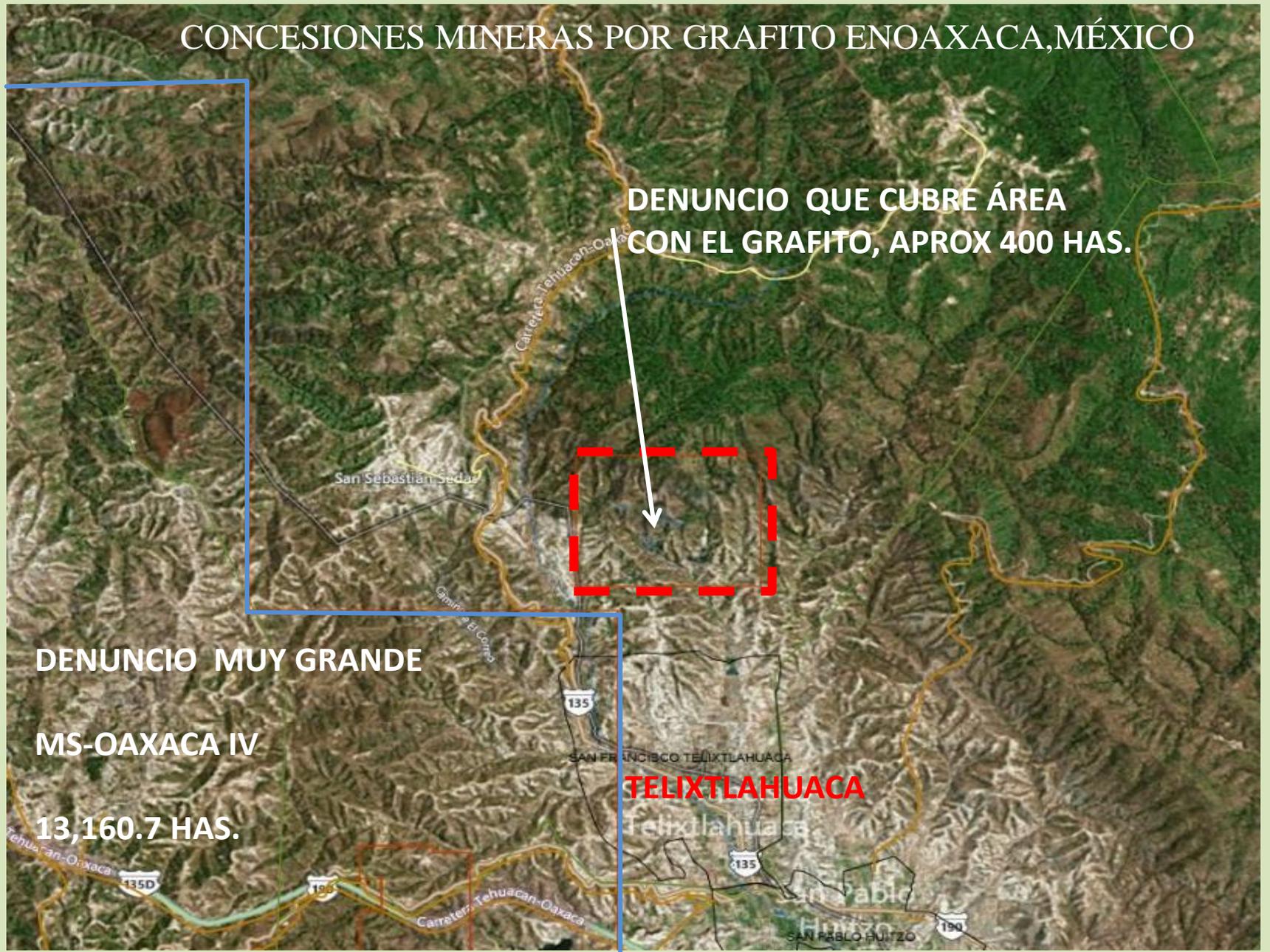


DENUNCIO MUY GRANDE

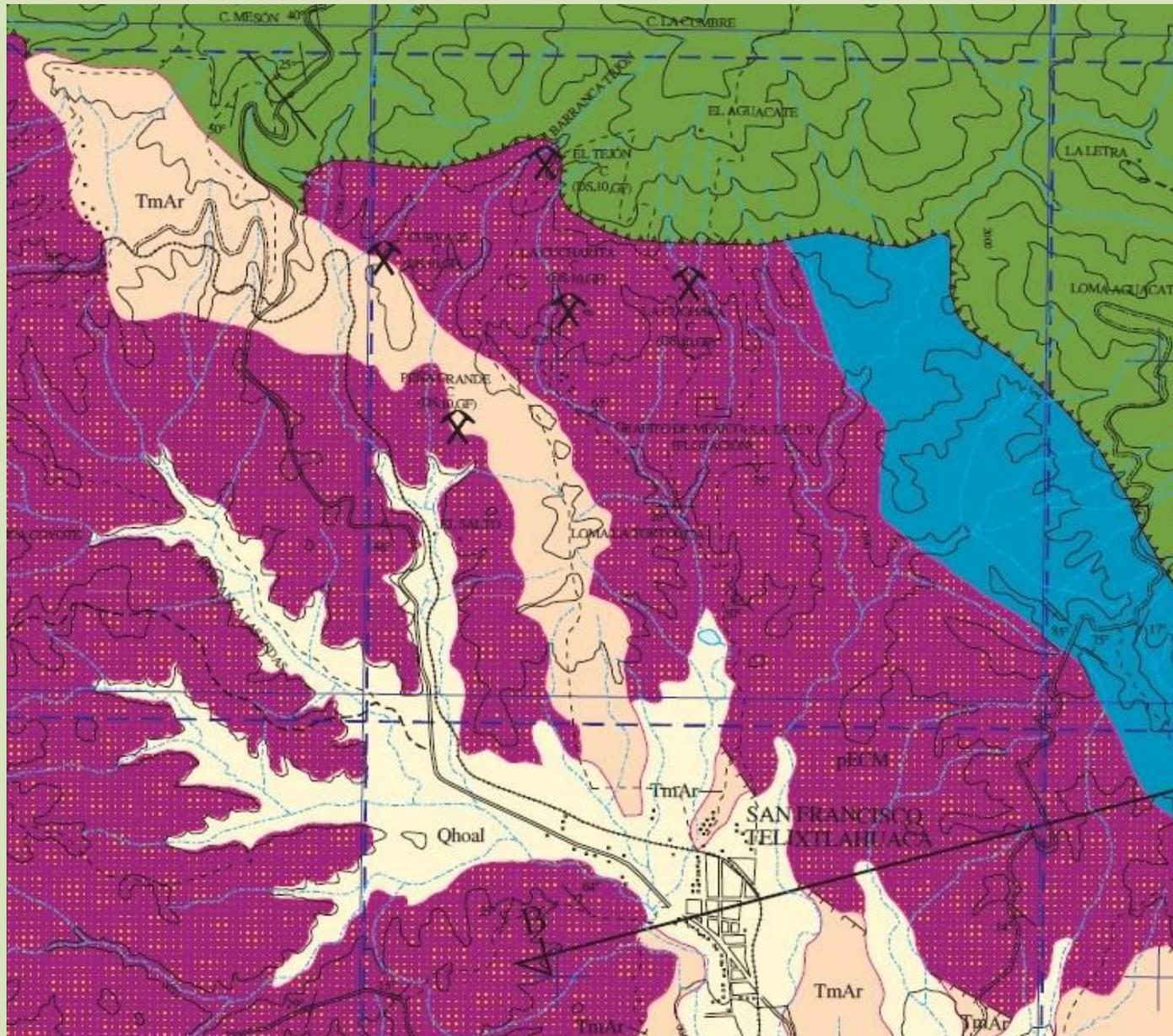
MS-OAXACA IV

13,160.7 HAS.

