PROYECTO DE TIERRAS RARAS DE MATAMULAS:

"EL PRIMER YACIMIENTO DE EUROPA"

ENRIQUE BURKHALTER THIEBAUT
RAQUEL VERGARA ESPUELAS

Abril 2016

QUANTUM MINERIA

Índice

- **Qué son las Tierras Raras**
- **Objeto, alcance y antecedentes de los Permisos de Investigación**
- **Trabajos realizados:**
  - Campañas de investigación
  - Preparación de muestras y análisis
  - Ensayos de concentración, densimetría, metalurgia y mineralurgia
  - Caracterización petrográfica
- **Estimación de recursos:**
  - Calificación de recursos
  - Competitividad: comparación entre otros proyectos internacionales
- **Proyecto de Concesión de Explotación:**
  - Método y secuencia de explotación
  - Planta de tratamiento
  - Puestos de trabajo
- **Restauración y rehabilitación de la zona**
- **Estudio medioambiental**
- **Conclusiones**

¿Qué son las Tierras Raras (TR)?

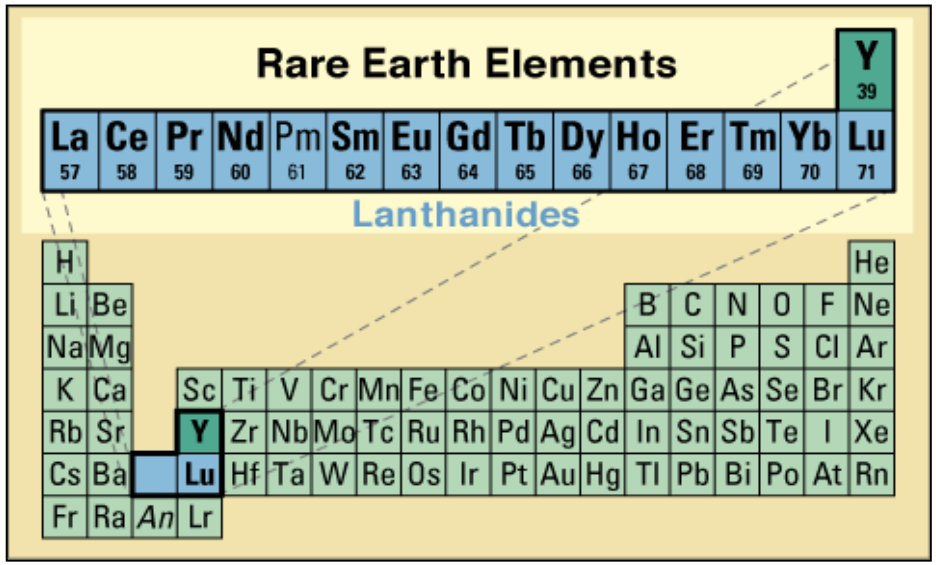
- Las Tierras Raras (TR) son los elementos del **bloque "f" de la Tabla Periódica** (más ytrio y escandio), cuyos **radios iónicos son muy parecidos** y muestran comportamientos químicos igualmente semejantes que hacen **difícil su separación**.

- Son muy **buenos conductores** de electricidad y destacan por sus **propiedades magnéticas**. Variando sus aleaciones, se puede 'personalizar' su magnetismo para crear imanes con comportamientos muy específicos.

- Los principales Minerales de las Tierras Raras son: **Bastnasita**, **Monacita** y **Loparita**.

- Se separan en tres grupos:
  - ***I.*** ***Tierras Raras Ligeras***: Lantano, Cerio, Praseodimio y Neodimio.
  - ***II.*** ***Tierras Raras Intermedias***: Europio, Samario y Gadolinio.
  - ***III.*** ***Tierras Raras Pesadas***: Terbio, Disprosio, Holmio, Erbio, Tulio, Yterbio y Lutecio.

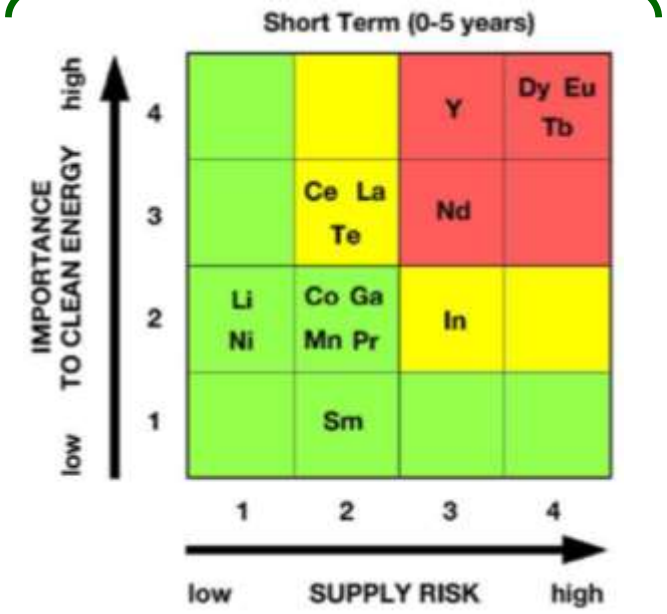
Tabla Periódica señalando los 16 elementos denominados Tierras Raras (REE)



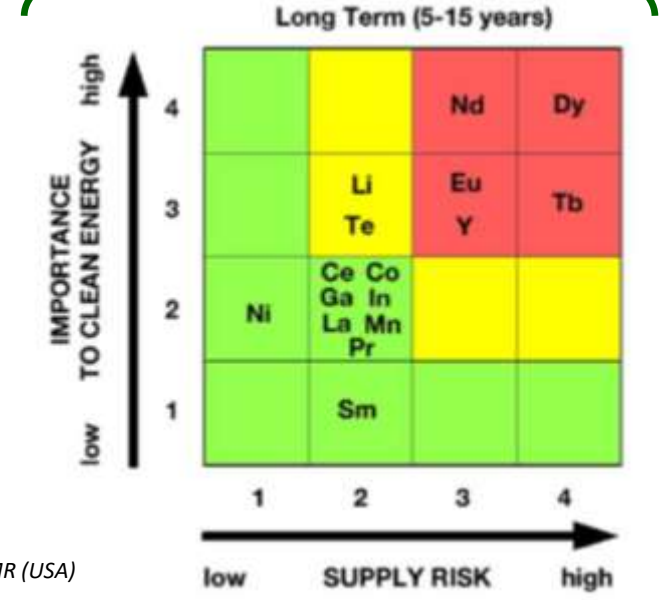
Las TR como elementos críticos

- Las **TR están ligadas** a nuestros **bienes industriales más preciados** como la electrónica de última generación, los superconductores, los instrumentos "led", fabricación de láseres, etc.
- Son elementos críticos porque son **únicos e insustituibles**: su uso es esencial y son vulnerables a las restricciones de suministro. Su producción se encuentra muy concentrada, y poseen barreras de entrada de tipo tecnológico.

Matriz de criticidad de las TR a corto plazo



Matriz de criticidad de las TR a largo plazo



Fuente: *Departamento de Energía, TMR (USA)*

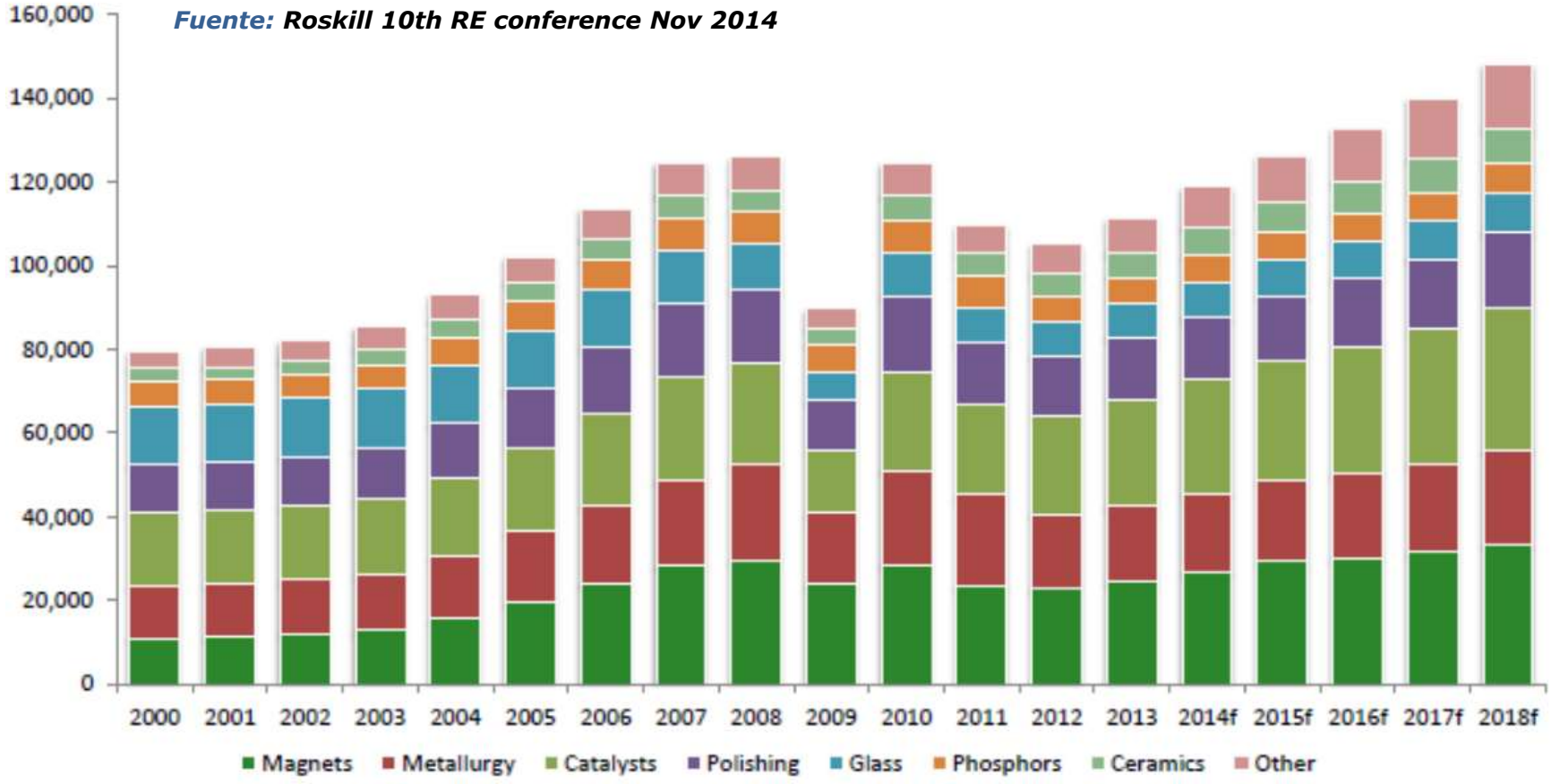
Categorías de las TR según el uso final

- Los usos en **rápida expansión** de estos materiales han creado **inesperados aumentos de la demanda**.
- Muchas tecnologías dependen de manera crítica de **elementos de producción no asegurados**.
- La mayoría de estas aplicaciones **no** tienen **materiales sustitutivos**.

REE End-Use Categories	Category	End-Uses
	Battery Alloys	HEVs, PHEVs, E-Bikes, E-Scooters, E-Motorcycles, Single-Cells, etc.
	Catalytic Converters	Cars, Light Trucks, Light Commercial, Heavy Trucks, Buses, Motorcycles, etc.
	Ceramics, Pigments, and Glazes	Functional Ceramics, Structural Ceramics, Conductive Ceramics, etc.
	Fuel Cracking Catalysts & Additives	Fuel Cracking Catalysts, Fuel Cracking Catalyst Additives, Fuel-borne Catalysts
	Glass Polishing Powders & Additives	Low-Ce, High-Ce, and Ultra-High-Ce Polishing Powders, Optical Glass, etc.
	Metallurgy and Alloys	Steel and Ductile Iron Production, RE-Mg Alloys, Fe-Gd Alloys, Fe-Ho Alloys, etc
	Permanent Magnets	HEVs, PHEVs, EVs, HDDs, ODDs, E-Bikes, E-Scooters, Wind Turbines, etc.
	Phosphors	LFL Lamps, CFL Lamps, White LED Lamps, Headlamps, TV Backlighting, etc.
	Other End-Uses and Applications	Agriculture, Optical Fiber, Laser Crystals, Paint Thinner, Adsorbents, Defense, etc.

Consumo Mundial de TR según uso final
(2000-2018 (t))

Fuente: ***Roskill 10th RE conference Nov 2014***



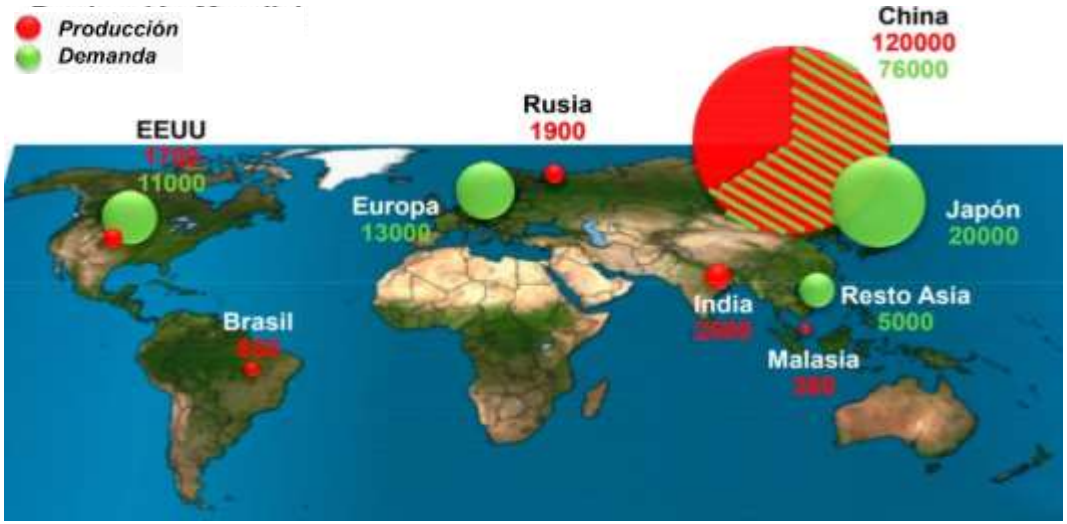
Producción y Demanda mundial de TR

PRODUCCIÓN MINERA MUNDIAL (t) (USGS 2014)			
	2012	2013	RESERVAS
Estados Unidos	800	4.000	13.000.000
Australia	3.200	2.000	2.100.000
Brasil	140	140	22.000.000
China	100.000	100.000	55.000.000
India	2.900	2.900	3.100.000
Malasia	100	100	30.000
Rusia	2.400	2.400	
Vietnam	220	220	
Otros Países	NA	NA	41.000.000
Total Mundial	**110.000**	**110.000**	**140.000.000**

Producción mundial: 120.000 t/año REO

- La **producción** de TR se encuentra muy **concentrada en pocos lugares del mundo**.
- Producción Mundial de TTRR: **120.000 t/año y el 85%** pertenece a **China**.
- Yacimientos explotados fuera de China: **M. Weld (AUT)**.

Producción vs Demanda Mundial de TR (Mt)

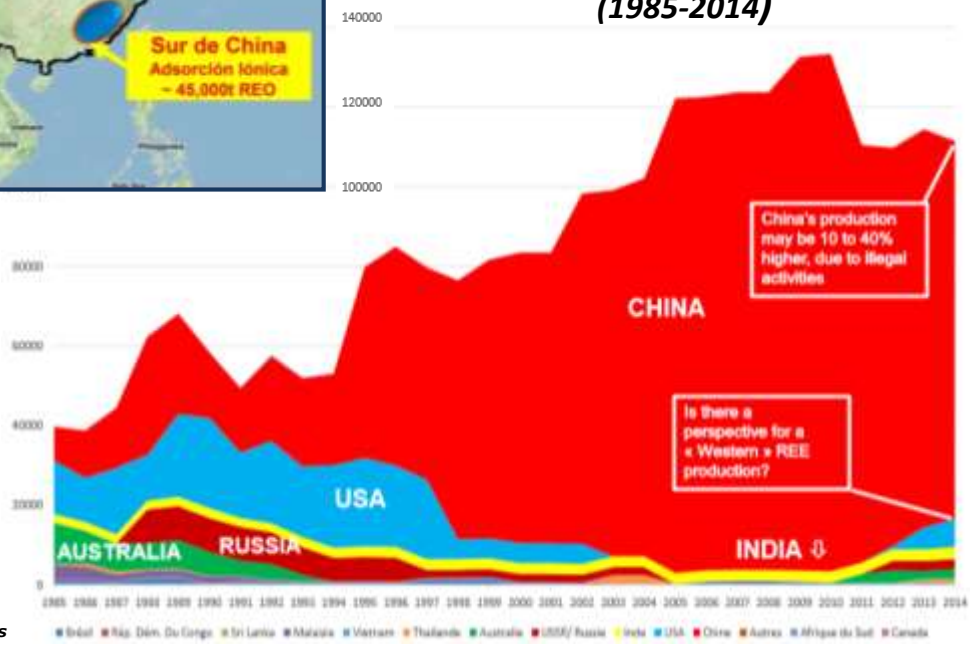


Fuente: ***Geological Survey (US), Mineral Commodity Summaries (2010)***

Producción de TR en China

Centros de Producción de TR en China

Estimación de la producción mundial de REO (t) (1985-2014)

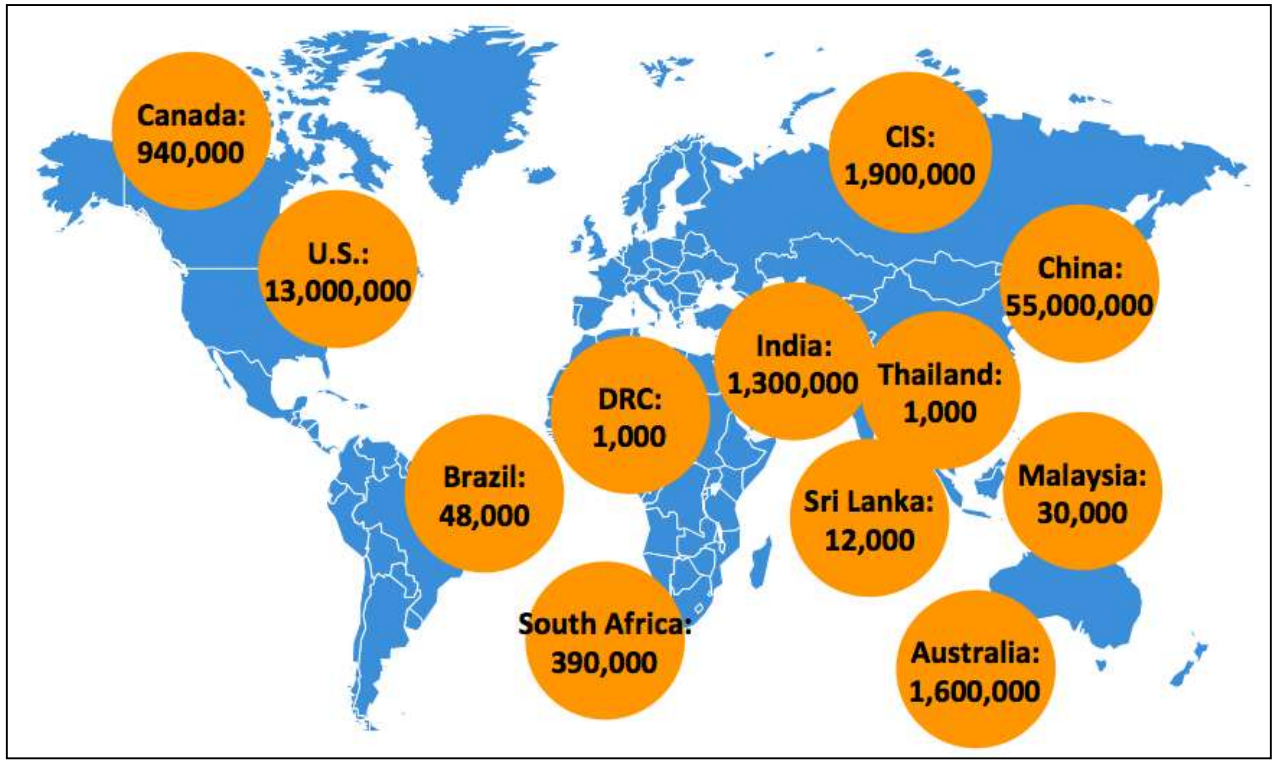


Fuente: ***USGS Mineral Commodity Summaries***

- **China controlaba el mercado de TR** debido a que **no** tenía ningún tipo de **supervisión medioambiental**. Actualmente se han tomado **medidas de control ambiental** que han afectado al comercio exterior de las TR.
- **La hegemonía** de China en la producción de TR está **disminuyendo** debido a las **restricciones impuestas por la OMC** (en las exportaciones y en la manipulación de los precios) y al **aumento de producción en el extranjero**.

Reservas Mundiales de las TR (Mt)

Mapa de reservas mundiales de TR



Fuente: ***Geological Survey (US), 2010***

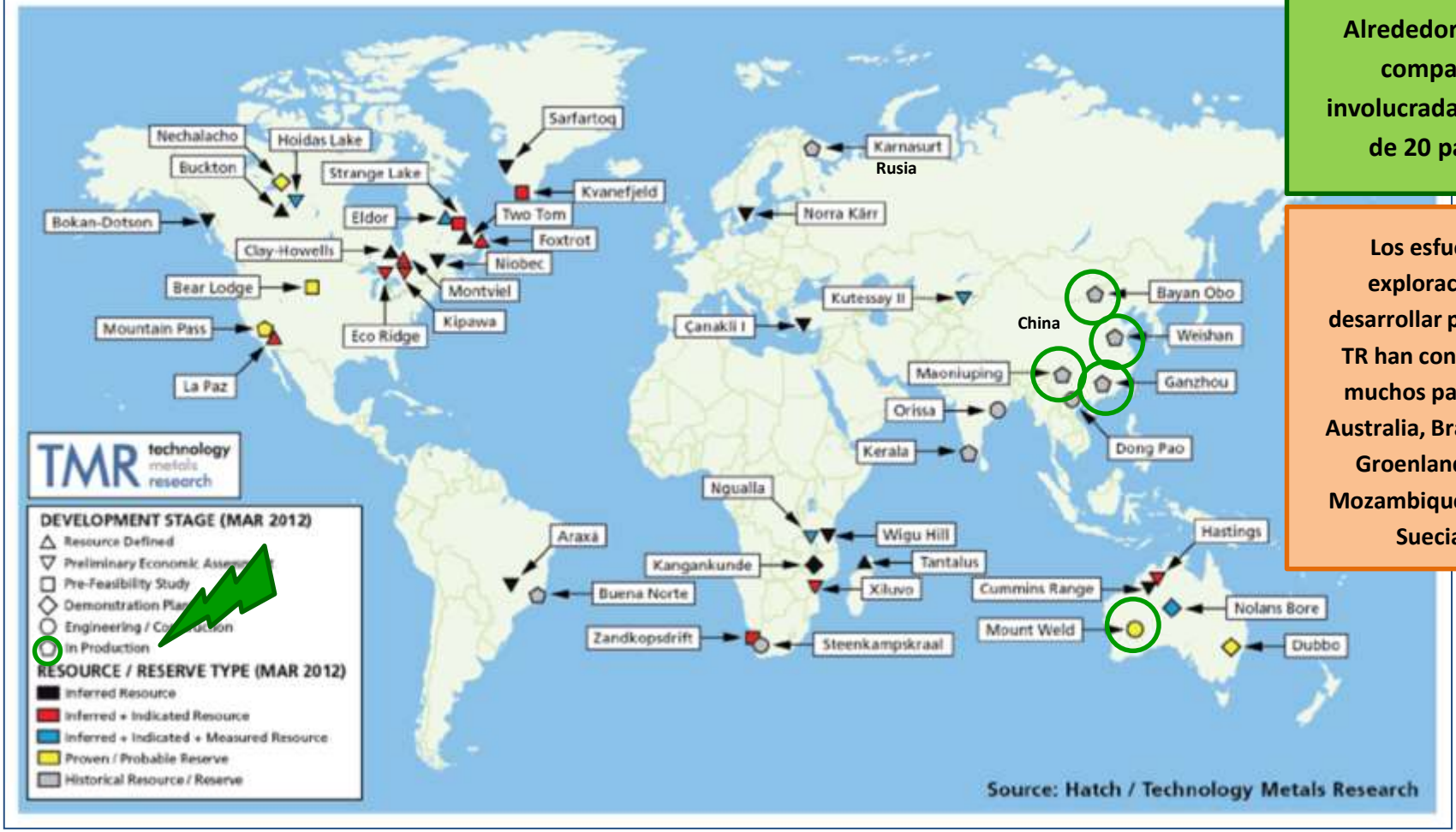
Reservas estimadas: 140 Mt

En el Mundo los **recursos de TR** están contenidos principalmente como **bastnasita y monacita**.

Los **yacimientos de bastnasita** en China y Estados Unidos constituyen el **mayor porcentaje** de los **recursos económicos de TR**, mientras que los depósitos de monacita constituyen el segundo segmento más importante.

China posee la mayor cantidad de reservas mundiales de **TR: 40%**

Nuevos proyectos de TR en el mundo



Alrededor de 200 compañías involucradas en más de 20 países.

Los esfuerzos de exploración para desarrollar proyectos de TR han continuado en muchos países como: Australia, Brasil, Canadá, Groenlandia, India, Mozambique, Sudáfrica, Suecia, etc.

Abril 2016

PERMISO DE INVESTIGACIÓN

MATAMULAS

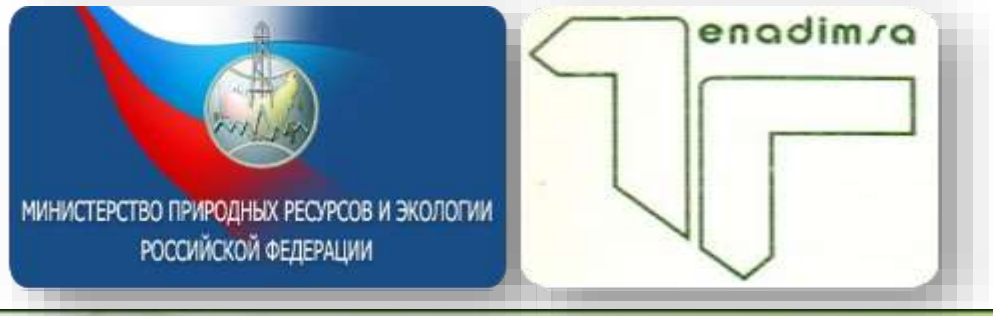
QUANTUM
MINERIA

Antecedentes

- El **yacimiento de monacita gris** fue descubierto en 1989 gracias a los trabajos que **ENADIMSA** realizaba para la investigación de las metareniscas de rutilo-zircón en la zona de Despeñaperros, en colaboración con el **IMGRE** 'Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements' de la Academia Rusa de Ciencias.

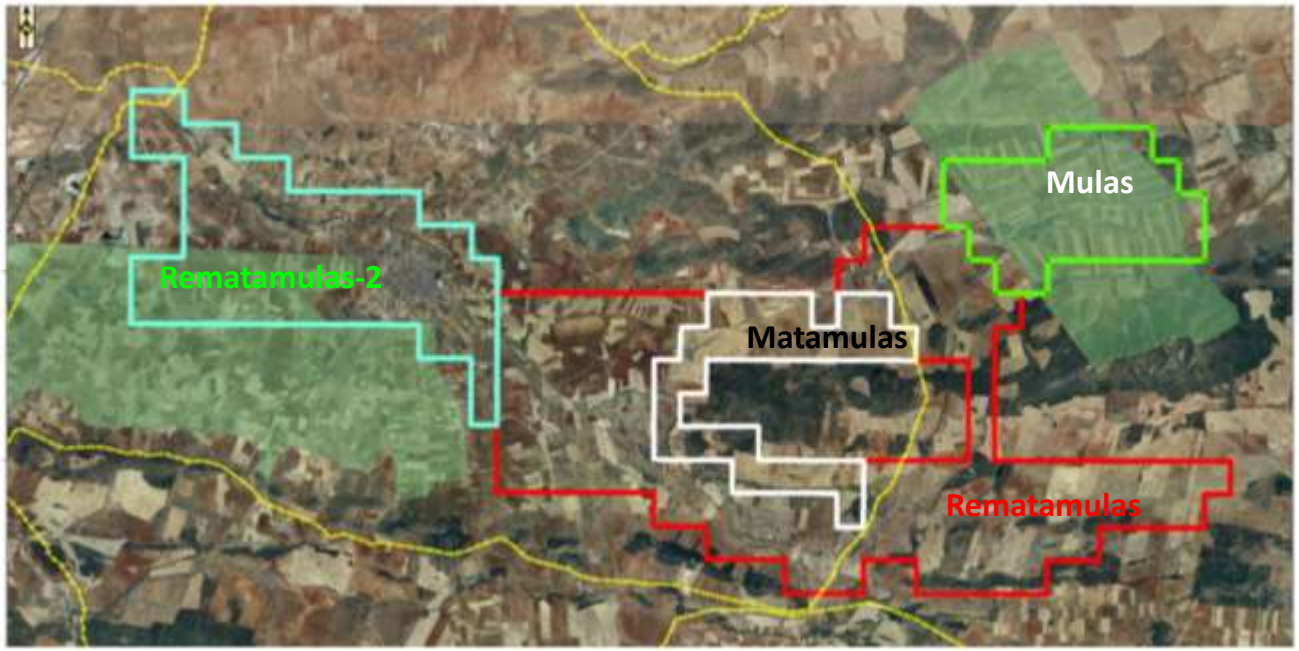
- En la campaña regional mineralométrica por batea se localizó un valor extremadamente alto de monacita gris al sur de la Sierra de Cabeza de Buey, en Ciudad Real.

- Estas monacitas se manifiestan dispersas en un depósito aluvionar en forma de nódulos (de 0,1 a 2 mm) y se caracterizan por su alto contenido **en neodimio, europio, y muy bajos contenidos de torio**.



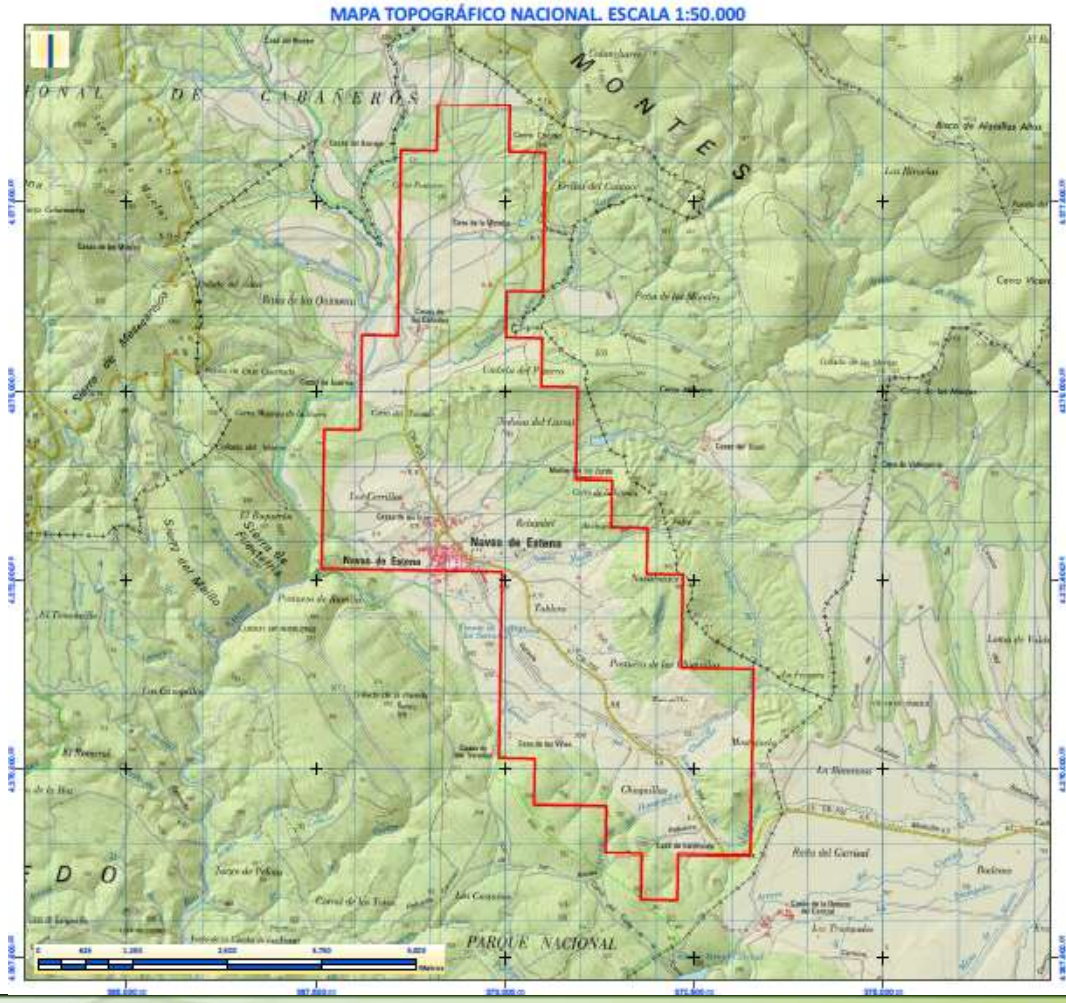
Localización del Proyecto Matamulas

- QM tiene los derechos mineros de **4 Permisos de Investigación** que se encuentran en los términos municipales de Torrenueva, Torre de Juan Abad y Santa cruz de Mudela, provincia de Ciudad Real.
- Extensión de los cuatro permisos: **245 cuadrículas** mineras, equivalentes a 7.350 hectáreas.
- Sustancia a explotar es la **monacita gris, fosfato de tierras raras de origen diagenético-metamórfico**.



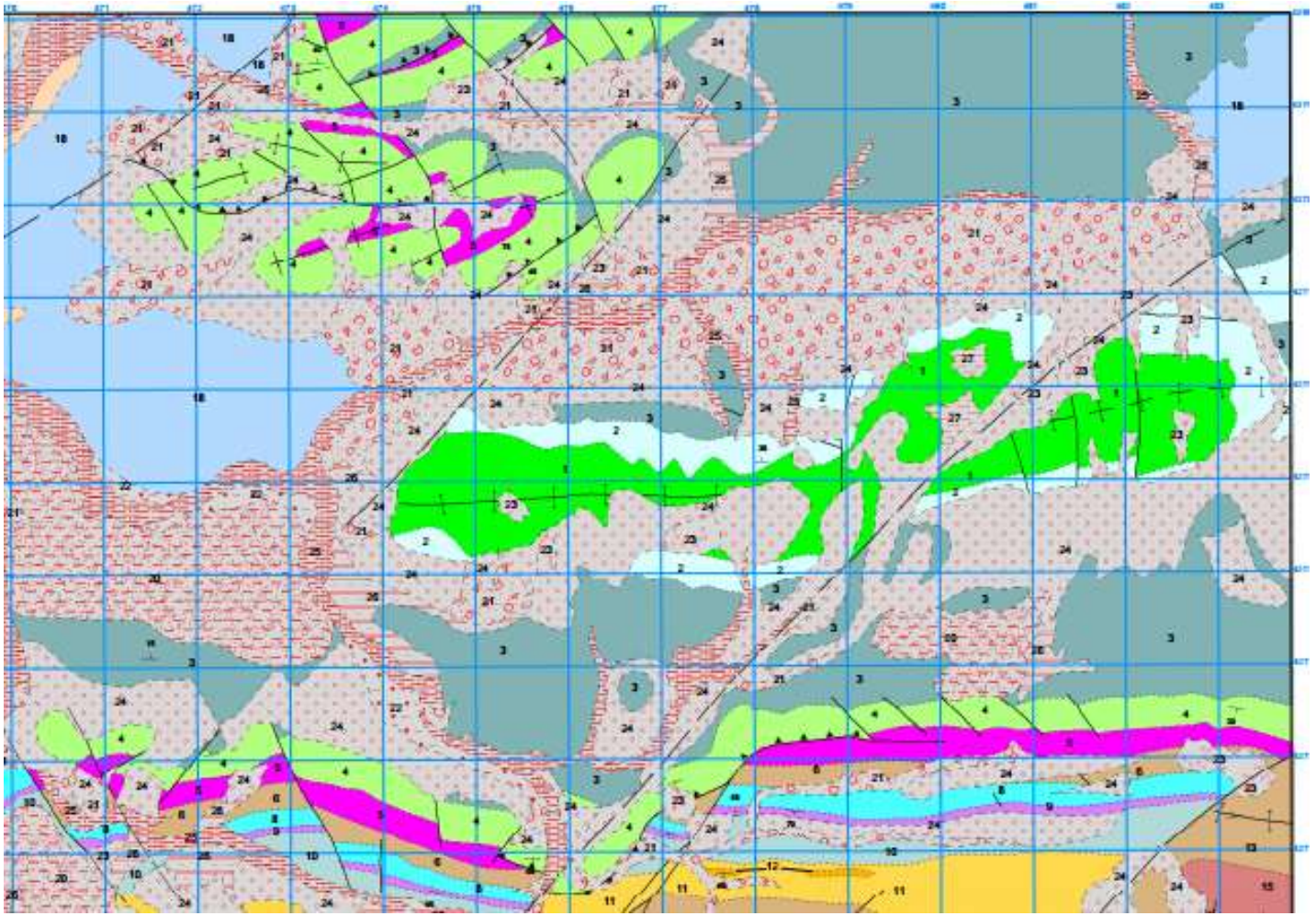
Permiso de Investigación Tesorillo

- Otorgamiento de **PI Tesorillo CRC 12.933**, por recursos de la sección C) (Tierras Raras).
- Superficie total de **87 cuadrículas mineras**.
- Localización en el término municipal de **Navas de Estena** (Ciudad Real), a 120 km del núcleo del PI Matamulas.
- Previamente investigado por **Mayasa y el IMGRE**, cuyo modelo teórico es de 300.000 t de monacita (ley de 1-2 kg/m^3).
- En fase de investigación habiendo **diseñado la campaña de sondeos**.