TELIXTLAHUACA



YACIMIENTOS DE GRAFITO CRISTALINO EN MÉXICO



EXPLICACIÓN

CUATERNARIO

Qal ALUVIÓN

TERCIARIO NEÓGENO

TmAr ARENISCA

TmIg. IGNIMBRITA

TnCgp CONGLOMERADO
POLIMÍCTICO

CRETÁCICO INFERIOR

KaceCz CALIZA

KIaR-Lu ARENISCA - LUTITA

JURÁSICO MEDIO

Jm
Cgp-Ar CONGLOMERADO
POLIMÍCTICO - ARENISCA

JURÁSICO - PALEOZOICO

CM
CM COMPLEJO MILONÍTICO

PRECÁMBRICO

pECM COMPLEJO
METAMÓRFICO

VII.3. TIERRAS RARAS

SE CONOCE CON EL NOMBRE COMÚN DE TIERRAS RARAS A 17 ELEMENTOS QUÍMICOS: ESCANDIO, ITRIO Y LOS 15 ELEMENTOS DEL GRUPO DE LOS LANTÁNIDOS (**LANTANO, CERIO, PRASEODIMIO, NEODIMIO, PROMETIO, SAMARIO, EUROPIO, GADOLINIO, TERBIO, DISPROSIO, HOLMIO, ERBIO, TULIO, ITERBIO Y LUTECIO**).



Lithium Supply risk ■

Key isotopes: ${}^7\text{Li}$

Electron configuration: $[\text{He}] 2s^1$

Density (kg m^{-3}): 533

1st ionisation energy: $520.221 \text{ kJ mol}^{-1}$

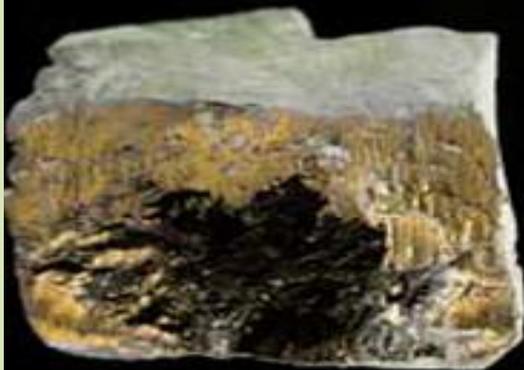
6.941

High supply risk ■ Low supply risk ■
 Medium supply risk ■ Unknown ■

1 H 2 He
 3 Li 4 Be
 11 Na 12 Mg
 19 K 20 Ca 21 Sc 22 Ti 23 V 24 Cr 25 Mn 26 Fe 27 Co 28 Ni 29 Cu 30 Zn 31 Ga 32 Ge 33 As 34 Se 35 Br 36 Kr
 37 Rb 38 Sr 39 Y 40 Zr 41 Nb 42 Mo 43 Tc 44 Ru 45 Rh 46 Pd 47 Ag 48 Cd 49 In 50 Sn 51 Sb 52 Te 53 I 54 Xe
 55 Cs 56 Ba 57 La 72 Hf 73 Ta 74 W 75 Re 76 Os 77 Ir 78 Pt 79 Au 80 Hg 81 Tl 82 Pb 83 Bi 84 Po 85 At 86 Rn
 87 Fr 88 Ra 89 Ac 104 Rf 105 Db 106 Sg 107 Bh 108 Hs 109 Mt 110 Ds 111 Rg 112 Cn 113 Uut 114 Fl 115 Uup 116 Lv 117 Uus 118 Uuo
 58 Ce 59 Pr 60 Nd 61 Pm 62 Sm 63 Eu 64 Gd 65 Tb 66 Dy 67 Ho 68 Er 69 Tm 70 Yb 71 Lu
 90 Th 91 Pa 92 U 93 Np 94 Pu 95 Am 96 Cm 97 Bk 98 Cf 99 Es 100 Fm 101 Md 102 No 103 Lr

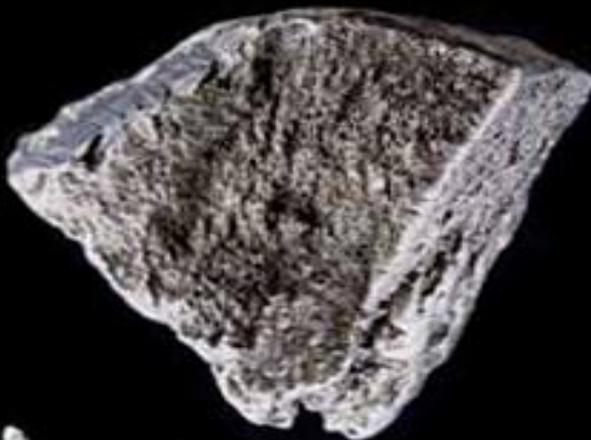
1. CERIUM

Flat-screen displays; fiber optics
Estimated 2015 demand in tons:
70,200



2. LANTHANUM

Oil refining; metal-hydride batteries
for electric vehicles
Demand: 48,500



3. NEODYMIUM

Hybrid/electric vehicles; wind
turbines
Demand: 36,900



4. YTTRIUM

Smartphones; flat-screen displays
Demand: 14,050



5. DYSPROSIUM

Magnetic resonance imaging;
smartphones
Demand: 2,200



6. TERBIUM

Hybrid/electric vehicles; smart-
phones; flat-screen displays
Demand: 550



ALGUNAS APLICACIONES DE LAS TIERRAS RARAS

▶ Collection of 17 chemical elements

▶ Vital component in high-tech products

▶ China supplies at least 95 percent of world's rare earths

Some products that contain rare earth elements:

■ iPods

dysprosium, neodymium, praseodymium, samarium, terbium

■ Wind turbines

dysprosium, neodymium, praseodymium, terbium

■ Hybrid vehicles

dysprosium, lanthanum, neodymium, praseodymium

■ Fibre optics

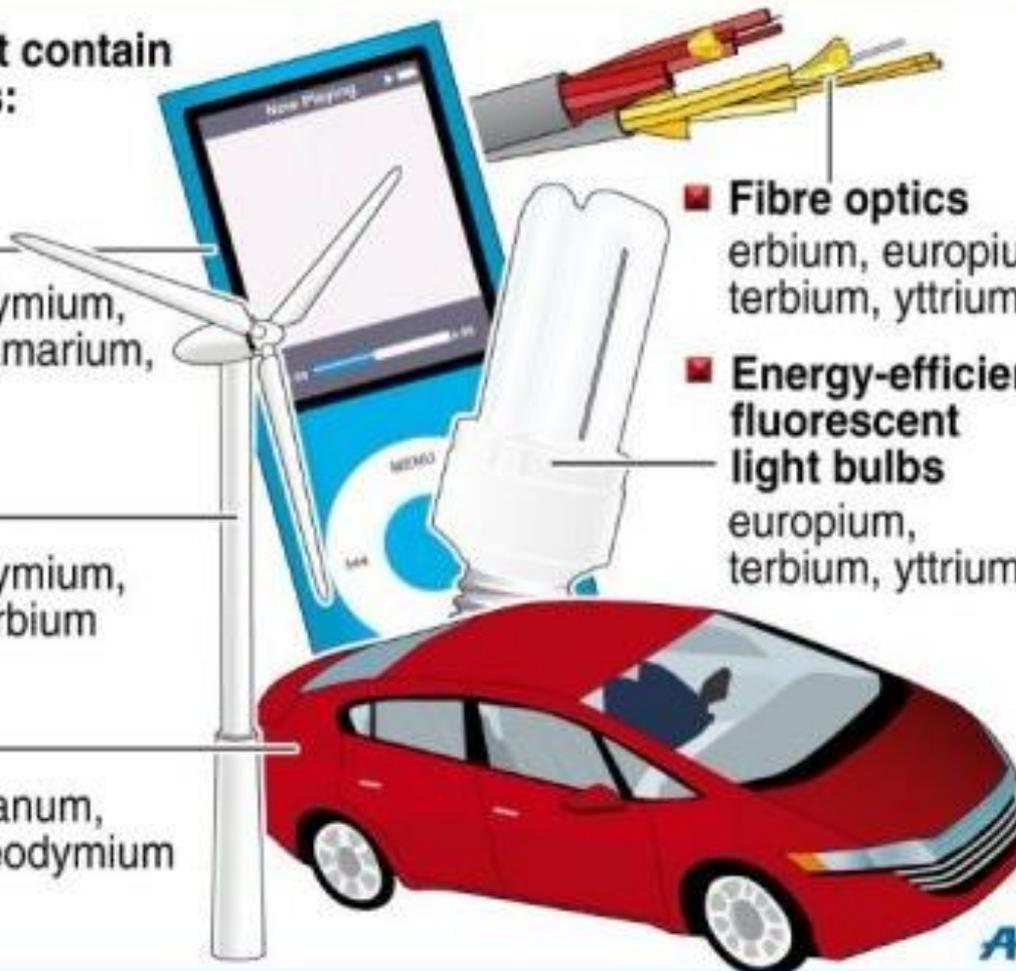
erbium, europium, terbium, yttrium

■ Energy-efficient fluorescent light bulbs

europium, terbium, yttrium

Source: USGS

AFP



NiMH, Ce, La
In batteries

Pt equipment, Se
used in glass production

Ge, Th,
Used in camera lenses

Pt, Se used in lense
production

Depending on design:
Ag, Pd, Ru,
Ga, Ce, Eu in LCD screens.
In in touch screens

Ga, Eu in LEDs

Au, Pd
In CPU and wiring

Nd in speakers

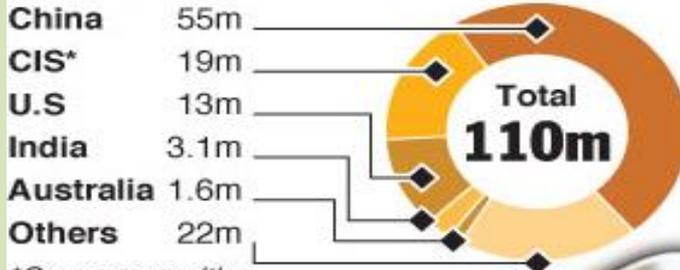


Huge rare earth deposits found in Pacific

Japanese geologists have located vast deposits of rare earth minerals, crucial in making high-tech electronics, on the Pacific Ocean floor. The deposits, thought to be around 1,000 times those on land, could challenge China's global monopoly over production

RARE EARTH RESERVES ON LAND

(tonnes)



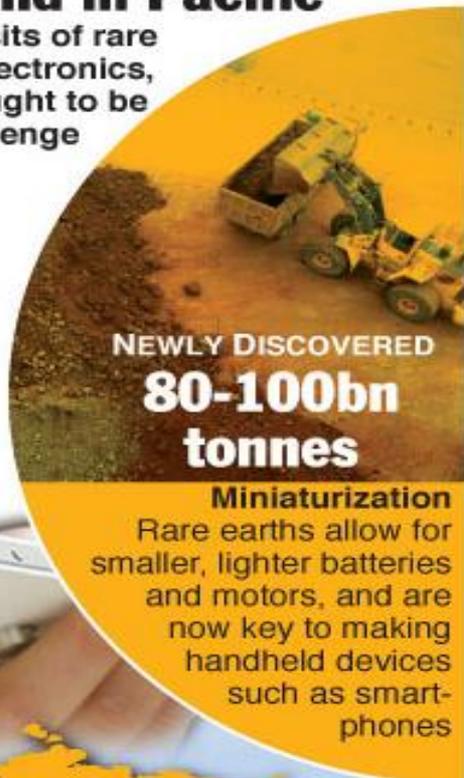
*Commonwealth of Independent States

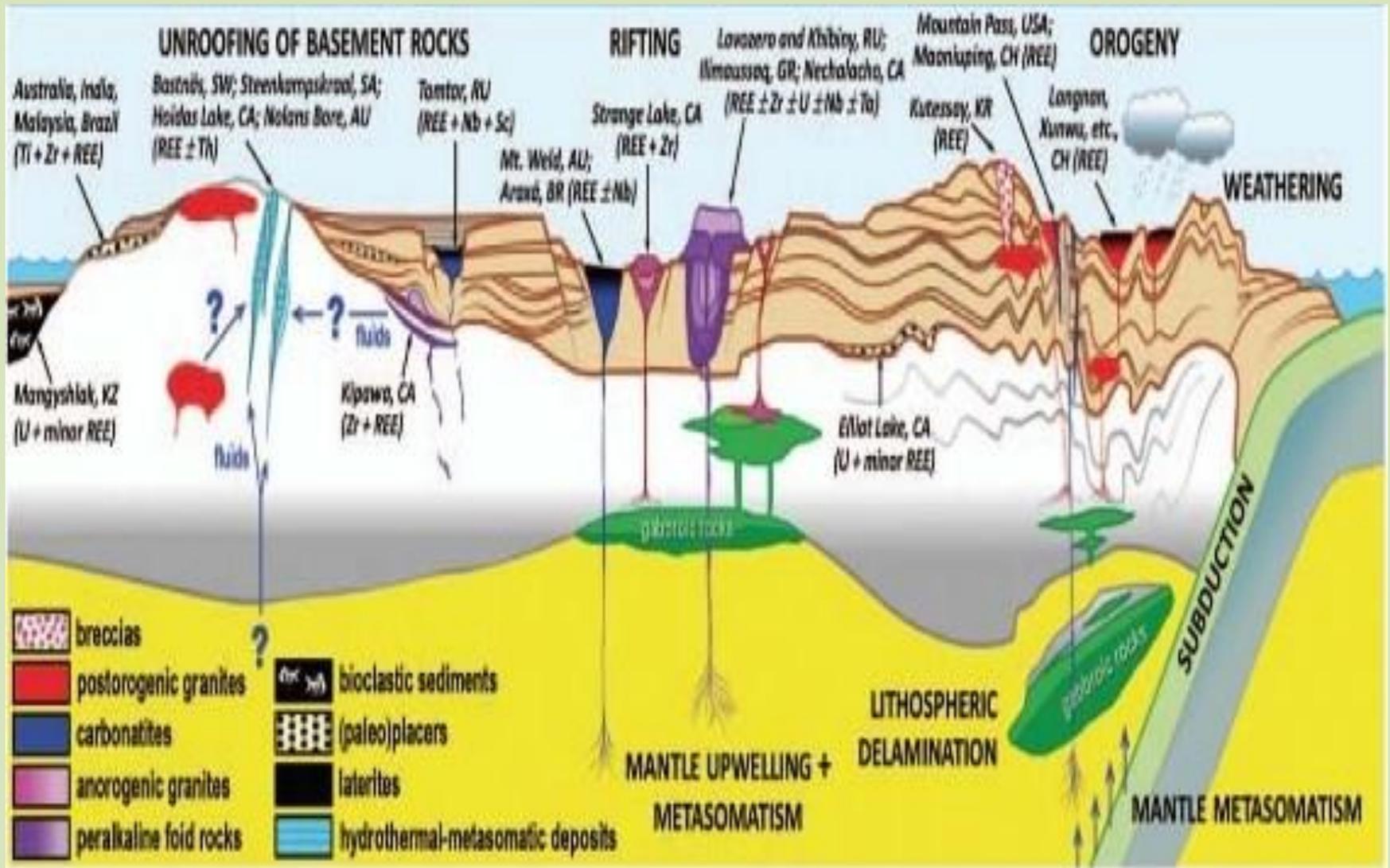
RARE EARTH PRODUCERS

Total production:
130,000 tonnes – 97% from China

New deposits

Found in international waters in sites close to Hawaii and Tahiti, and lying in sea mud at 3,500-6,000m below ocean surface





AMIENTE TECTÓNICO DE LOS YACIMIENTOS DE LAS TIERRAS RARAS

China's Dominance of the market and the need for alternative supplies

China has been the dominant producer of REEs since the mid-1980s and by 2009, as shown in figure 3, supplied over 94% of the world demand. China contains unusually large REE deposits that account for approximately 50% of the current known global reserves. This has allowed China to sell REEs at low prices, other mines around the world, for example Mountain Pass, USA, were unable to compete and were either closed or mothballed (Kynicky, et al 2012) (Szumigala, 2011).

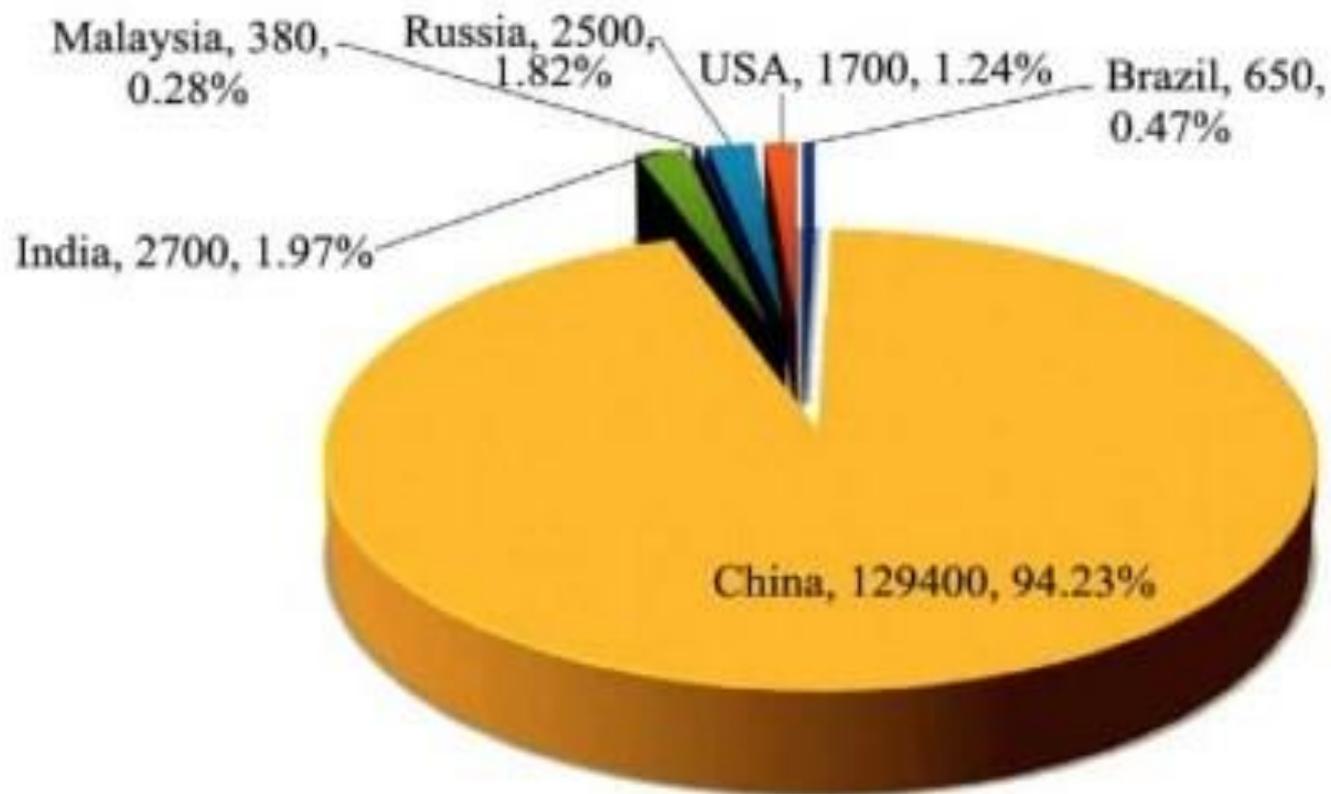
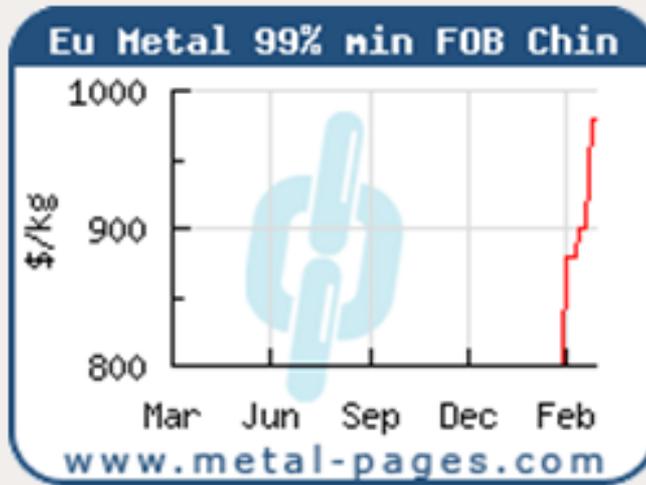


Figure 3 – Global Rare Earth Supply 2009 (Chen, 2011)

Metal price: Eu Metal 99% min FOB China - China



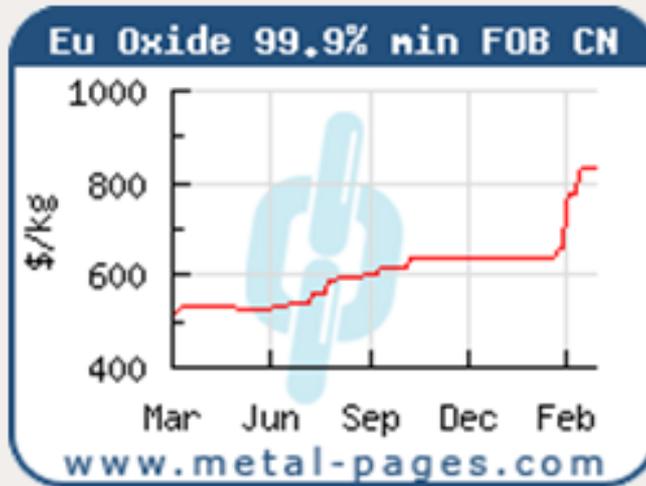
Date 2011-03-24

Market China 🇨🇳

Please logon to see the actual prices.

Change = +0.00%

Metal price: Eu Oxide 99.9% min FOB China - China



Date 2011-03-24

Market China 🇨🇳

Please logon to see the actual prices.

Change = +0.00%

Metal price: Eu Metal 99% min China - China

VII.4. INDIO



Indium - Transbaikal
Native indium.
East Transbaikal area, Russia.
Picture width 1.2 mm.
Photo by Thomas Witzke.



LONGOTES DE METAL, INDIO DE ALTA PUREZA

APPEARANCE

A SOFT, SILVERY METAL THAT IS STABLE IN AIR AND WATER.

USES

MOST INDIUM IS USED TO MAKE INDIUM TIN OXIDE (ITO), WHICH IS AN IMPORTANT PART OF TOUCH SCREENS, FLATSCREEN TVS AND SOLAR PANELS. THIS IS BECAUSE IT CONDUCTS ELECTRICITY, BONDS STRONGLY TO GLASS AND IS TRANSPARENT.

INDIUM NITRIDE, PHOSPHIDE AND ANTIMONIDE ARE SEMICONDUCTORS USED IN TRANSISTORS AND MICROCHIPS.

INDIUM METAL STICKS TO GLASS AND CAN BE USED TO GIVE A MIRROR FINISH TO WINDOWS OF TALL BUILDINGS, AND AS A PROTECTIVE FILM ON WELDERS' GOGGLES. IT HAS ALSO BEEN USED TO COAT BALL BEARINGS IN FORMULA 1 RACING CARS BECAUSE OF ITS LOW FRICTION.

AN INDIUM ALLOY HAS BEEN USED FOR FIRE-SPRINKLER SYSTEMS IN SHOPS AND WAREHOUSES BECAUSE OF ITS LOW MELTING POINT.

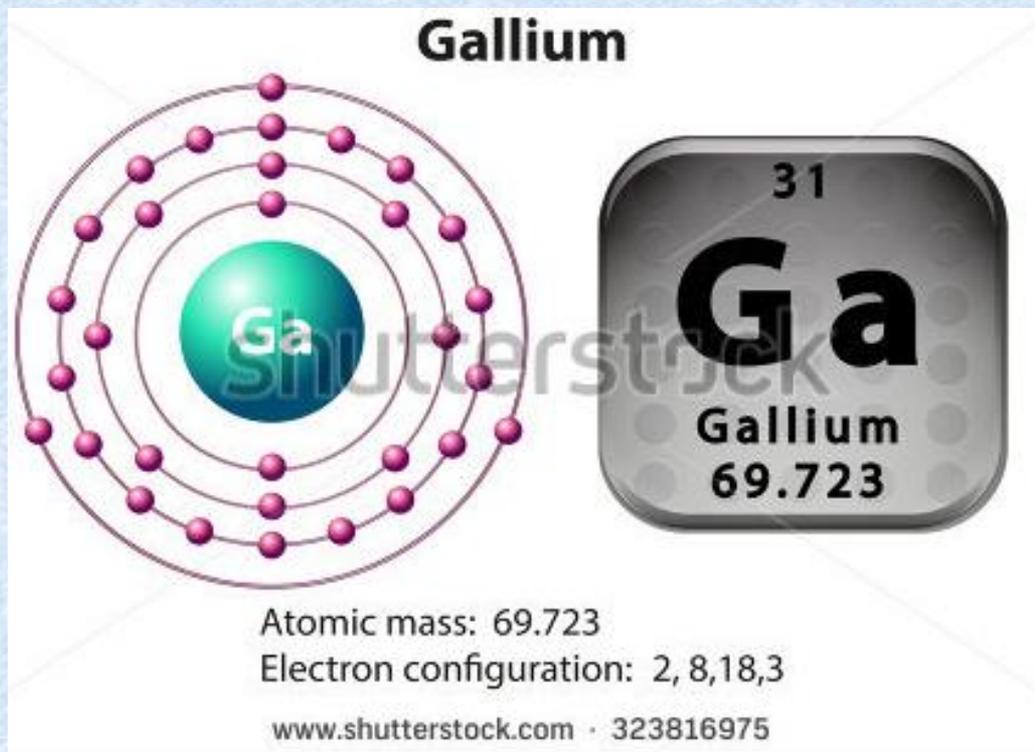
BIOLOGICAL ROLE

INDIUM HAS NO KNOWN BIOLOGICAL ROLE. IT IS TOXIC IF MORE THAN A FEW MILLIGRAMS ARE CONSUMED AND CAN AFFECT THE DEVELOPMENT OF AN EMBRYO OR FOETUS.