Mapa geológico

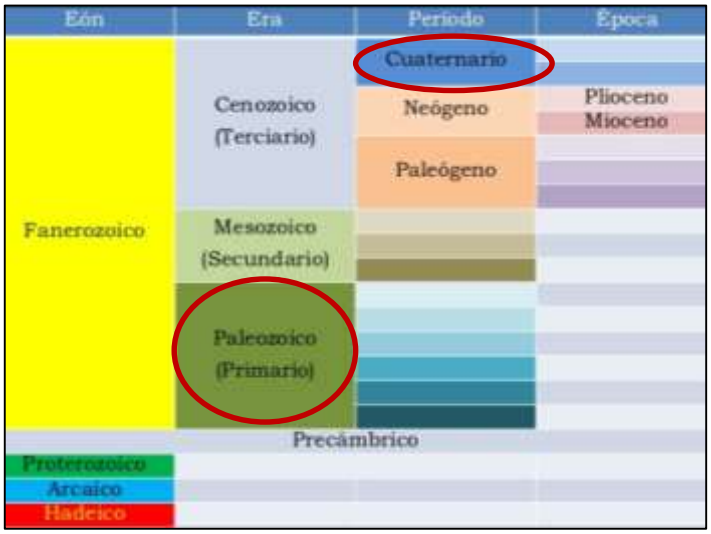
- Estructura anticlinal, con el núcleo de cuarcita armoricana, situada en las formación de pizarras inmediatamente superior.
- Depósito plio-cuaternarios donde se localiza el depósito tipo placer.



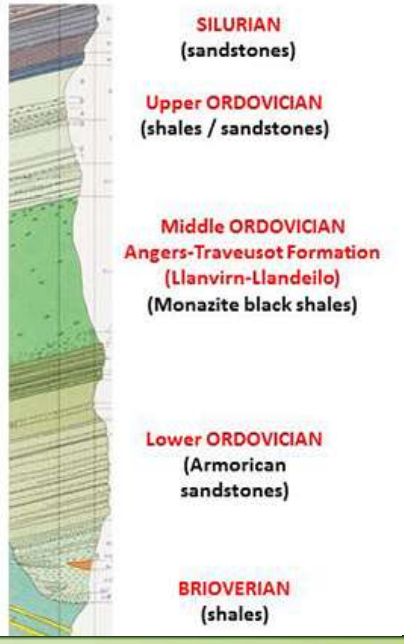
Hoja 838 magna

Génesis del yacimiento

- Yacimiento de **tipo placer**, donde la meteorización físico-química liberó **nódulos de monacita** de la roca primaria paleozoica, concentrándose el mineral a lo largo de una dirección encajada entre dos relieves, y **depositándose en las unidades detríticas plio-cuaternarias**.
- El depósito detrítico se inscribe en **materiales del Plio-cuaternario**, situados al norte y al oeste de la Sierra de Cabeza de Buey (altitud entorno a los 800 m).



- El depósito detrítico actual procede de las **Alternancias de Pochico y de las Pizarras negras de Llanvirn**.
- Las monacitas se encuentran en forma de nódulos **en las capas pizarrosas más superiores de las Alternancias de Pochico** y en los primeros **niveles más enriquecidos de las Pizarras negras**.
- Estos niveles tienen una **concentración de 250-300 g/m³ de monacita**.



Monacita Gris

- El mineral presente es monacita gris ***(fosfato de tierras raras rico en neodimio y europio)***, de origen **diagenético-metamórfico**.
- Se encuentra liberada en forma de **nódulos** con tamaño determinado de **0,1 mm a 2 mm.**

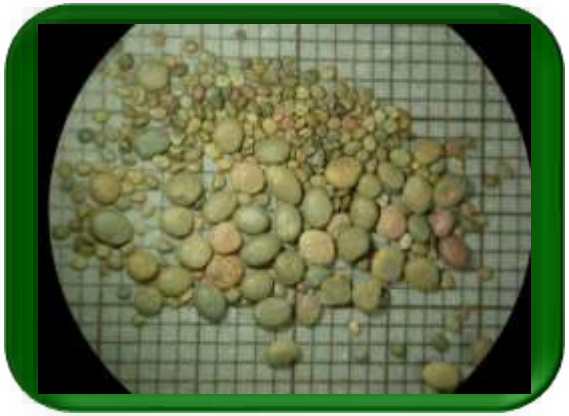
Composición química de la monacita:

60% óxidos de tierras raras + 23 % P_2O_5 + 10% SiO_2 + 7% óxidos de hierro

Densidad: 4,65 kg/l
Dureza: 5-5,5

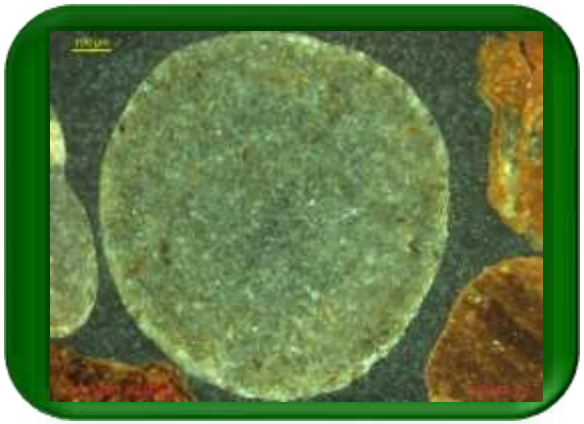
Mineralogía de los nódulos de monacita

Los dos extremos de tamaño de nódulo (cuadrícula milimétrica).



Aumento de un nódulo de monacita incrustado en la roca madre.

Nódulo de monacita al microscopio.



Contenido en REO

Monacita = 60% TREO + 23% P2O5

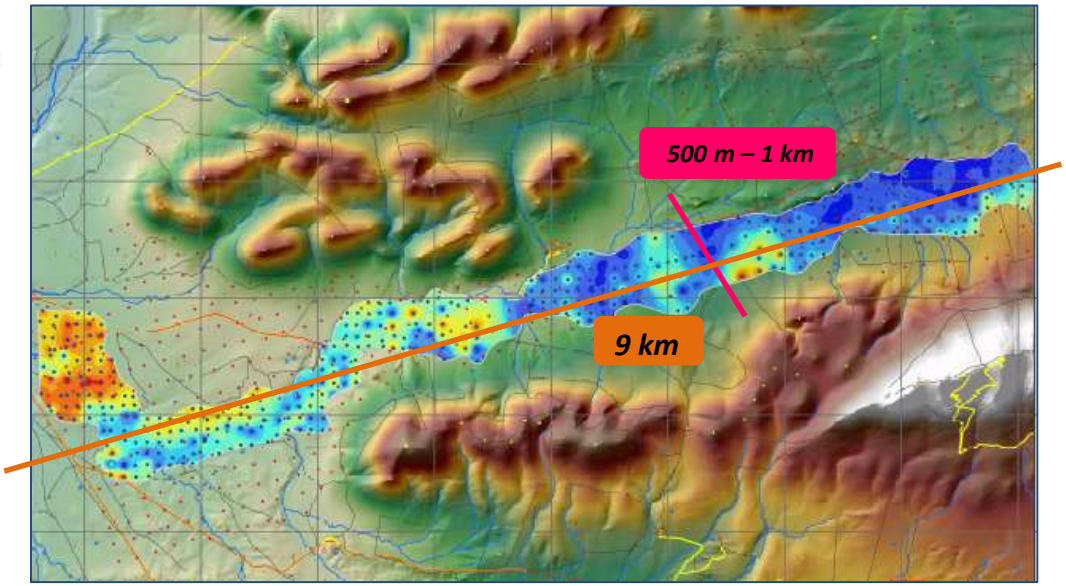
Composición y comparación con otros yacimientos (100% REO)

Elementos vs Proyectos	Matamulas	Fen Complex	Mountain Pass	Bayan Obo	Mount Weld	Steenkampskraal
	ESPAÑA	NORUEGA	USA	CHINA	AUSTRALIA	SUDAFRICA
	Monacita	*Carbonatita*	*Bastnasita*	*Bastnasita*	*Monacita*	*Monacita*
Lantano	17,52	25,10	33,20	23,00	26,00	21,05
Cerio	45,05	46,30	49,10	50,00	51,00	45,06
Praseodimio	5,87	5,10	4,34	6,20	4,00	5,13
Neodimio	22,65	17,10	12,00	18,50	15,00	17,83
Europio	0,86	0,50	0,10	0,20	0,40	0,06
Terbio	0,21	0,10	traza	0,10	0,10	0,23
Disprosio	0,44	0,40	traza	0,10	0,20	1,00
Ytrio	0,65	1,20	0,10	traza	traza	4,05

Descripción del yacimiento

- El yacimiento se adapta a un antiguo cauce extendiéndose a lo **largo** del valle norte durante **9 km**, con una **anchura** variable entre **500 m y 1 km**, y una **potencia** de entre **0,5 m y 5 m**.
- Tamaño determinado de los nódulos de monacita, encontrándose en una pequeña franja de la potencia del depósito. Por ello se puede decir que la **ley es comparable a la de un yacimiento de tipo primario**, con una operación extractiva de bajo coste.

Modelo digital de potencias
(Actualizado a 15/03/2015)



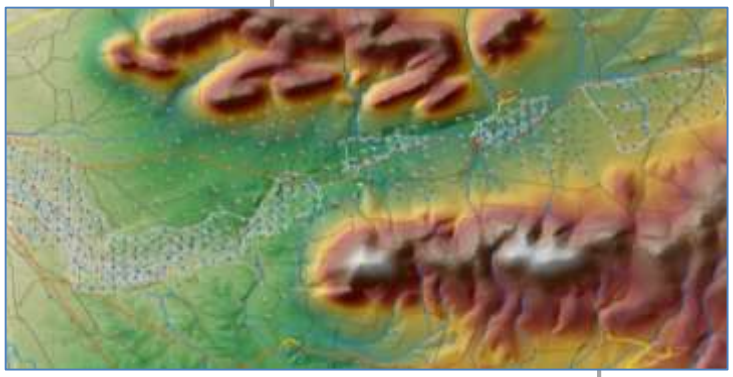
Trabajos realizados hasta concesión

1990

Valoración de recursos

Trabajos e Informes de ENADIMSA y el IMGRE

2014



1. Estudio y análisis de la información existente
2. Trabajos de campo iniciales para definir la malla de pocillos de investigación

2015

1. Campaña pocillos
2. Valoración de recursos

Trabajos Metalúrgicos

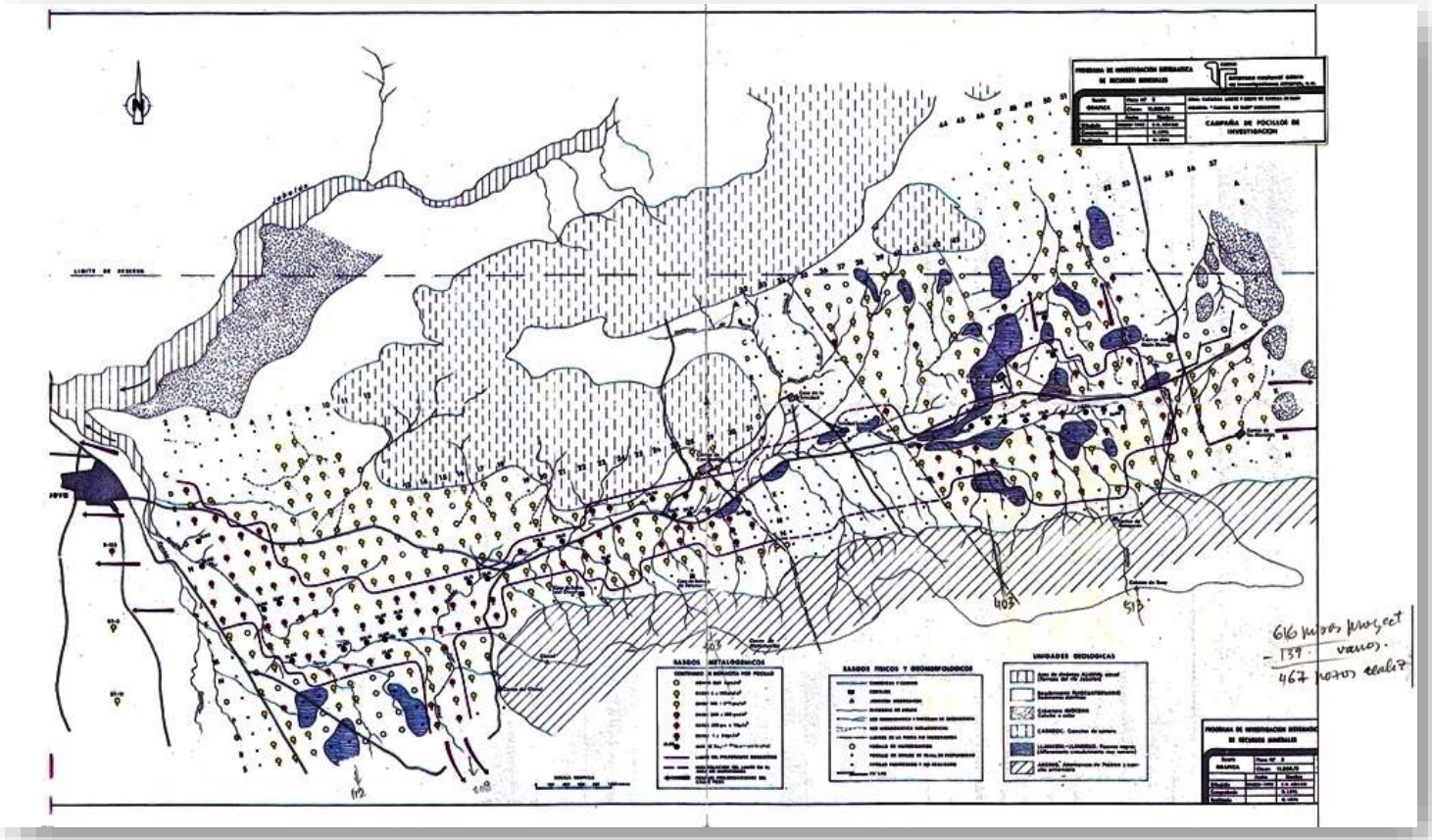
Estudios varios: *EIA, Abastecimiento de Agua, Ingeniería Básica, etc.*

2015

Petición Concesión de Explotación

Trabajos realizados por ADARO

- La zona Norte de este yacimiento fue investigada mediante el estudio de **467 pocillos**.



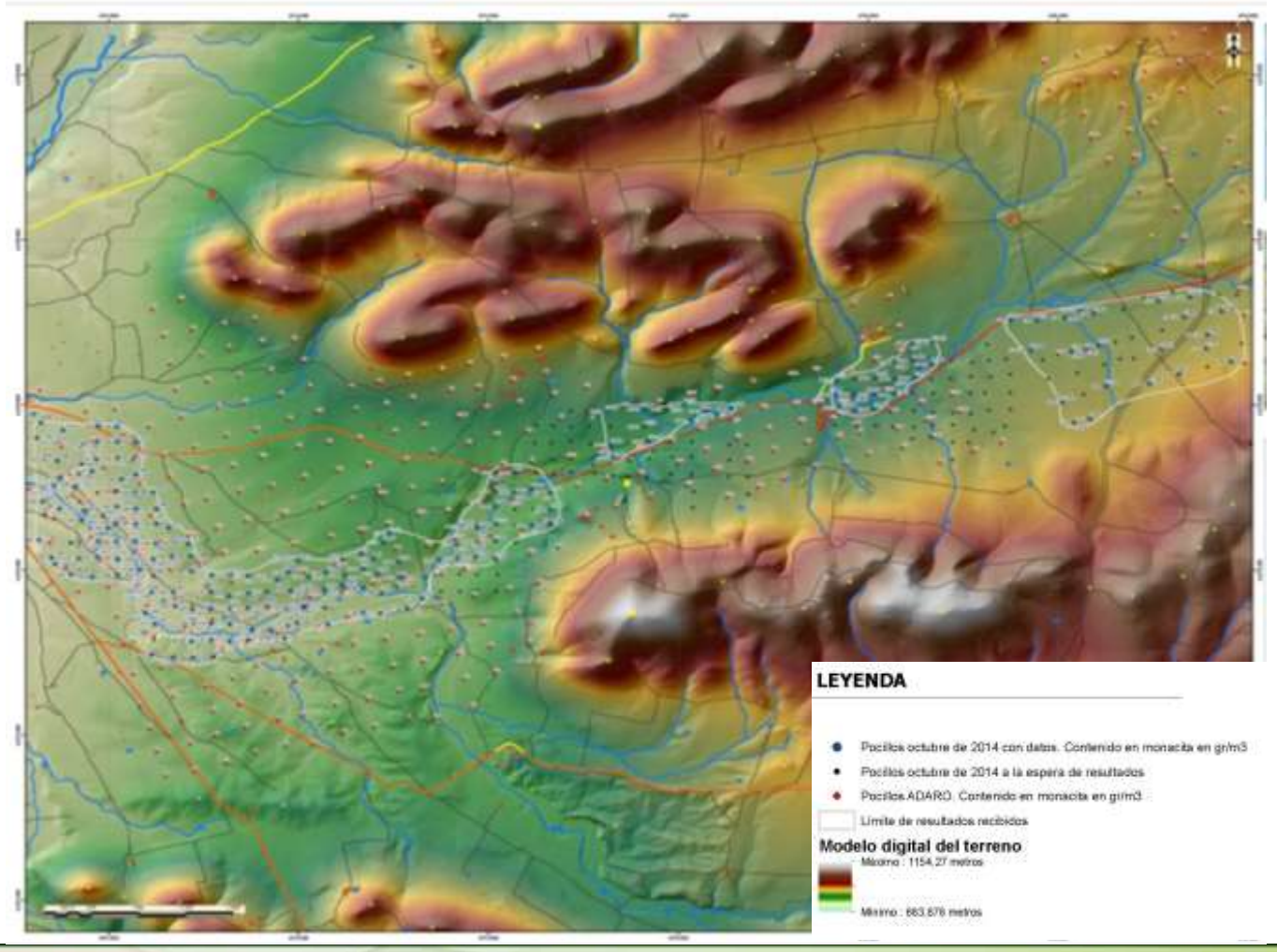
Recursos estimados por ADARO:

- De la evaluación de esta parte del yacimiento se obtuvieron unos recursos inferidos de **46.000 t de TREO** con una ley de **2,25 kg/m³ o 24.000 t de TREO** como recursos indicados , con una **ley de 3,66 kg/m³**.

Enero 1991

Trabajos realizados: campaña de pocillos

- En 2014, campaña de **438 pocillos** sobre las áreas más favorables identificadas en las campañas realizadas por ADARO/IMGRE.
- ***Objetivo:*** comprobación, delimitación y calificación de los recursos/reservas.
- Comparación de los pocillos realizados en 1991 (puntos rojos) y los realizados en 2014 (puntos azules+negros).
- Datos de monacita en g/m^3.