NATURAL ABUNDANCE

INDIUM IS ONE OF THE LEAST ABUNDANT MINERALS ON EARTH. IT HAS BEEN FOUND UNCOMBINED IN NATURE, BUT TYPICALLY IT IS FOUND ASSOCIATED WITH ZINC MINERALS AND IRON, LEAD AND COPPER ORES. IT IS COMMERCIALY PRODUCED AS A BY-PRODUCT OF ZINC REFINING.

VII.5. GALIO



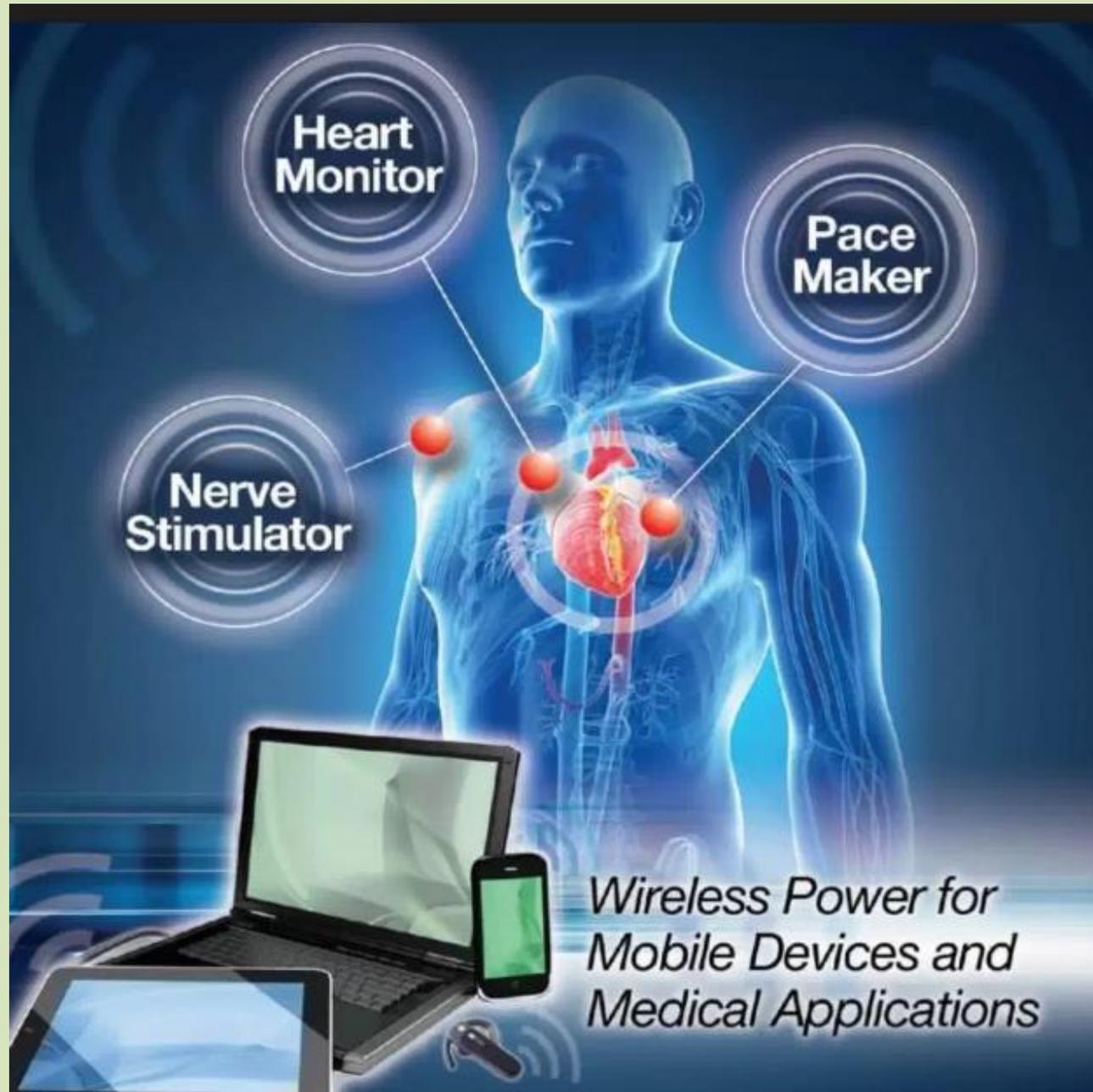
VII.5. GALIO

ELEMENTO QUÍMICO, SÍMBOLO Ga, NÚMERO ATÓMICO 31 Y PESO ATÓMICO 69.72. LO DESCUBRIÓ LECOQ DE BOISBAUDRAN EN FRANCIA EN 1875. TIENE UN GRAN INTERVALO DE TEMPERATURA EN EL ESTADO LÍQUIDO.

USOS: SE USA EN TERMÓMETROS DE ALTA TEMPERATURA Y MANÓMETROS. EN ALEACIÓN CON PLATA Y ESTAÑO, EL GALIO SUPLE EN FORMA ADECUADA LA AMALGAMA EN CURACIONES DENTALES; PARA SOLDAR MATERIALES NO METÁLICOS, INCLUYENDO GEMAS O METALES. EL ARSENIURO DE GALIO SE UTILIZA EN SISTEMAS PARA TRANSFORMAR MOVIMIENTO MECÁNICO EN IMPULSOS ELÉCTRICOS. ARTÍCULOS SINTÉTICOS SUPERCONDUCTORES USADOS PARA LA FABRICACIÓN DE MATRICES POROSAS DE VANADIO O TÁNTALO IMPREGNADOS CON HIDRURO DE GALIO.

EL GALIO ES UN EXCELENTE SEMICONDUCTOR PARA USO EN RECTIFICADORES, TRANSISTORES, FOTOCONDUCTORES, FUENTES DE LUZ, DIODOS LÁSER O MÁSER Y APARATOS DE REFRIGERACIÓN.

EL GALIO FORMA ALEACIONES EUTÉCTICAS DE BAJO PUNTO DE FUSIÓN CON VARIOS METALES, Y COMPUESTOS INTERMETÁLICOS CON MUCHOS OTROS.



Heart
Monitor

Pace
Maker

Nerve
Stimulator

*Wireless Power for
Mobile Devices and
Medical Applications*

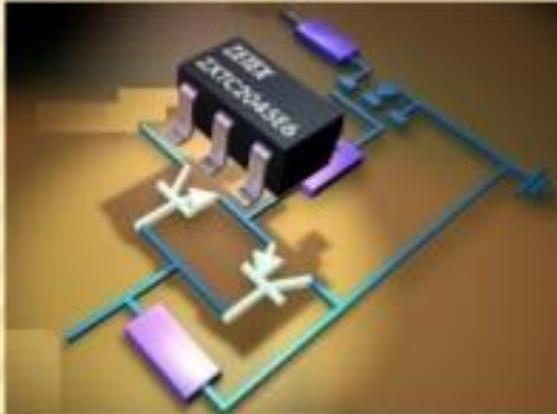
VII.6. GERMANIO

PROPIEDADES

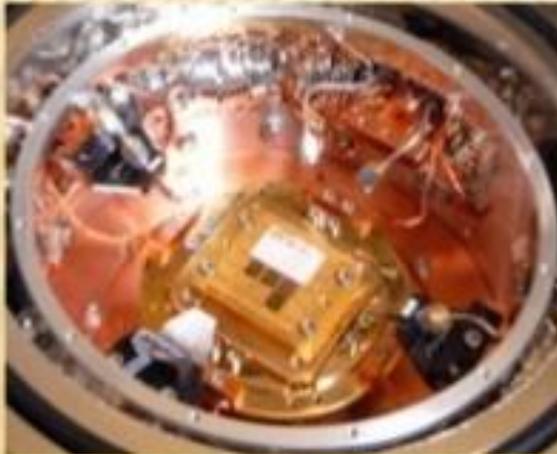
El estado del germanio en su forma natural es sólido. El germanio es un elemento químico de aspecto blanco grisáceo y pertenece al grupo de los metaloides. El número atómico del germanio es 32. El símbolo químico del germanio es Ge. El punto de fusión del germanio es de 1211,4 grados Kelvin o de 939,25 grados Celsius o grados centígrados. El punto de ebullición del germanio es de 3093 grados Kelvin o de 2820,85 grados Celsius o grados centígrados.



Aplicaciones de Germanio



Los primeros transistores fueron fabricados de germanio



El chip de germanio-silicio en el banco de pruebas. Foto: GIT

Las propiedades del germanio son tales que este elemento tiene varias aplicaciones importantes, especialmente en la industria de los semiconductores. El primer dispositivo de estado sólido, el transistor, fue hecho de germanio. Los cristales especiales de germanio se usan como sustrato para el crecimiento en fase vapor de películas finas de GaAs y GaAsP en algunos diodos emisores de luz. Se emplean lentes y filtros de germanio en aparatos que operan en la región infrarroja del espectro. Mercurio y cobre impregnados de germanio son utilizados en detectores infrarrojos; los granates sintéticos con propiedades magnéticas pueden tener aplicaciones en los dispositivos de microondas para alto poder y memoria de burbuja magnética; los aditivos de germanio incrementa los amper-horas disponibles en acumuladores.

APLICACIONES

El germanio es una sustancia dura de color blanco grisáceo que se encuentra con los minerales de zinc, plata, plomo y cobre. Un químico alemán llamado Clemens Winkler descubrió este elemento en el año 1886 y la llamó así en referencia a Alemania

El germanio se utiliza como material semiconductor. Se usa generalmente, junto al silicio, en los circuitos integrados de alta velocidad para mejorar su rendimiento.

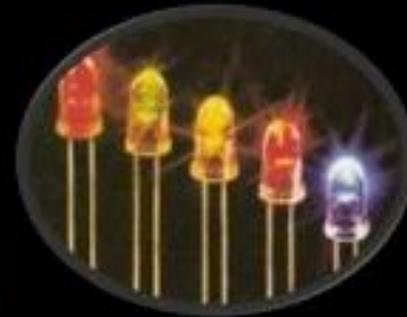
También se utiliza en las lámparas fluorescentes y algunos diodos LED.

El germanio se utiliza en el control de los aeropuertos para detectar las fuentes de radiación.

Se puede utilizar en los paneles solares. De hecho, los robots exploradores de marte contienen germanio en sus células solares.

Las aplicaciones del germanio se ven limitadas por su elevado costo y en muchos casos se investiga su sustitución por materiales más económicos.

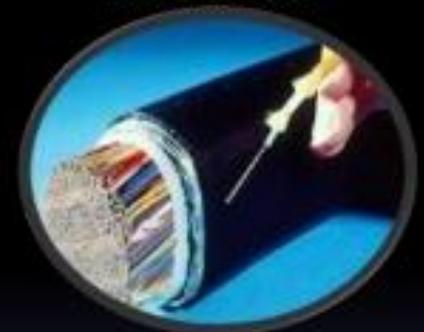
DIODOS LED



GERMANIO



FIBRA OPTICA



PANELES SOLARES



VII.7. NIOBIO (COLUMBIO)

EL NIOBIO ES UN ELEMENTO QUÍMICO DE NÚMERO ATÓMICO 41 SITUADO EN EL GRUPO 5 DE LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS. SE SIMBOLIZA COMO NB. ES UN METAL DE TRANSICIÓN DÚCTIL, GRIS, BLANDO Y POCO ABUNDANTE. SE ENCUENTRA EN EL MINERAL NIOBITA, TAMBIÉN LLAMADO COLUMBITA, Y SE UTILIZA EN ALEACIONES. SE EMPLEA PRINCIPALMENTE ALEADO EN ACEROS, A LOS CUALES CONFIERE UNA ALTA RESISTENCIA.



VII.8. TANTALIO



EL TANTALIO ES UN ELEMENTO QUÍMICO CON EL SÍMBOLO TA Y EL NÚMERO ATÓMICO 73. ANTERIORMENTE CONOCIDO COMO TANTALIO, LLEVA EL NOMBRE DE TANTALUS, UN VILLANO DE LA MITOLOGÍA GRIEGA. [5] EL TANTALIO ES UN METAL DE TRANSICIÓN RARO, DURO, GRIS AZULADO Y BRILLANTE QUE ES ALTAMENTE RESISTENTE A LA CORROSIÓN. FORMA PARTE DEL GRUPO DE LOS METALES REFRACTARIOS, QUE SE UTILIZAN AMPLIAMENTE COMO COMPONENTES MENORES EN LAS ALEACIONES. LA INERCIA QUÍMICA DEL TANTALIO LO CONVIERTE EN UNA SUSTANCIA VALIOSA PARA EL EQUIPO DE LABORATORIO Y COMO SUSTITUTO DEL PLATINO. SU USO PRINCIPAL EN LA ACTUALIDAD ES EN LOS CAPACITORES DE TANTALIO EN EQUIPOS ELECTRÓNICOS COMO TELÉFONOS MÓVILES, REPRODUCTORES DE DVD, SISTEMAS DE VIDEOJUEGOS Y COMPUTADORAS. EL TANTALIO, SIEMPRE JUNTO CON EL NIOBIO QUÍMICAMENTE SIMILAR, SE ENCUENTRA EN LOS GRUPOS MINERALES TANTALITA, COLUMBITA Y COLTÁN (UNA MEZCLA DE COLUMBITA Y TANTALITA).

VII.9. COLTAN

EL COLTÁN ES UNA ROCA COMPUESTA, PRINCIPALMENTE, POR LOS MINERALES COLUMBITA Y TANTALITA. EL COLTÁN NO ES UNA DENOMINACIÓN CIENTÍFICA QUE SE CORRESPONDA CON UN ELEMENTO QUÍMICO EN CONCRETO. LA DENOMINACIÓN CORRESPONDE A LA CONTRACCIÓN DEL NOMBRE DE DOS MINERALES BIEN CONOCIDOS, LA COLUMBITA (COL), ÓXIDO DE NIOBIO CON HIERRO Y MANGANESO (Fe, Mn)Nb₂O₆, Y LA TANTALITA (TAN), ÓXIDO DE TANTALIO CON HIERRO Y MANGANESO (Fe, Mn)Ta₂O₆. EL COLTÁN ES UNA SOLUCIÓN SÓLIDA ENTRE AMBOS MINERALES.