Trabajos metalúrgicos realizados

Objetivo	Caracterización del concentrado mineralúrgico
Trabajos realizados en las muestras recogidas en el depósito	▪ Preparación de las muestras de las campañas para análisis. ▪ Fabricación de dos muestras compuestas para ensayos metalúrgicos ▪ Cribado por tamaños y análisis químico de las fracciones. ▪ Ensayos mineralúrgicos en laboratorio y en máquinas semi-industriales. ▪ Ensayos de enriquecimiento. ▪ Separación gravimétrica y magnética de especies de interés. ▪ Ensayos de separación por líquidos densos. ▪ Caracterización del mineral: petrografía y RFX.

Obtención de muestras

- Apertura de **calicatas de 2 m de media** de profundidad con retroexcavadora.
- Toma de **muestras** sobre la pared de la calicata, desde abajo hacia arriba, **metro a metro**, y almacenándolas en sacos debidamente identificados.

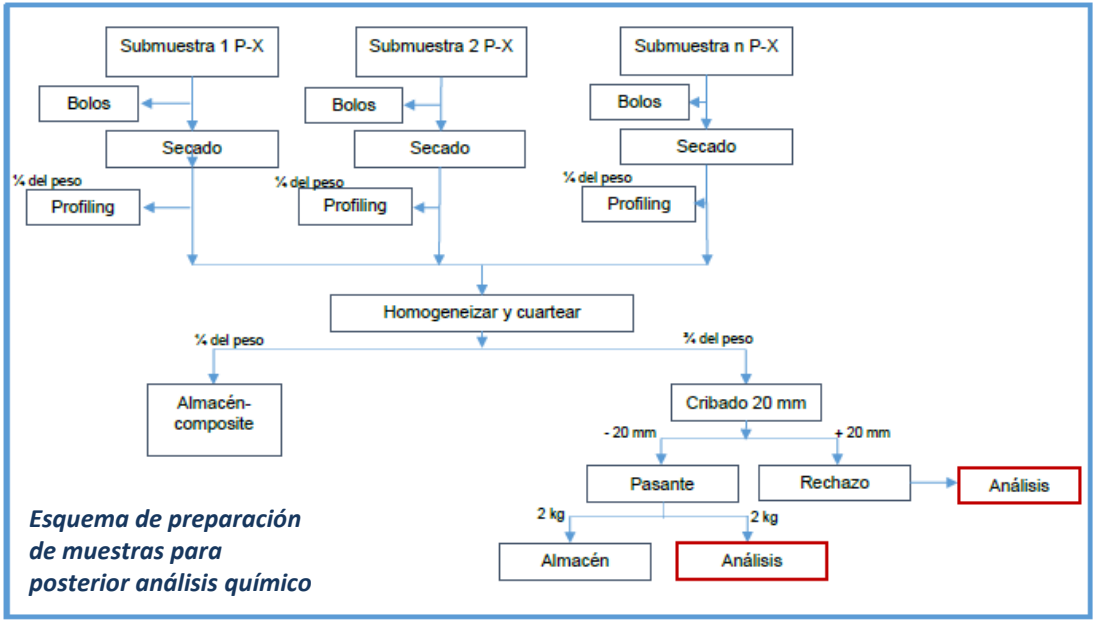
Preparación de muestras

- Realización en laboratorios **LAMIMER** (asociado s a la ETSI de Minas y Energía, UPM), siguiendo un protocolo propuesto por QM y aprobado por **WAI** (Wardell Armstrong empresa consultora independiente encargada de acreditar todos los trabajos relacionados en la campaña).
- La presencia de monacita en los rechazos supuso un desconocimiento acerca de cómo se encontraba el mineral dentro del material.
- Se enviaron a analizar 4.5 t de muestra y se comprobó que la preparación primera había sido correcta.

Preparación de muestras: base para la estimación de los recursos minerales.

LAMIMER Laboratorios Mineralurgia, Metalurgia y Residuos

wardell armstrong



Esquema de preparación de muestras para posterior análisis químico

Análisis de muestras

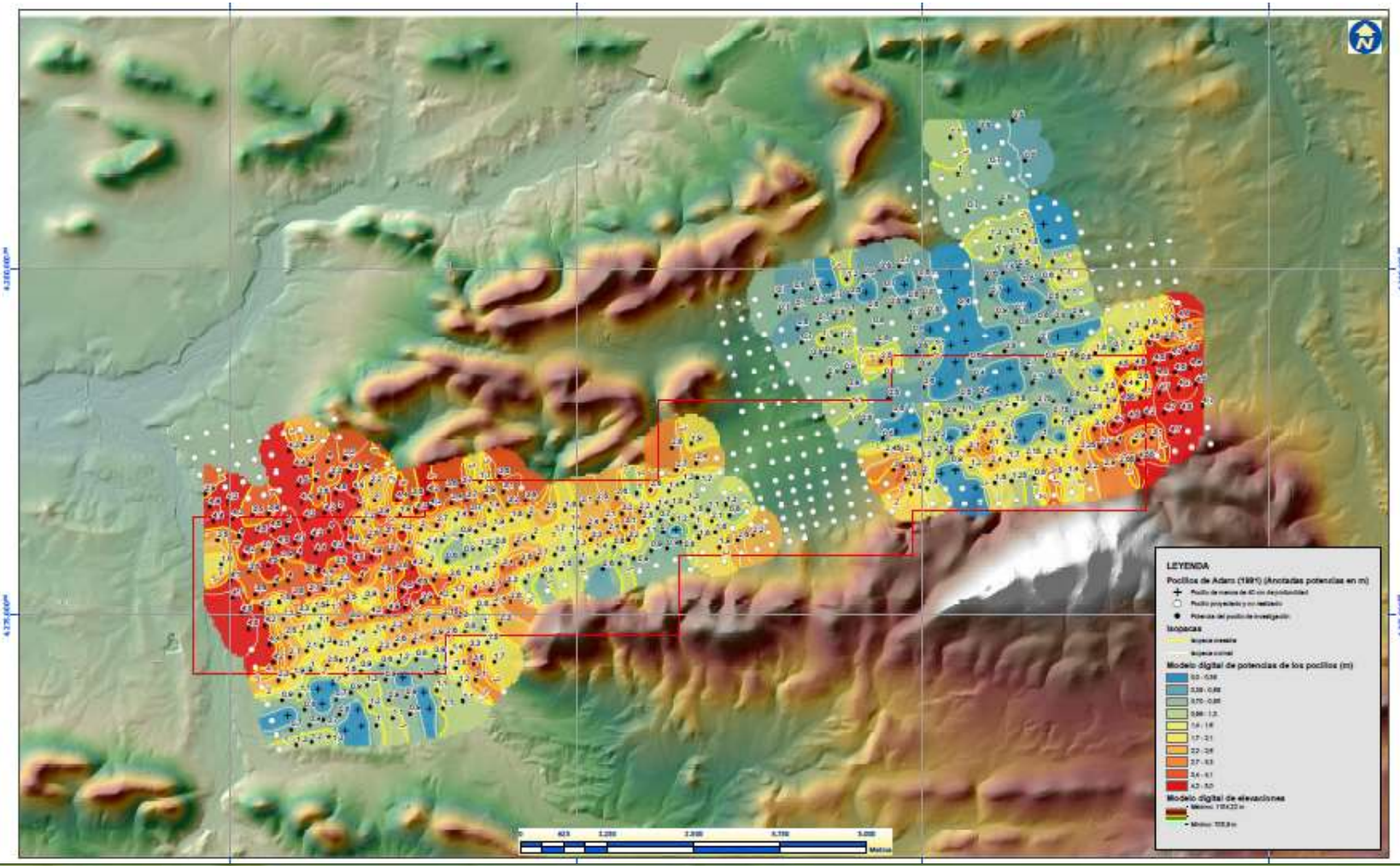
- Los análisis se realizaron en los laboratorios homologados de **ALS** (Australian Laboratory Services) mediante el método de **espectrometría de masas** (ICP-MS), al ser los límites de detección los más adecuados para estas muestras, y dependiendo de los análisis se clasificaron por: **ME-MS81, ME-MS81h, ME-XRF30**.

- Al llegar las muestras se reducía su tamaño de partícula mediante trituración, se cuarteaba, se pulverizaba, y después de homogeneizarse se cogía la cantidad necesaria para el análisis.

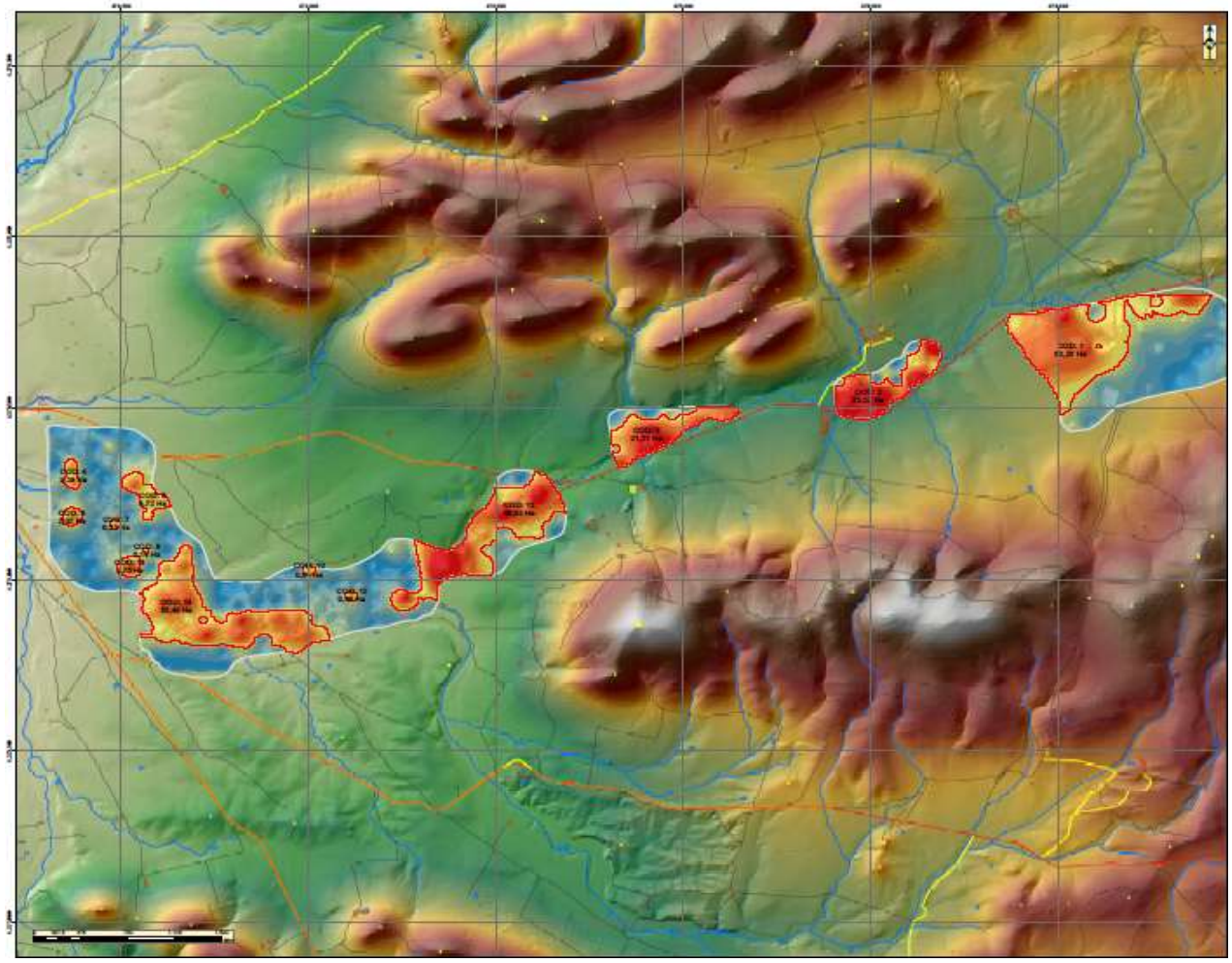
- Para detectar la posible contaminación en los análisis y la reproducibilidad de los ensayos, se usó un **control de calidad de los análisis (QA/QC)** mediante muestras duplicadas, de referencia y en blanco, incorporadas al lote cada cierto número de muestras.

Finalmente se concluyó que los ensayos habían sido correctamente ejecutados, sin existir repetitividad ni presencia de errores sistemáticos.

Modelo digital de potencias de pocillos



Confirmación de los datos existentes



- Los resultados obtenidos por QM presentaron v**alores del mismo orden** que los obtenidos por ADARO (en malla de 250 m) en esta parte del yacimiento.

LEYENDA

Áreas con ley > 3.250 gr/m3

Límite de resultados recibidos

Modelo digital de leyes (gr/m3)

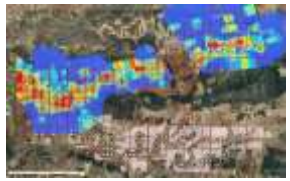
- 310 - 1.500
- 1.501 - 2.000
- 2.001 - 2.500
- 2.501 - 2.750
- 2.751 - 3.000
- 3.001 - 3.250
- 3.251 - 3.500
- 3.501 - 3.750
- 3.751 - 4.000
- 4.001 - 4.500
- 4.501 - 5.000
- 5.001 - 6.000
- 6.001 - 7.000
- 7.001 - 17.402

Modelo digital del terreno

- Máximo : 1154 metros
- Mínimo : 683 metros

MODELO DIGITAL DE LEYES

Superficies de las zonas con ley > 3.250 gr/m³



Ensayos Mineralúrgicos

- Con los resultados de las muestras del primer cuarteo, se determinaron las leyes de los pocillos y se formaron dos **muestras conjuntas** (total material de 124 pocillos):
  - **M1:** conjunto de pocillos zona oeste con ley superior a 700 ppm en TREO.
  - **M2:** conjunto de pocillos zona centro con ley superior a 500 ppm en TREO.
- Tras su mezcla, homogeneización y cribado (20 mm), se cuartearon y el material pasante se utilizó para **ensayos granulométricos y de concentración**.
- Laboratorio de Concentración de Menas (ETSI de Minas y Energía, UPPM) realizó **ensayos mineralúrgicos de separación en líquidos densos, concentración gravimétrica en mesas de sacudidas, y afino de los concentrados**, sobre dos muestras conjuntas tamizadas en húmedo con diferentes granulometrías, mediante separación magnética de alta densidad en seco con objeto de obtener la máxima recuperación de mineral.

Micrografía Concentrado de Relavo

Micrografía Mixtos de Relavo

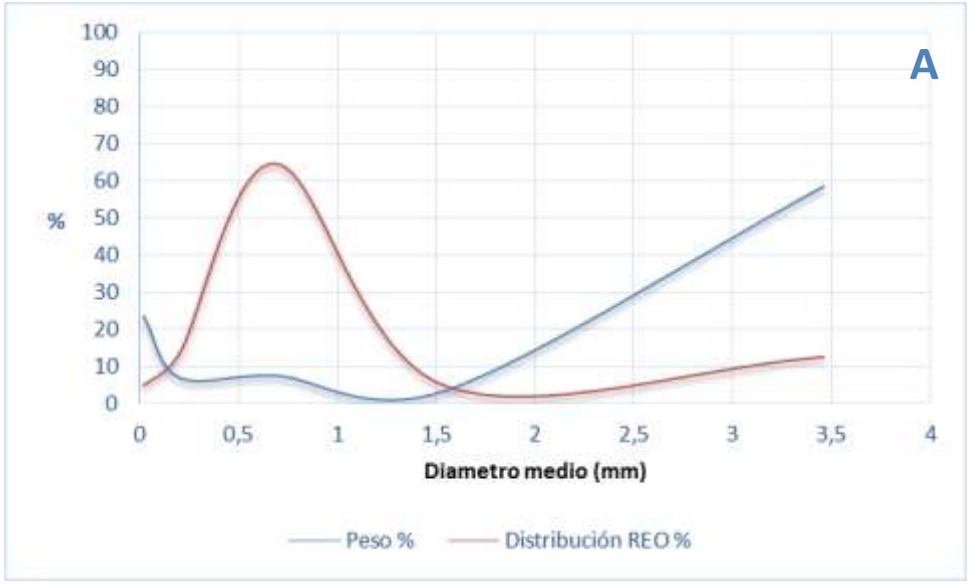
Micrografía Estéril de Desbaste

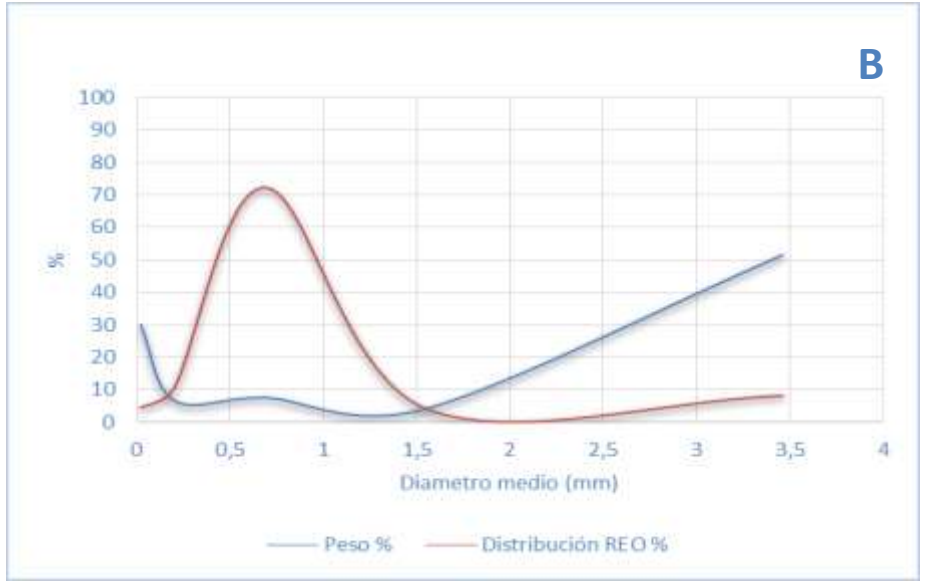
Micrografías de concentrado, de mixtos y de estéril

Curvas granulométricas

- A partir de los análisis granulométricos de las muestras y los análisis químicos (contenido en %REO) se calcula el porcentaje en peso de cada fracción y su distribución de óxidos de tierras raras (%REO).
- En ambas muestras, en el tramo granulométrico comprendido entre 1,2 y 0,4 mm, se encuentra la mayor riqueza en %REO (≈ 77%).

Curvas de distribución de peso y REO% por fracciones granulométricas de dos muestras conjuntas diferentes





Ensayos Mineralúrgicos

Conclusiones:

- La mayor parte de la **monacita se concentra en el intervalo de 1,2 a 0,4 mm (70% REO),** seguido del intervalo entre 0,4-0,2 mm (12,86%).
- **Rango granulométrico** a tratar en planta de concentración gravimétrica debe ser **1,5-0,2 mm**.
- **Recuperación media del 83% REO ligado a la monacita**.
- Para los ensayos de mesa (en discontinuo) se elimina previamente el 80% en peso de estériles de desbaste, y así la recuperación es del 98%.
- En los ensayos de **afino mediante separación magnética** de alta intensidad en seco **no** se obtienen **resultados destacables** al salir porcentajes muy altos de magnéticos en todas las fracciones. Lo más relevante es que la **fracción no-magnética** está prácticamente **compuesta** en su totalidad por **cuarzo**.