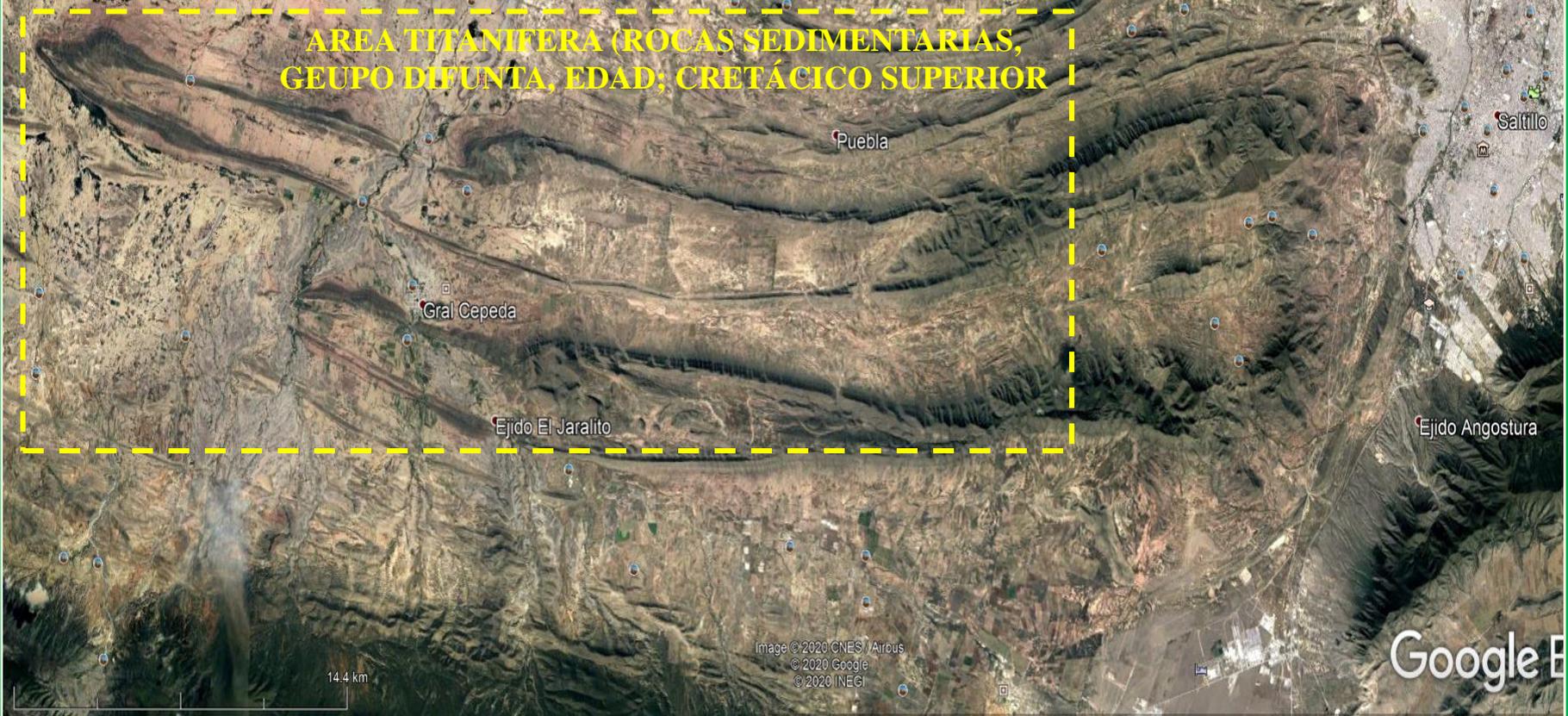


VII.10. TITANIO

EL **TITANIO** ES UN ELEMENTO QUÍMICO DE SÍMBOLO **TI** Y NÚMERO ÁTOMICO 22 QUE SE SITÚA EN EL GRUPO 4 DE LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS. ES UN METAL DE TRANSICIÓN DE COLOR GRIS, BAJA DENSIDAD Y GRAN DUREZA. ES MUY RESISTENTE A LA CORROSIÓN POR AGUA DEL MAR, AGUA REGIA Y CLORO. EN LOS AÑOS 60'S, EL CONSEJO DE RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES, REALIZÓ ESTUDIOS GEOLÓGICOS DE ARENISCAS TITANO-ZIRCONÍFERAS EN GENERAL ZEPEDA, COAH. Y LOS RESULTADOS FUERON MUY ATRACTIVOS, OBTENIENDO COMO CONCLUSIÓN LA ESTIMACIÓN DE UNAS 382,959.16 TONELADAS DE MINERAL TITANO-ZIRCONÍFERO CON LEY PROMEDIO DE 11.14% DE TiO_2 , 1.65% DE ZIRCON Y 31.61% DE Fe, PERO EN ESTUDIOS POSTERIORES ESTIMARON RESERVAS DE MILLONES DE TONS, SIN EMBARGO, DESDE 1989, NO SE HA HECHO NINGUNA EXPLORACIÓN.