Mineralogía de los nódulos de monacita

- ***Objetivo:*** optimizar el proceso de concentración mediante la mejora de los concentrados gravimétricos, recurriendo a la separación magnética y otros aspectos que ayuden a su tratamiendo hidrometalúrgico futuro.

- ***Estudio petrográfico cualitativo***: centrado en la mineralogía y texturas de la mena, atendiendo sobre todo a la **relación entre los minerales ferríferos oxidados y la monacita**, dadas sus posibles interferencias en el proceso de separación magnética.

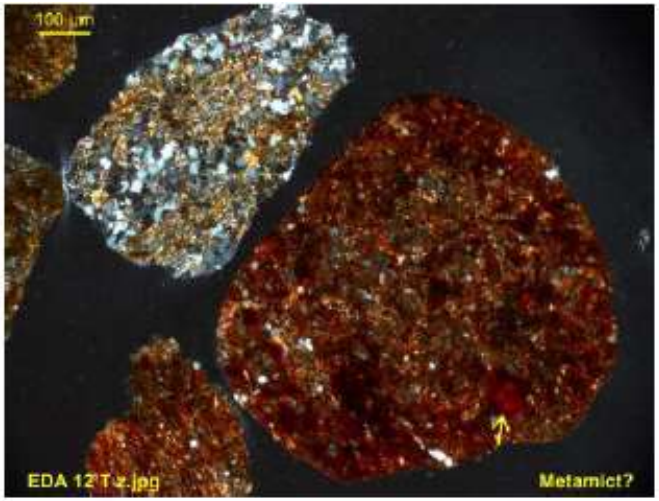
- Estudio Petrográfico de 17 láminas transparentes pulidas de pre-concentrados por gravimetría, mixtos y estériles (representadas por fotomicrografías).

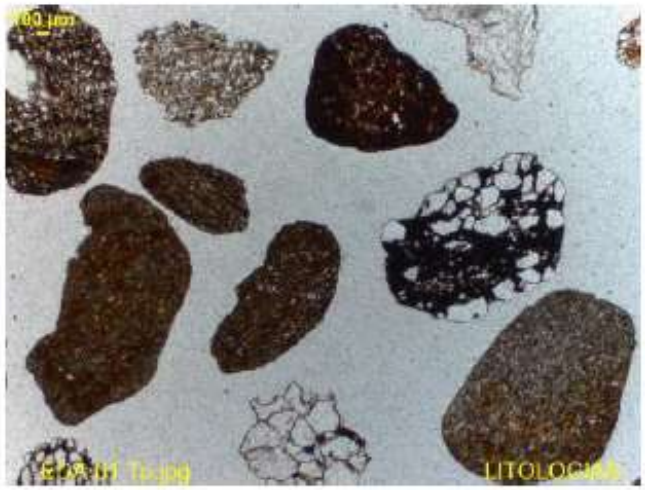
Conclusiones:

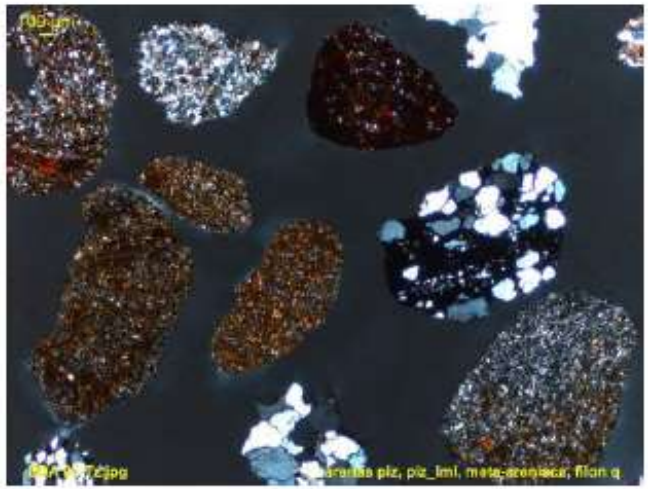
- La **mineralogía observada** en las distintas fracciones **es similar**, salvando las evidentes diferencias de concentración.
- El **proceso de concentración natural detrítico** ha sido **muy eficaz** en la **liberación de la monacita**, eliminando mixtos.
- La **monacita** se presenta **casi al 100 % en nódulos liberados**, pero incluyendo silicatos e impregnación limonítica en proporciones variables y difícilmente separables físicamente.
- La **limonita forma frecuentemente granos liberados**, pero de composición variable y transicional **entre óxidos puros e hidróxidos amorfos**.
- Estas **variaciones composicionales** dificultan tanto la **concentración de una mena monacítica pura**, al no poder separar las inclusiones silicatadas, como la eliminación total de la limonita, cuyos valores de densidad y susceptibilidad magnética no siempre serán los previsibles.

GIRMIUPM

Fotomicrografías de estériles

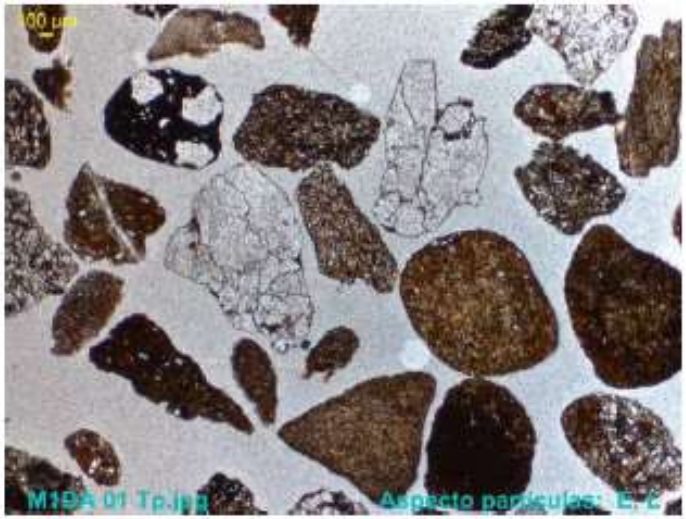


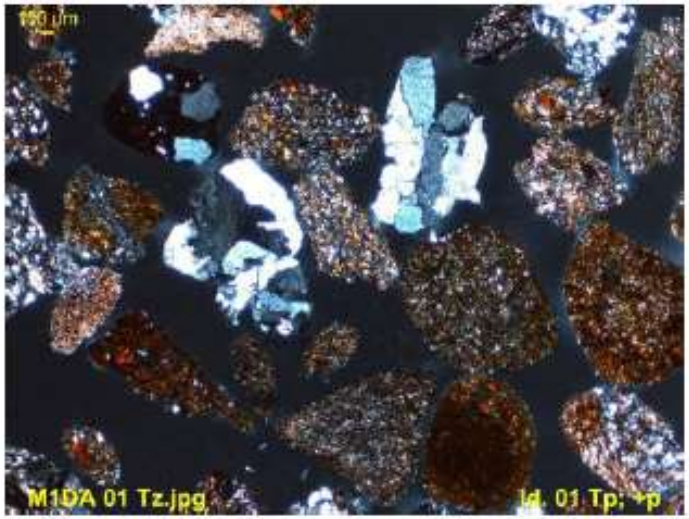


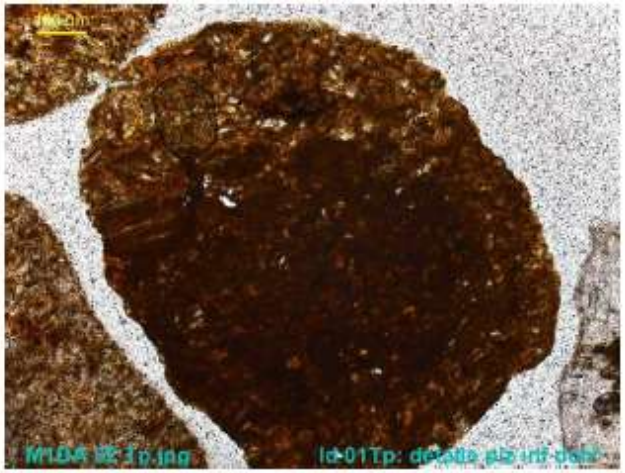


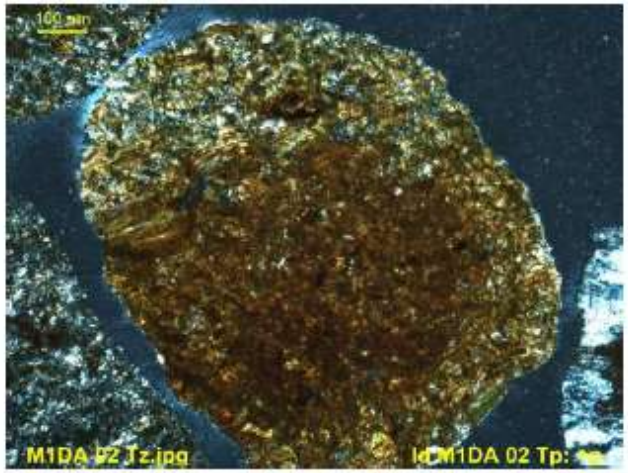
GIRMIUPM

Fotomicrografías de mixtos



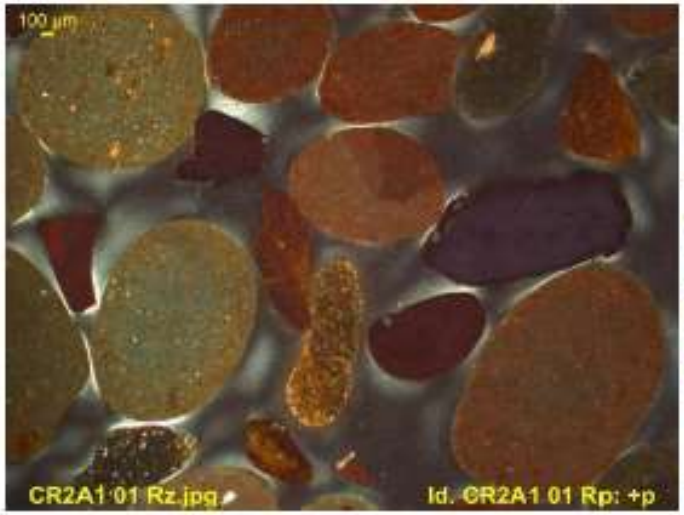


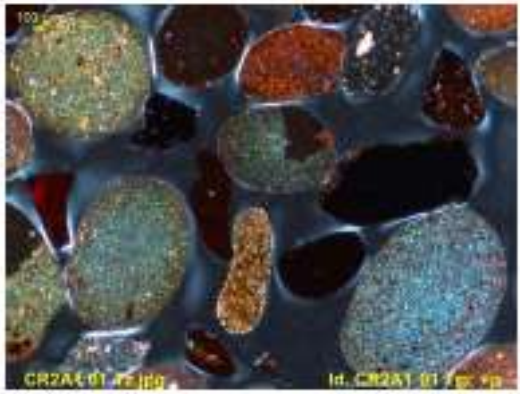


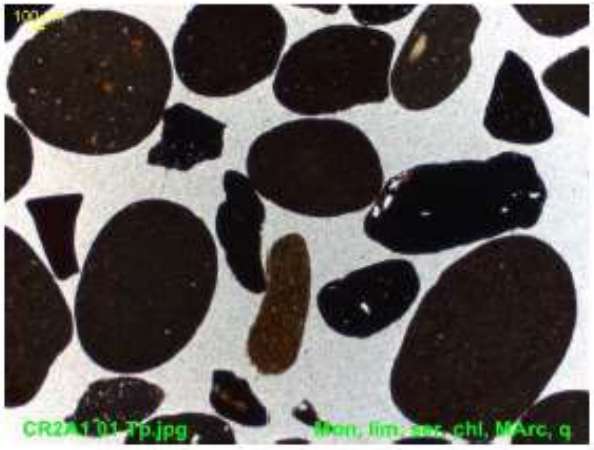


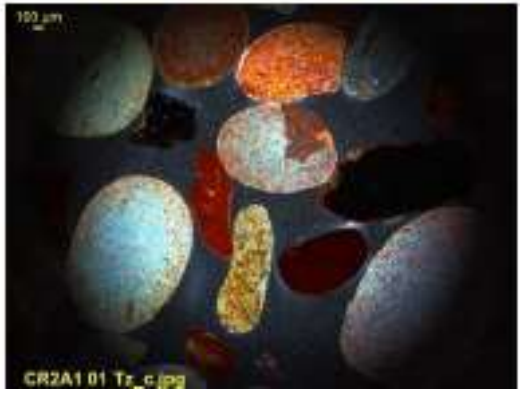
GIRMIUPM

Fotomicrografías de concentrados









Radioactividad

	%Th	%U	%TREO
EO-00	0,11		40,28
EO-01	0,10		34,19
EO-02	0,09		32,51
EO-03	0,11		39,77
EO-04	0,11		38,04
EO-05	0,12		41,72
EO-06	0,10		33,77
EO-07	0,09		32,33
EO-11	0,10		35,94
EO-12	0,10		34,35
EO-13	0,07		25,32
EO-14	0,09		30,86
EO-15	0,08		
CA-12	0,13		44,46
FIN	0,07		18,10
CON	0,14		48,12
CON-1	0,14	0,02	46,42
Media	**0,10**	**0,02**	**35,60**

	%Th	%U	%TREO
ANZ	0,15	0,01	50,20
NAV	0,21	0,03	58,55
MM	0,17	0,02	56,25
IMGRE	0,18		54,81
Media	**0,18**	**0,02**	**54,95**

Se han realizando **análisis de isotopos naturales sobre el concentrado de monacita** de acuerdo con las directrices de la Guía de Seguridad del **Consejo de Seguridad Nuclear GS-11.02** para el Control de la Exposición a Fuentes Naturales de Radiación.

Además personal del depto. de física aplicada de la universidad de Sevilla han realizado **mediciones in-situ con valores muy inferiores** a los obtenidos en **formaciones graníticas**. Recogieron muestras y estamos a la espera de los resultados.

Client sample ID:		QUARIA MASTER	
Laboratory sample ID:		PR1601307001	
Parameter	Unit	Result	MU
Radium 226	Bq/g	**$<2{,}98.10^{-4}$**	-
Thorium 232	Bq/g	**$7{,}25.10^{-4}$**	-
Thorium 230	Bq/g	**$<1{,}59.10^{-4}$**	-
Uranium 238	Bq/g	**$2{,}67.10^{-4}$**	-
Uranium 235	Bq/g	**$1{,}13.10^{-5}$**	-
Uranium 234	Bq/g	**$3{,}66.10^{-4}$**	-

Si el mineral fuese radioactivo, QM sería la primera no interesada en la explotación debido a los altos costes que ello supondría.

La radiactividad es de origen natural y durante la explotación minera será la misma que la existente en el terreno.

Recuperación de las TR

- La **mineralogía** juega un **papel relevante** en el proyecto minero descrito anteriormente, ya que:
  - ✓ Distingue los **diferentes proyectos de Tierras Raras**
  - ✓ Es el **motor** fundamental de **tiempo y costes** de su desarrollo.

El proceso consiste en tres etapas:

1

Beneficio: concentración física

- Plantas de concentración: gravimetría, flotación, etc.
- Tratamiento de los minerales que contienen cantidades muy limitadas de TR.
- Reducción directa del tamaño de las plantas de ataque y reducción de costes.

2

Recuperación: concentración química a través de la lixiviación ácida o cáustica

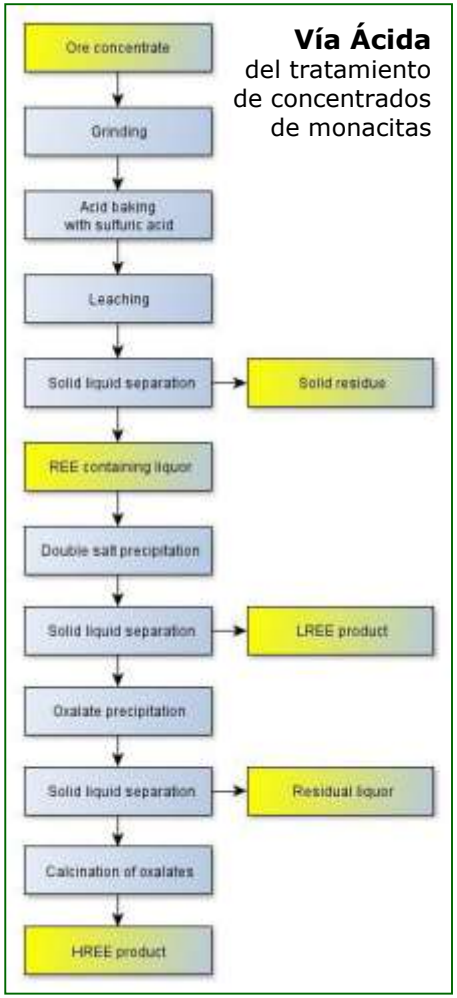
- Ataque hidrometalúrgico, con costes bajos y rendimientos altos.
- Los contenidos de óxidos de TR en los concentrados de la primera etapa mineralúrgica alcanzan del 5% a 30% de REO (Matamulas alcanzó el 55%), según composición mineral y de la tecnología aplicable.

3

Separación: individual a través de la extracción con solventes

- Realización con tecnologías propias de alto nivel tecnológico: extracción por solventes.
- Actualmente se investigan otras alternativas.

Ensayos hidrometalúrgicos



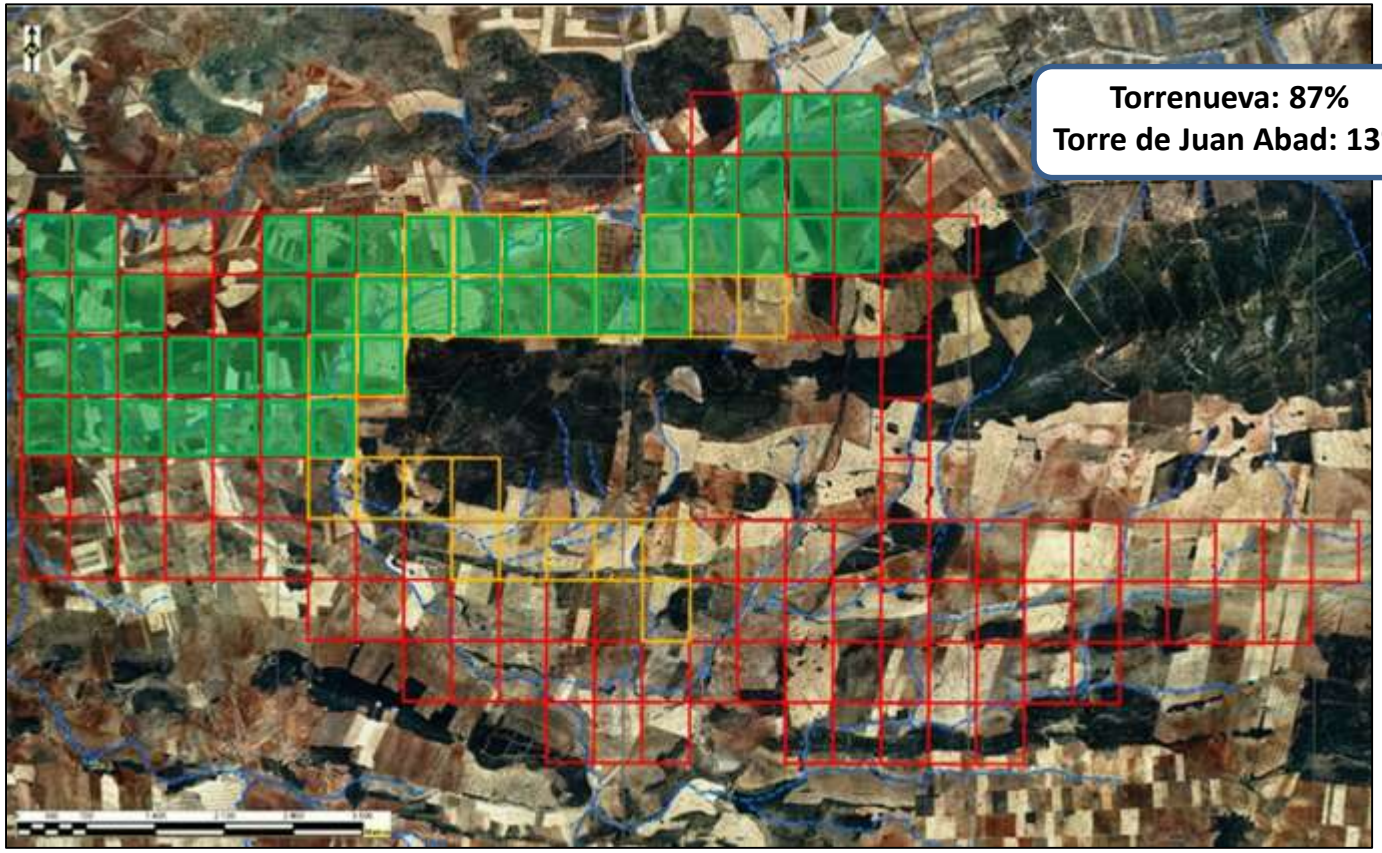
- Se puede obtener un concentrado 50% TREO (80% monacita) mediante operaciones de cribado y concentración gravimétrica.
- Para la separación de las tierras raras en sus óxidos puros, se emplean de forma internacional, dos tecnologías distintas: **la vía básica o caustica y la vía ácida**.
- **Etapa Intermedia o "Cracking":** el ataque del concentrado por la vía ácida (H_2SO_4) o cáustica (OHNa) para obtener un carbonato mixto de TTRR.
- La monacita de Matamulas se ha ensayado en **Rusia (90´s)** y **Alemania (2014)** por la vía ácida y cáustica.
- **ANZAPLAN** ensayó metalúrgicamente una muestra de **4 kg de concentrado con un contenido del 39,5 %** de REO.
- Para nuestro caso, según las características de nuestra monacita, la **vía ácida es la mejor opción** de separación debido a que la **recuperación** es de hasta el **91,3 % de TR** (incluyendo la extracción con solventes y la purificación del licor).
- **Plantas de Separación de TR individuales:** fuera de China, Lynas (MAL), Molycorp (USA) y Solvay (FRA), otras muy pequeñas en Estonia, Rusia, Japón, etc., mediante SX.
- Solo **Solvay** tiene capacidad para separar HREE en **Europa**.

Concesiones de Explotación solicitadas

Solicitud de 3 CE debido a que derivan de 2 PI diferentes y a que en uno de ellos las cuadrículas solicitadas no son consecutivas.

Se presentan a la Administración los respectivos ***Documentos de Inicio Ambiental y los Planes de Restauración de cada una de las concesiones de explotación solicitadas***.

49 cuadrículas mineras solicitadas entre las tres Concesiones de Explotación solicitadas.



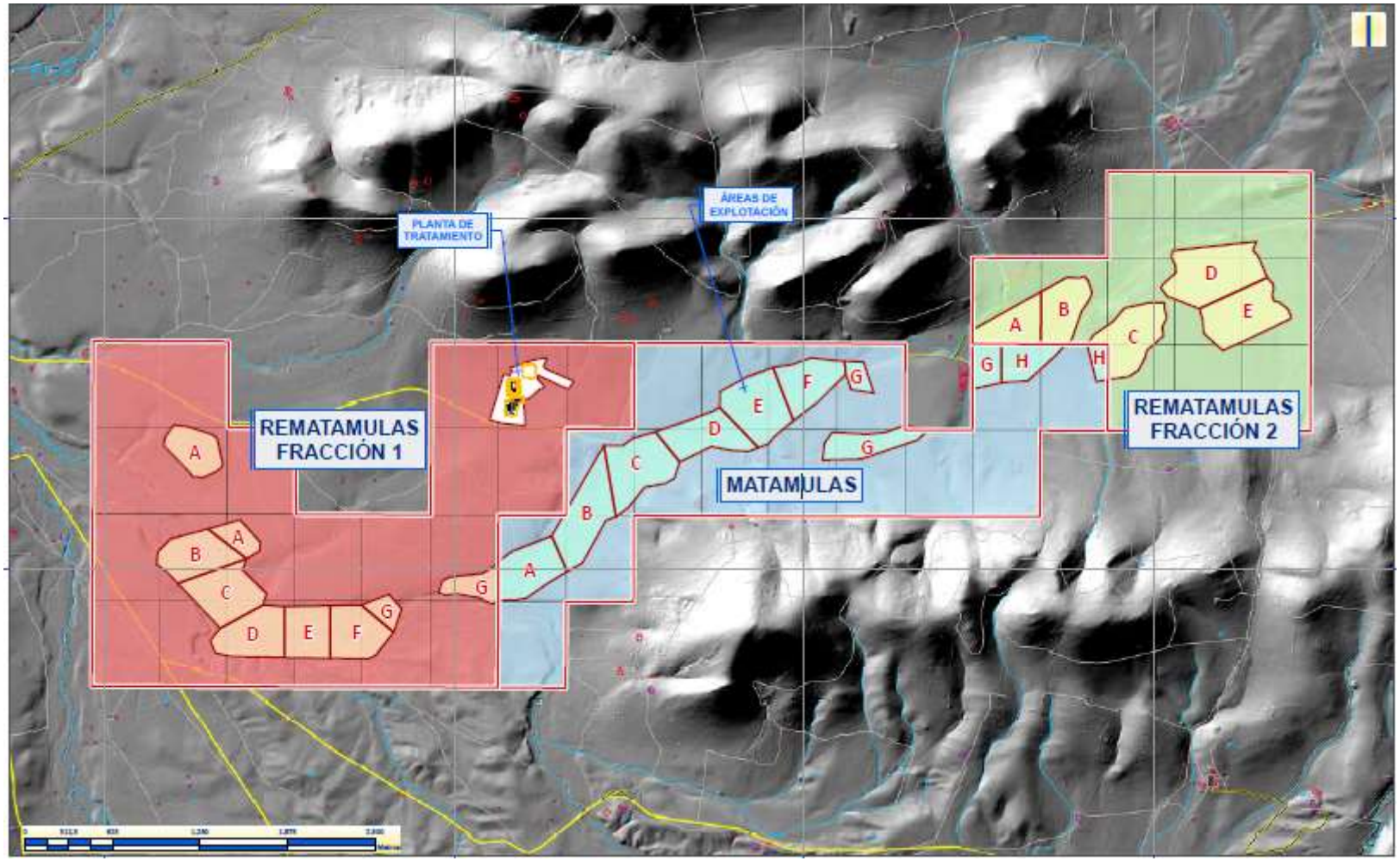
Abril 2016

CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN

MATAMULAS Y REMATAMULAS

QUANTUM
MINERIA

Concesiones de explotación

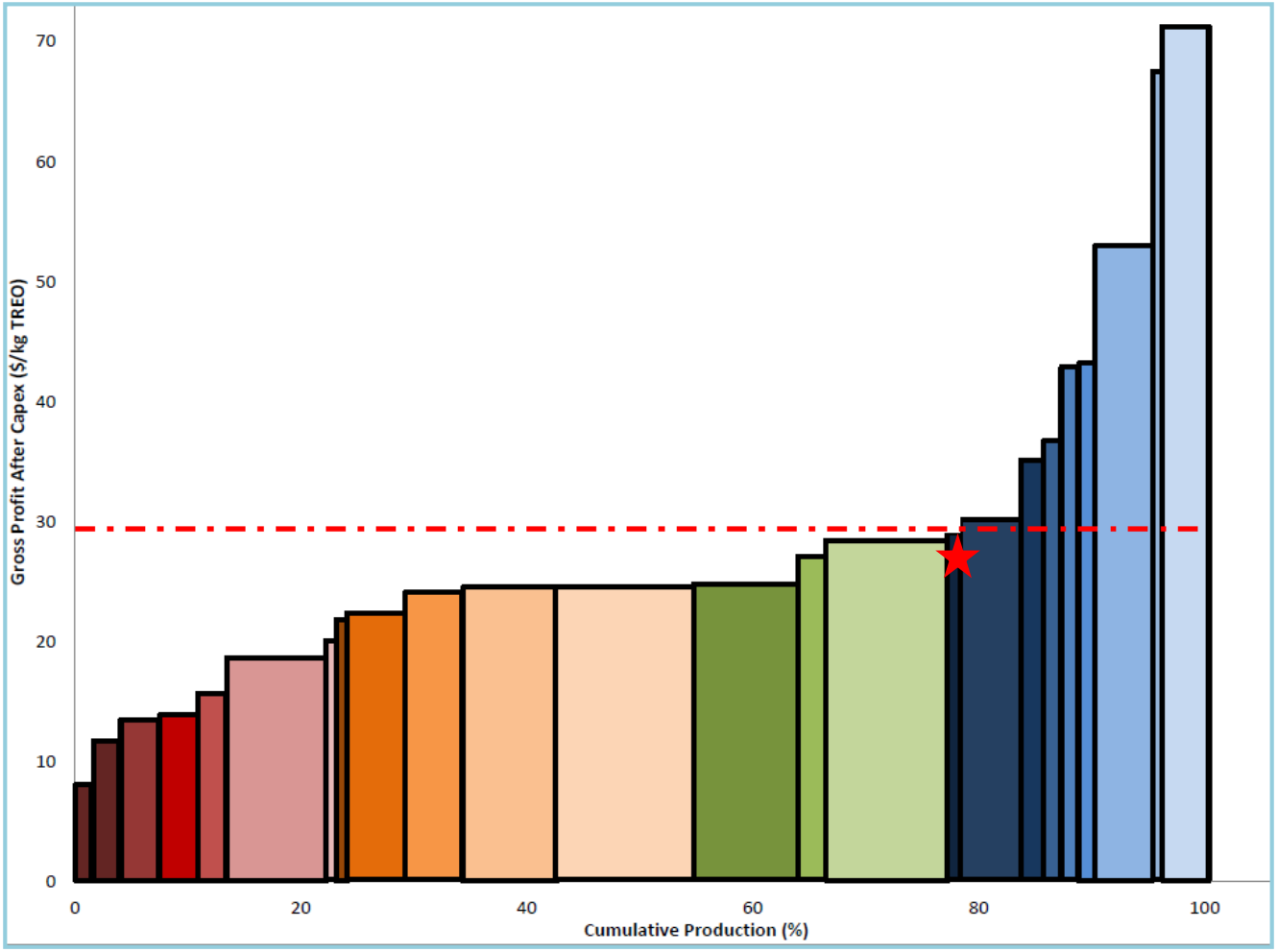


Recursos calculados por Wardell

- Del variograma establecido por Quantum Minería se obtuvo un alcance de 800 m sobre la dirección EO coincidente con el paleocauce o dirección principal del yacimiento.
- Wardell obtiene un alcance de 1.200 m sobre la dirección EO (dirección principal) y de entre 250 m y 500 m sobre la dirección NS al disponer de un numero limitado de pocillos en esta dirección.
- La malla de pocillos de investigación de 150 m de lado realizada permite obtener un modelo de yacimiento muy sólido.

RECURSOS	Ley de corte	ROM	Ley media	Total REO	Recup	REO Recup
	ppm TREO	kt	ppm TREO	t	75%	t
INDICADOS	500	29.908	1.010	30.207	0,75	22.655
INFERIDOS	500	5.314	950	5.048	0,75	3.786
						26.442
INDICADOS	750	18.968	1.240	23.520	0,75	17.640
INFERIDOS	750	3.523	1.110	3.911	0,75	2.933
						20.573
INDICADOS	1.000	11.188	1.500	16.782	0,75	12.587
INFERIDOS	1.000	1.773	1.350	2.394	0,75	1.795
						14.382

Competencia entre proyectos actuales



Método de explotación

- Explotación a **cielo abierto** durante **10 años a razón de 30 ha/año**
- **Secuencia de extracción escalonada** que atenderá a la variación de leyes y a la distancia a planta de tratamiento en cada fase. Se realizará mediante **bancadas de 2 m de altura.**

- **Minería de transferencia: restauración simultánea** a la explotación minimizando la superficie afectada (el hueco siempre será inferior a 1 ha)
- Pendientes del **terreno subhorizontales**

Parámetros básicos de la producción

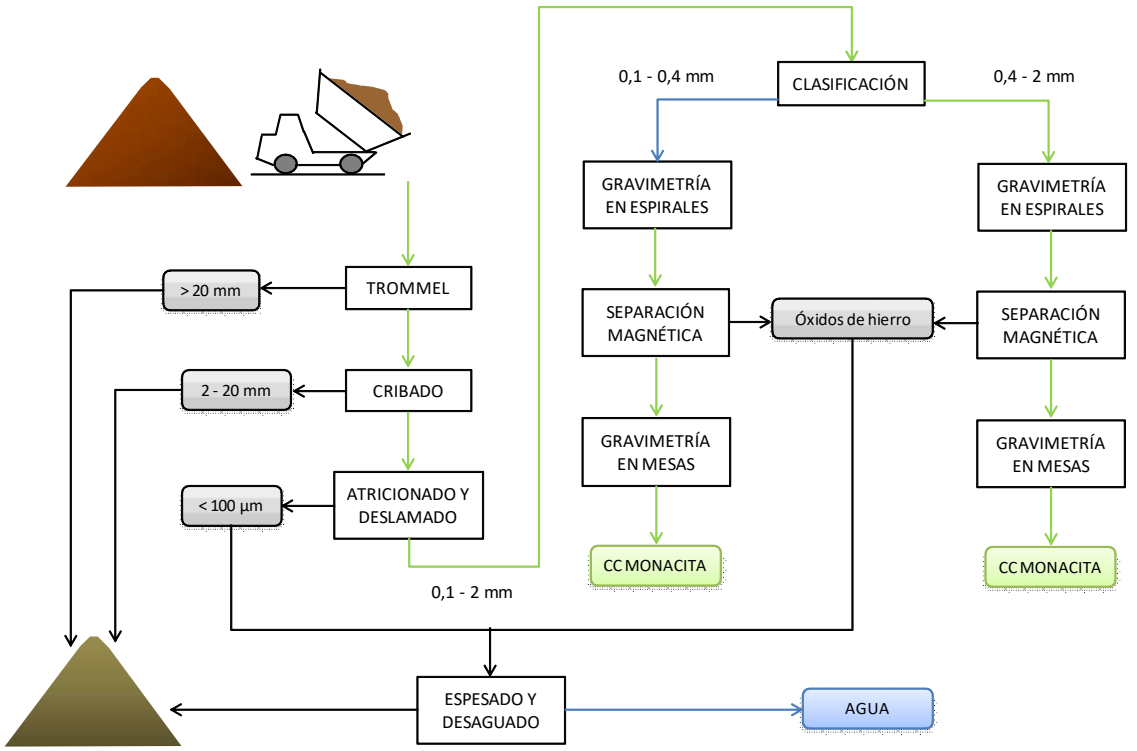
- Producción de mina total: 12.391.895 toneladas de ROM
- Procesado de 1.239.000 toneladas secas de mineral al año, volumen aproximado de 750.000 m^3
- La recuperación de proceso de tratamiento estimado es del 75%
- La densidad del mineral en banco es de 2.000 kg/m^3
- La producción prevista de concentrado final vendible del 70-75% de monacita o 40-45% TREO es de 3.000 tpa

FUNCIÓN	MAQUINARIA	CANTIDAD
Retirada de suelo	Traillas autocargables, tipo CAT-637G	1+1
Carga	Pala retroexcavadora, tipo CAT-390FL	3+1
Alimentación a planta	Pala cargadora de ruedas, tipo CAT-966H	2
Transporte	Camión articulado, tipo CAT-745C	13+1
Riego de Pistas	Tractor dotado con cuba de 10 m^3	1
Restauración	Motoniveladora, tipo CAT-16M	1
	Bulldozer, tipo CAT-D9T	1

Planta de tratamiento

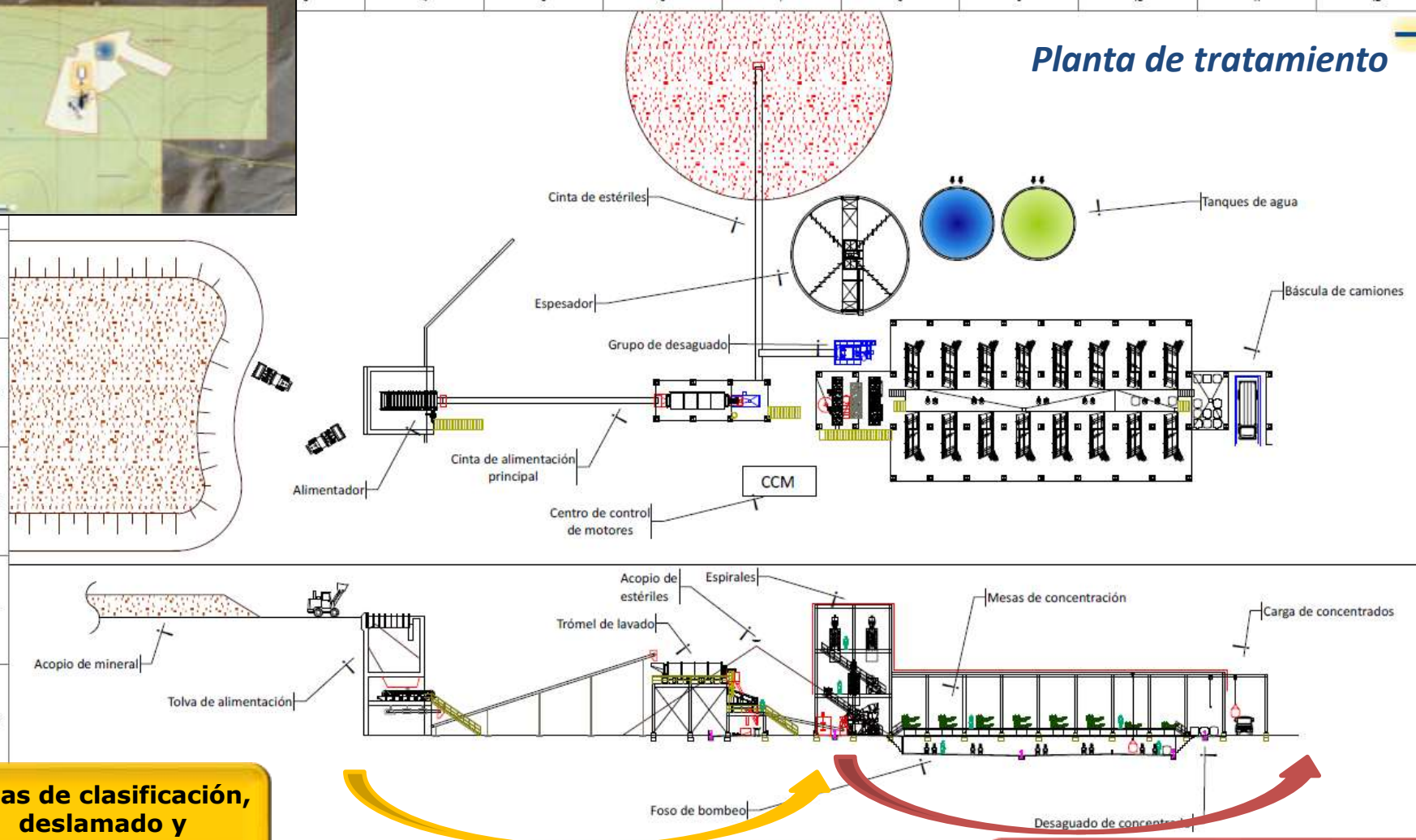
- La planta de tratamiento, con capacidad de tratamiento de 1.250.000 toneladas secas al año, a un ritmo estimado de 220 t/h.
- Se estructura en función de la naturaleza de las operaciones desarrolladas de acuerdo a las siguientes áreas:

- ✓ Área 1: Carga y Clasificación
- ✓ Área 2: Deslamado y Eliminación de Arcillas
- ✓ Área 3: Gravimetría en Espirales
- ✓ Área 4: Separación Magnética
- ✓ Área 5: Gravimetría en Mesas
- ✓ Área 6: Espesado y Desaguado de Estériles
- ✓ Área 7: Servicios Auxiliares



- **Circuito cerrado en la planta y vertido cero de agua**
- **Consumo de 300.000 m³/año**

Planta de tratamiento



Áreas de clasificación, deslamado y eliminación de arcillas

Áreas de gravimetría en espirales, separación magnética y gravimetría en mesas

Caracterización de estériles

- En Matamulas, los estériles de planta se consideran de **tipo INERTES Cod. LER 01 04 12** y con contenidos en sulfuros metales por debajo de lo que establece el **vigente RD 777/2012.** Se analizaron dos muestras conjuntas en los laboratorios homologados de **ALS Minerals** resultado:
  - ✓ Los estériles no experimentarán cambio significativo a corto o largo plazo y el impacto que podrían tener sobre el medio ambiente es insignificante.
  - ✓ El relleno de los huecos de la explotación no da lugar a riesgo de accidente grave por colapso o fallo, no contiene residuos ni sustancias peligrosas (instalación Categoría No A).
- Proceso exclusivamente mecánico **SIN utilización de productos químicos: tierra y agua**

ALS Minerals

ALS Laboratory Group, SL
Polígono Parque Plata
Calle Camino Mozarabe naves 13 y 15
Camas (Sevilla) 41900
Teléfono: +34 955 981 491 www.alsglobal.com

Un laboratorio de pruebas acreditado INAB Reg. NO 173T.
enumeran los métodos en el alcance de acreditación dispor

A: Q
P/
M

se
ón.

CERTIFICADO SV15090379

Proyecto: Matamulas
P.O. No.: SV15-0805
Este informe se aplica a 2 muestras de Sediment sometidas a nuestro laboratorio de Seville, Spain en 22-JUN-2015.

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL:

*En este proyecto **NO** es necesario construir **INSTALACIÓN DE RESIDUOS MINEROS** ya que los rechazos de la planta son los **ESTÉRILES INERTES** de mina que serán devueltos al hueco.*

Plan de restauración

- ***Objetivo principal:*** reducir al mínimo los efectos negativos ocasionados al medio por la actividad minera, mediante la definición y planificación, de la rehabilitación de los terrenos afectados
- La rehabilitación del terreno se hará de forma simultánea a la explotación
- La reposición del suelo será diseñada por el IGeA y la Escuela de Ingenieros Agrónomos de la UCLM:

Parcela experimental en Torrenueva

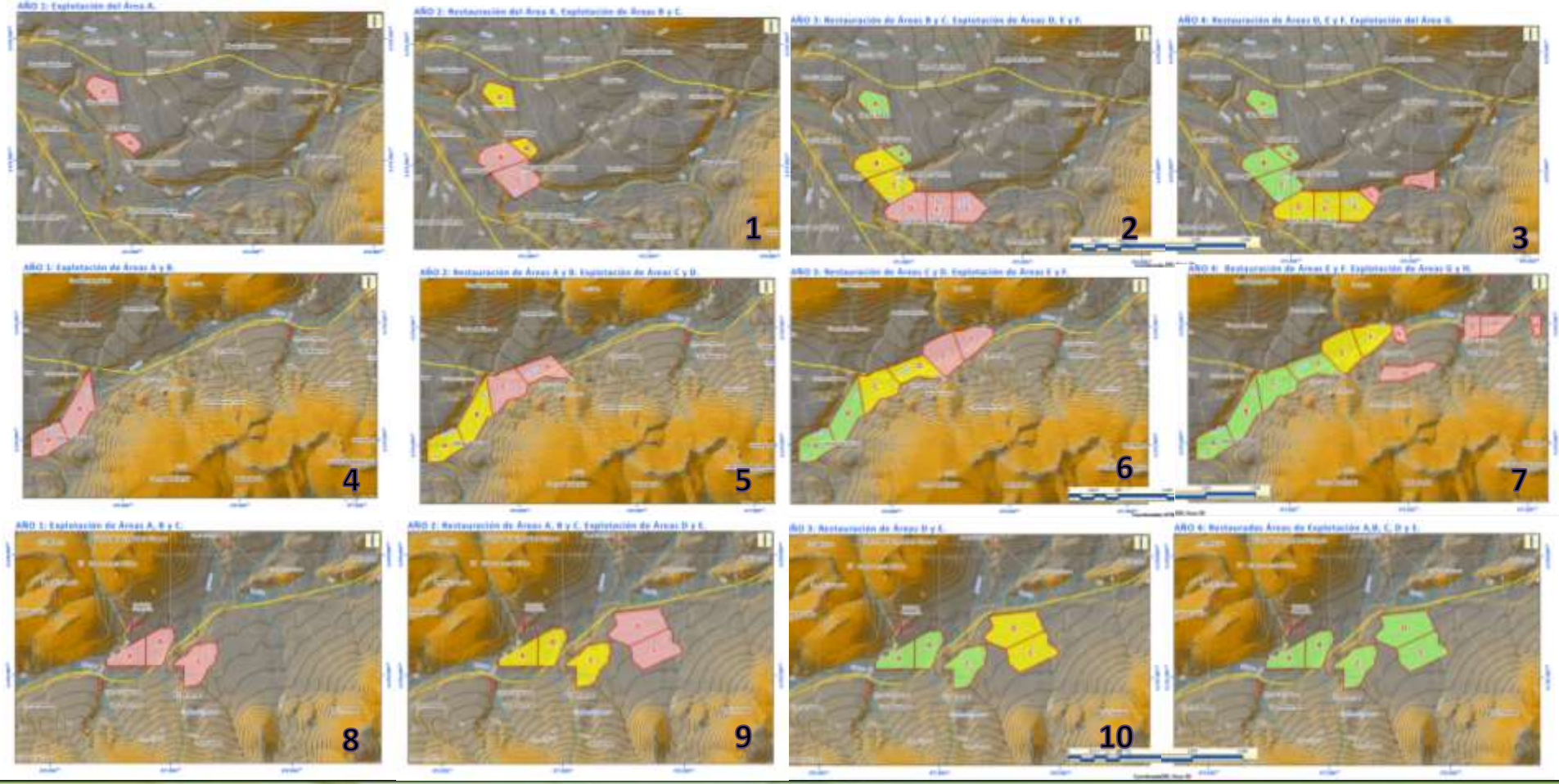
- ✓ **Estudio edafológico** completo y su **interpretación agronómica**, incluyendo el pronóstico de afección por extracción y reposición del suelo
- ✓ **Estudio** de la **mejor secuencia de deposición** del material extraído según su granulometría
- ✓ Estudio de la **mejora agronómica de los suelos rehabilitados**, a partir de los materiales arrancados y clasificados según granulometría, y posibles enmiendas u otros aditivos que optimicen el crecimiento del cultivo

IGeA
Instituto de Geología Aplicada

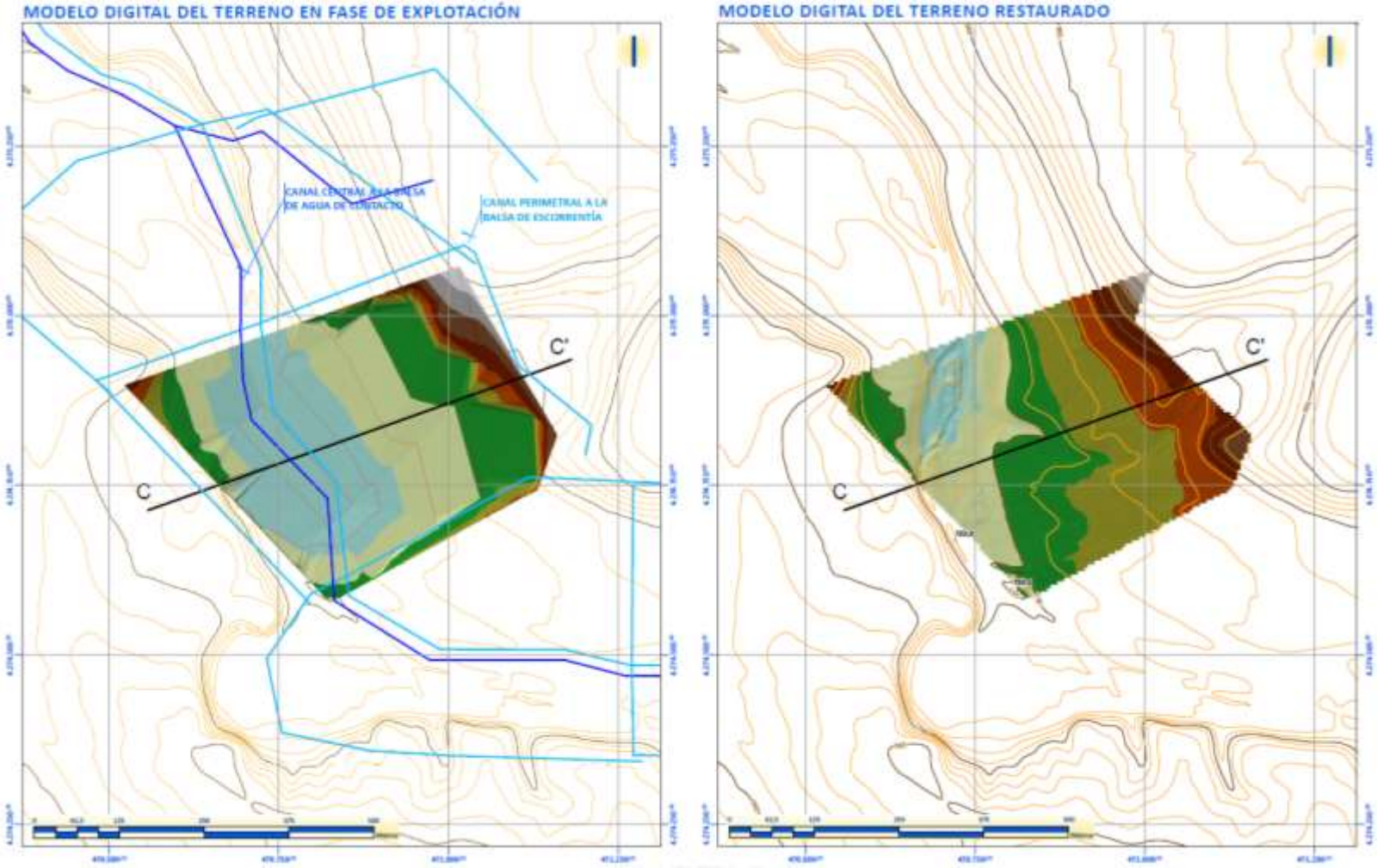
Vegetación existente

Secuencia de restauración del año 1 al 10

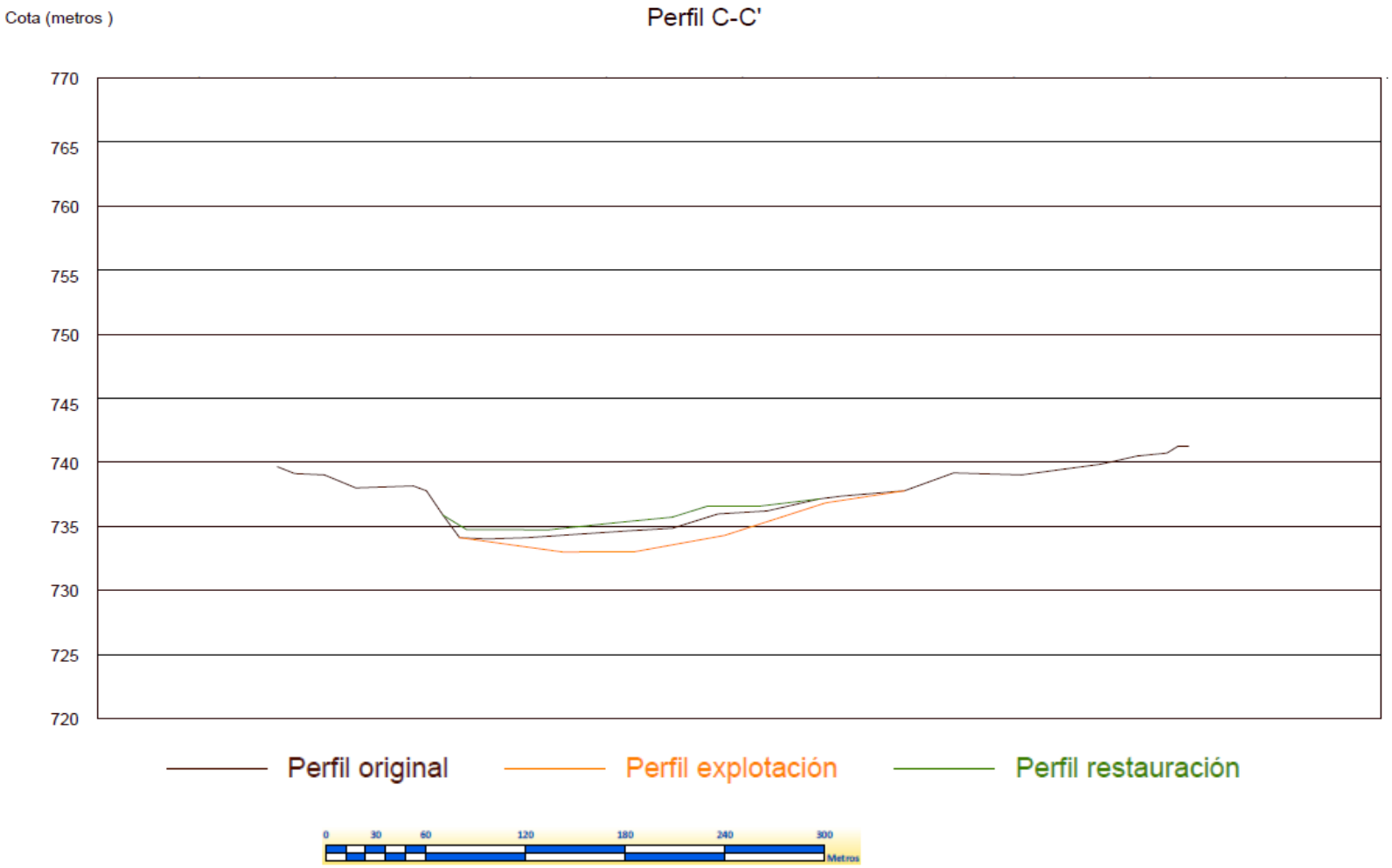
Áreas del proyecto de explotación de CE Matamulas y Rematamulas fracciones 1 y 2