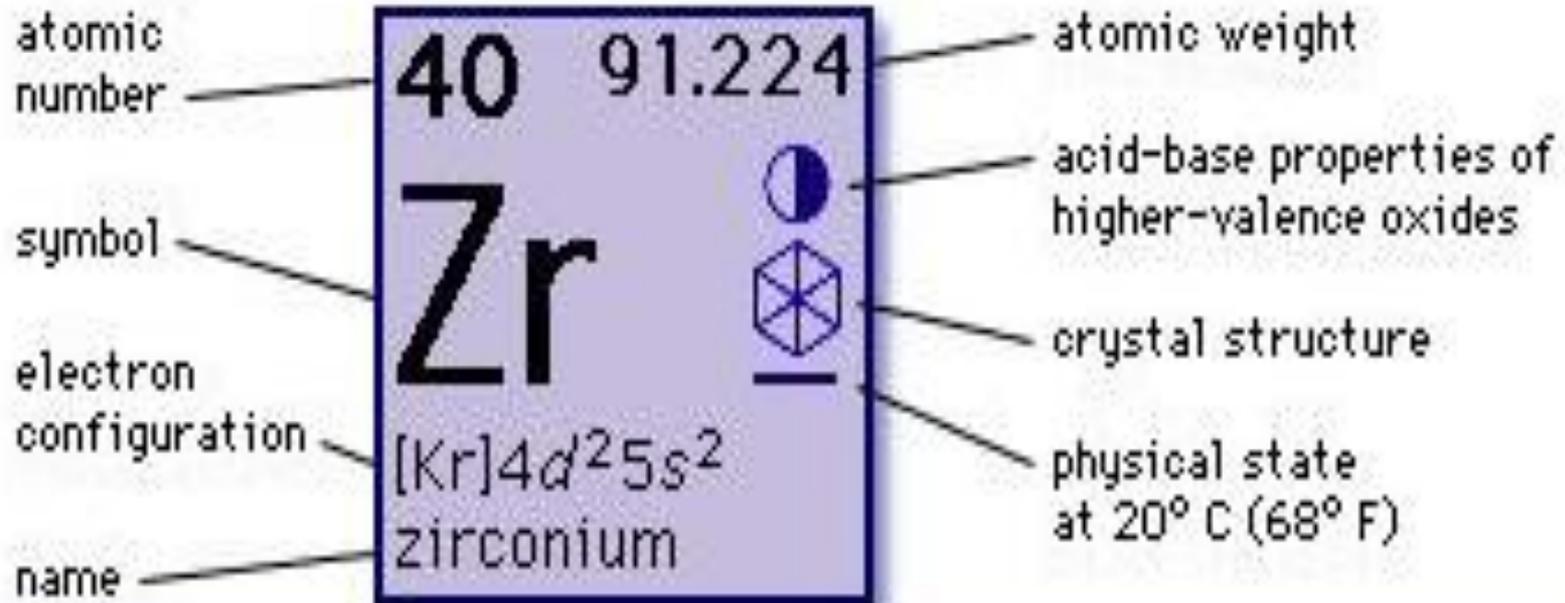
REGIÓN COMPRENDIDA AL OESTE DE ALTILLO, COAHUILA, MÉXICO



**AREA TITANIFERA (ROCAS SEDIMENTARIAS,
GEUPO DIFUNTA, EDAD: CRETÁCICO SUPERIOR)**

YACIMIENTOS DE ARENISCAS TITANIFERAS, GENERAL CEPEDA, COAHUILA, MÉXICO

VII.11.ZIRCON



equal relative strength



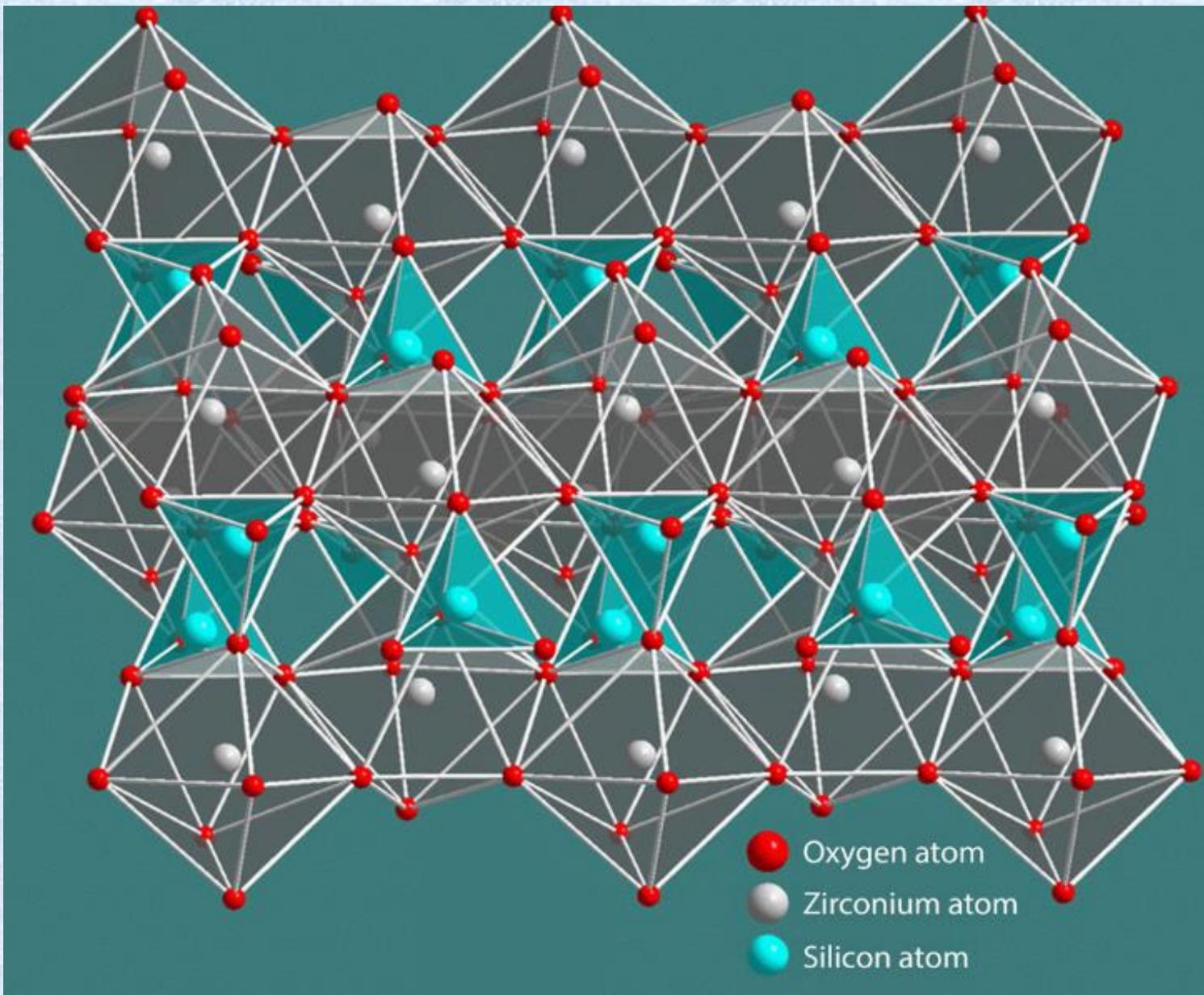
solid



hexagonal



transition metals







Usos del zirconio

Este metal se utiliza en la industria nuclear para el revestimiento de elementos combustibles ya que tiene una sección transversal de baja absorción de neutrones. El zirconio es muy resistente a la corrosión por ácidos y álcalis del [agua](#), por lo tanto, es ampliamente utilizado en la industria química, donde se emplean agentes corrosivos.

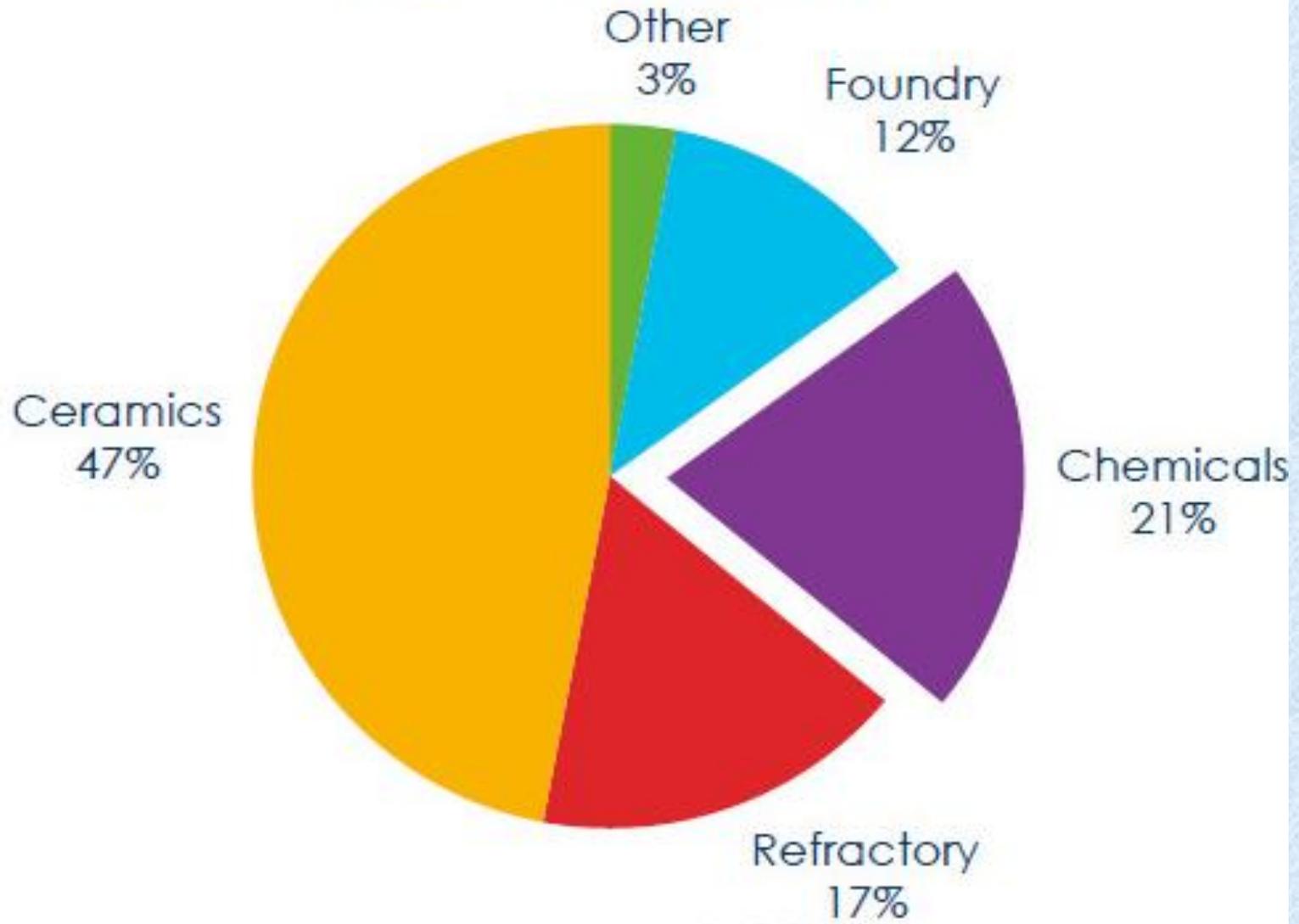
El metal se utiliza en aleaciones con acero para aplicaciones quirúrgicas. Este metal es superconductor a bajas temperaturas y las aleaciones de zirconio y [niobio](#) se utilizan para fabricar imanes superconductores. Las aleaciones de zirconio con [zinc](#) se vuelven magnéticas a temperaturas inferiores a -238 grados centígrados. El zirconio se utiliza también en tubos de vacío, lámparas de flash para fotografía, en cebadores explosivos y en filamentos de las lámparas.

El óxido de zirconio (zircón) tiene un índice de refracción alto. El óxido también se usa para crear crisoles de laboratorio resistentes a choques térmicos, para el revestimiento de los hornos metalúrgicos y por las industrias del vidrio y la cerámica como un material refractario.

El uso de los óxidos de zirconio en cerámica técnica está bien establecido, sobre todo por sus propiedades de resistencia al calor y la electricidad. El zirconio se utiliza en condensadores, sistemas de microondas y aplicaciones de telecomunicaciones piezoeléctricos donde se controlan la alta reactividad y tamaño de partícula cuidadosamente para maximizar la formación de zirconato. Otras aplicaciones son la creación de piedras preciosas, cerámicas, filtros para metal fundido y conectores de fibra óptica.

Zircon Demand by End Use

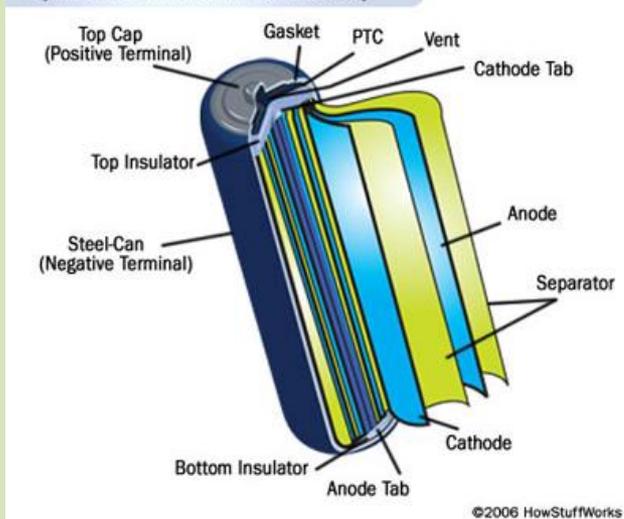
(2013 ~ 1 million tonnes)



ZIRCON



Cylindrical lithium-ion battery



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