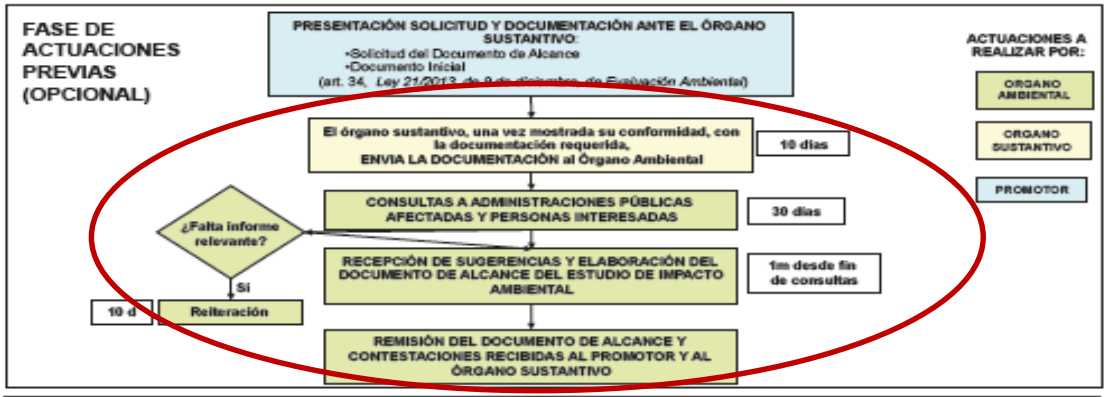
Área C: explotación-restauración

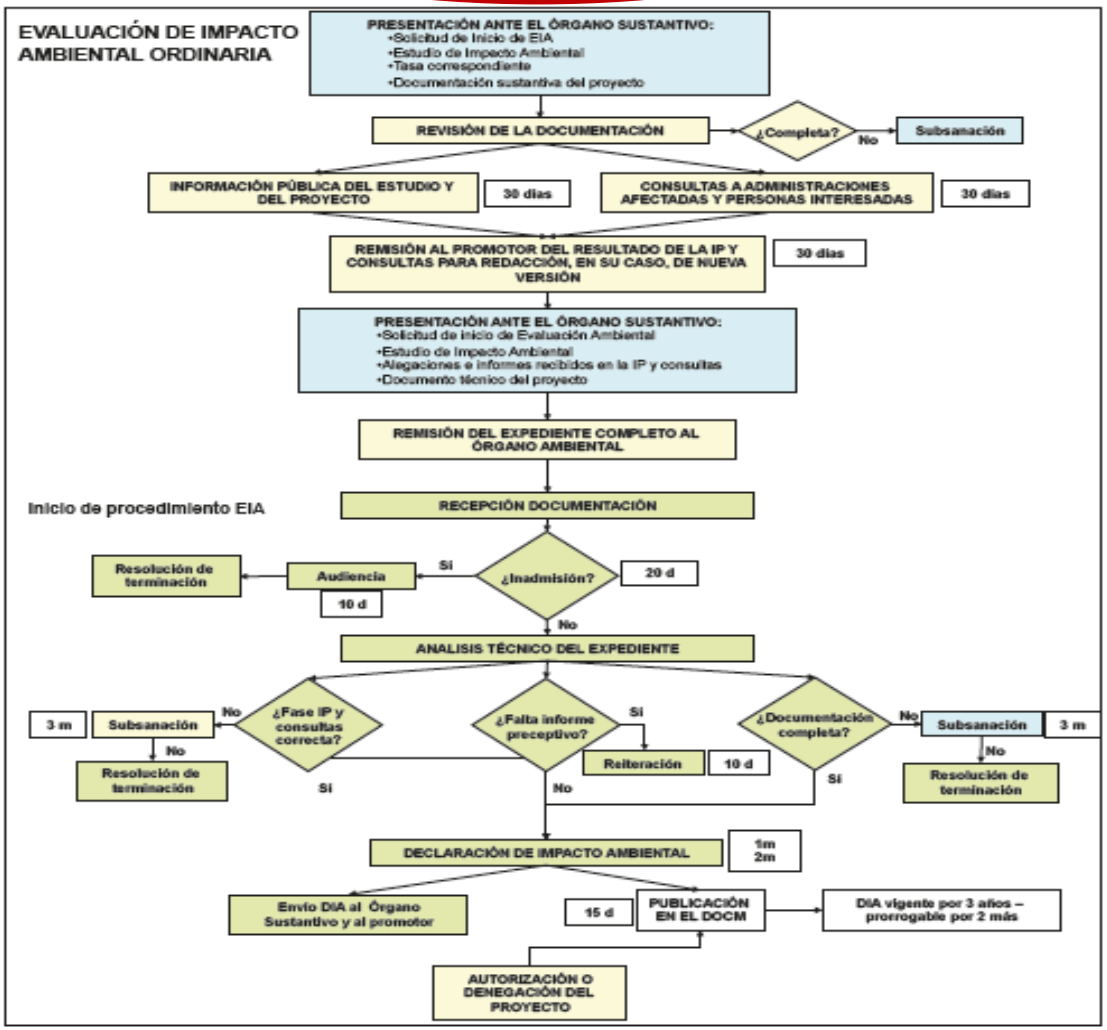


Área C: explotación-restauración



Rehabilitación y restauración



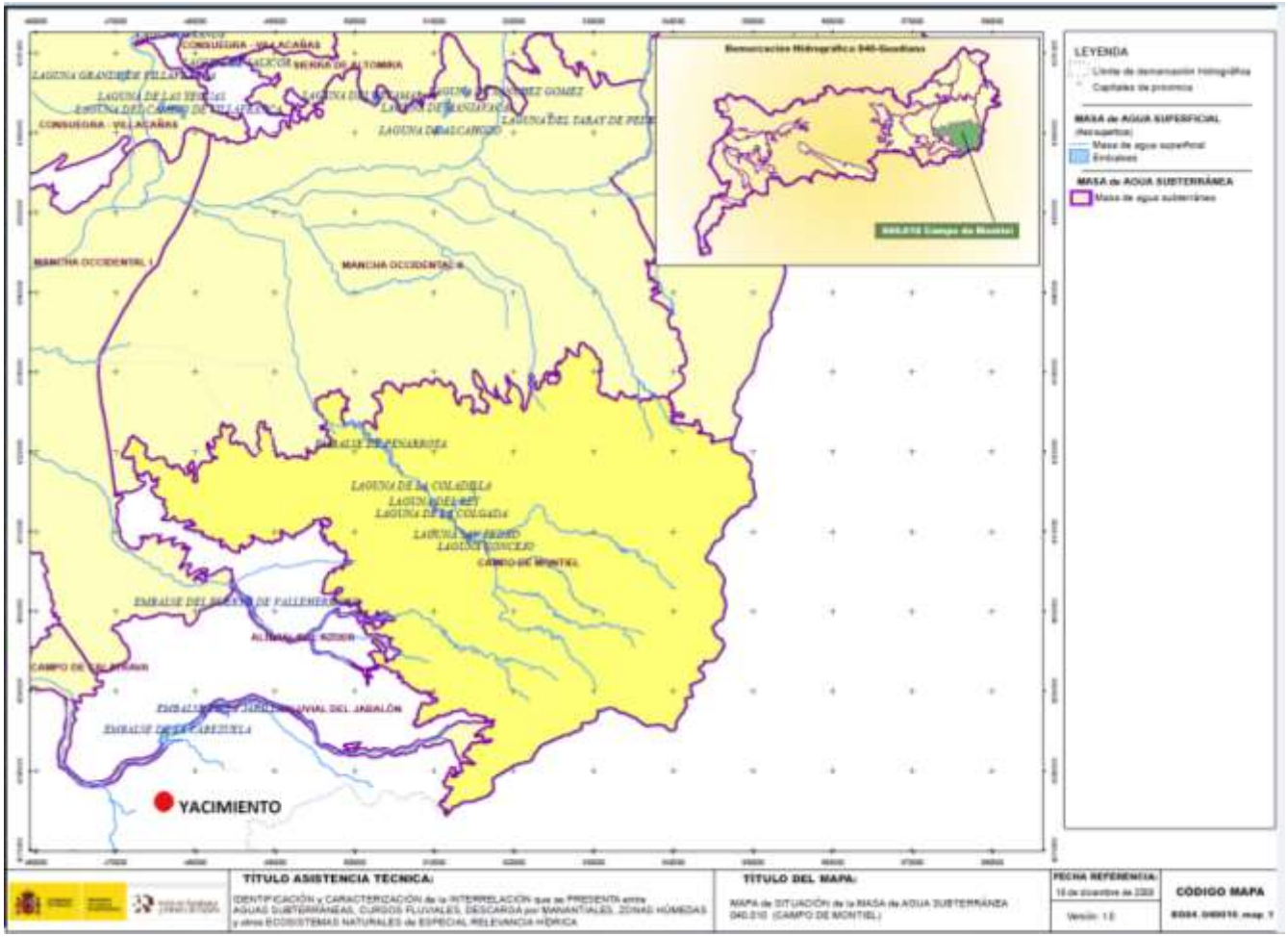


QUANTUM MINERIA

IMPACTO AMBIENTAL

Esquema de tramitación

Hidrogeología

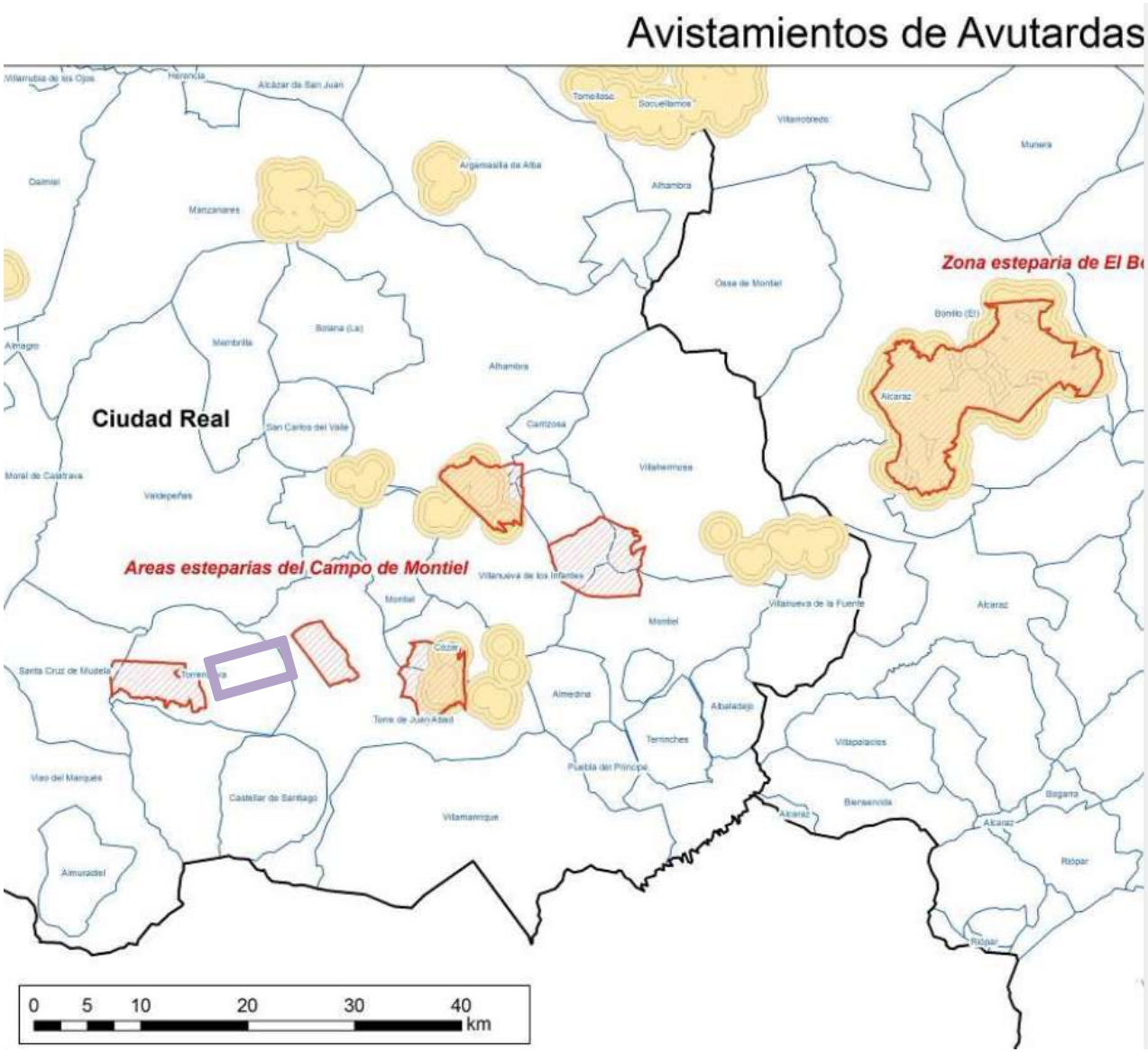


- En el contexto hidrogeológico de la zona predominan los materiales de baja a muy baja permeabilidad

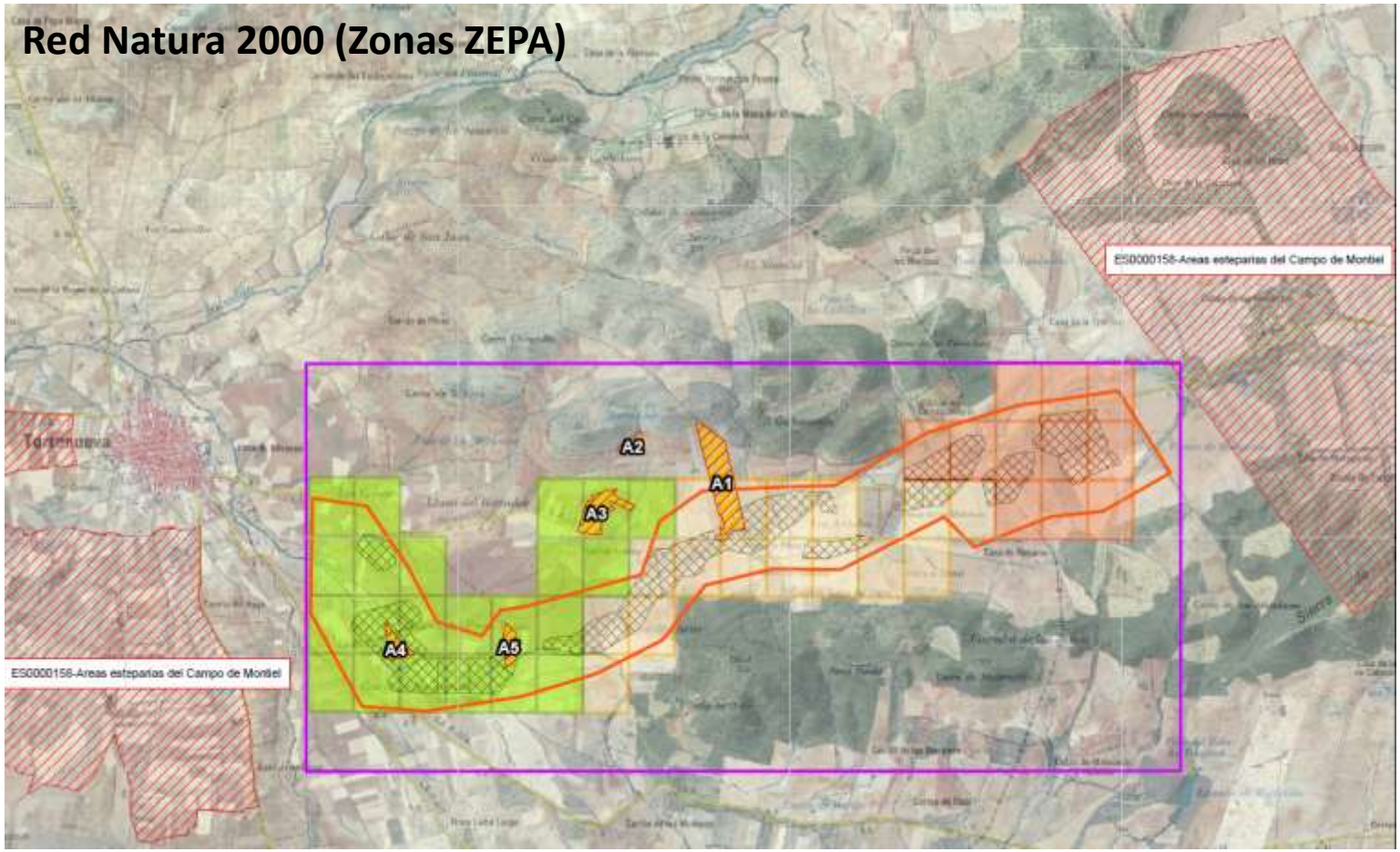
- **La CHG no ha definido ningún acuífero o unidad hidrogeológica en la zona del proyecto**

“Compatibilidad entre viñedo en espaldera y ZEPAS esteparias en Castilla La Mancha”

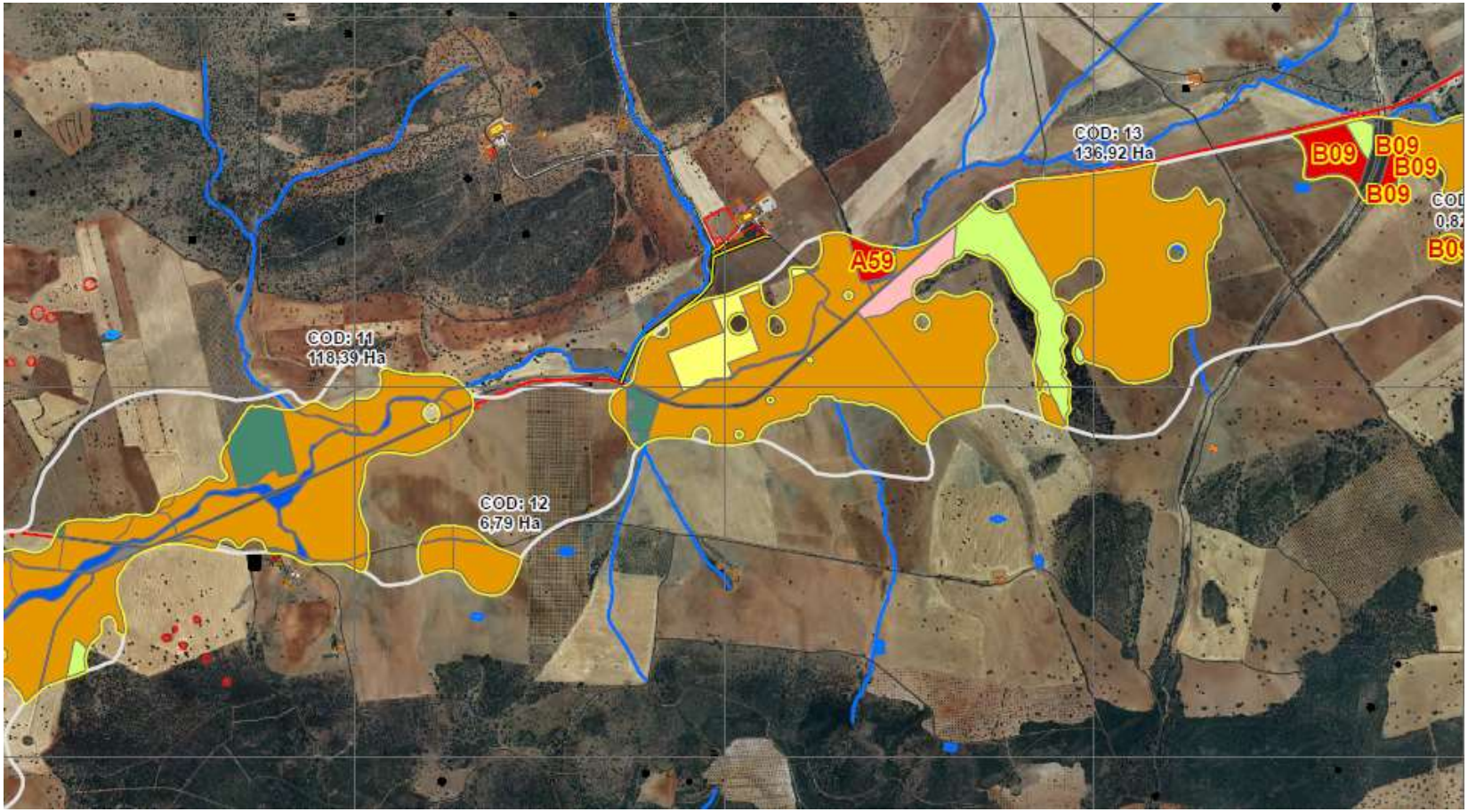
(Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Castilla-La Mancha) abril de 2010, los datos correspondientes a avistamientos de avutardas en el territorio de ZEPAs esteparias de Castilla-La Mancha.



Espacios protegidos



Áreas de prevención y protección arqueológicas



Medio Socioeconómico

- Torrenueva y Torre de Juan Abad tienen una población de 2.988 y 1.139 habitantes respectivamente
- La actuación minera proyectada conllevará un efecto positivo sobre el empleo y la actividad económica, debido a las necesidades de mano de obra, a la contratación de empresas locales y a la demanda de servicios
- Los terrenos sobre el área a explotar son en general agrícolas, dedicados a cultivos herbáceos de secano, y en menor grado al olivo

Resumen y Conclusiones

- Yacimiento tipo placer muy evolucionado en el que la monacita se presenta en pequeños nódulos completamente liberados
- Es un yacimiento superficial con un espesor medio de 2,5 m
- Sus características son únicas, leyes muy bajas (0,1% TREO) con solo operaciones de deslamado y cribado se alcanzan valores superiores al 1% TREO a muy bajo costo
- Se prevé obtener un contenido 45-50% TREO mediante métodos gravimétricos (espirales y mesas)
- La recuperación de la monacita en la etapa de gravimetría es del orden del 80%, mientras que los rendimientos de la etapa hidrometalúrgica para su transformación a óxidos individuales es superior al 90%. La recuperación global será del 70-75%

Resumen y Conclusiones

- Para una ley de corte de 1.000 ppm TREO se han calificado como recursos indicados 18,9 Mt @ 1.240 ppm TREO
- El método de explotación es minería de transferencia que permite la vuelta del terreno a su uso agrícola inmediatamente después de la explotación
- La producción prevista sería de entre el 1-2% de la demanda mundial o alrededor del 10-20% de la demanda europea
- Los metales más valiosos de la 14 tierras raras que se comercializan son los destinados a fabricar imanes permanentes. Nd + Pr supone el 30% de las tierras raras contenidas en el yacimiento.

QUANTUM

MINERIA

Abril 2016