



**ORIGINAL**

# Informe de aplicación del estudio de metales pesados en hueso en la identificación de dos grupos de individuos de la fosa común de la Guerra Civil española de Pico Reja (Sevilla).

THE REPORT OF APPLICATION OF THE STUDY OF HEAVY METALS IN BONE IN THE IDENTIFICATION OF TWO GROUPS OF INDIVIDUALS FROM THE MASS GRAVE OF THE SPANISH CIVIL WAR IN PICO REJA (SEVILLE).

Serrulla Rech F.<sup>1</sup>, Román Román J.<sup>2</sup>, Guijo Mauri J.M.<sup>3</sup>, Moreda Piñeiro A.<sup>4</sup>, Pecero Espín J.C.<sup>5</sup>, Mejías J.C.<sup>5</sup>, Moragas Moure E.<sup>5</sup>, Cuevas Díaz M.<sup>5</sup>, Rivero Ruiz E.<sup>5</sup>, González García C.<sup>6</sup>, Domínguez Durán A.<sup>6</sup>, Bonilla Falcón G.<sup>6</sup>, Zumarraga Puig B.<sup>6</sup>, Sosa Campos A.<sup>6</sup>, Gutiérrez Rodríguez R.<sup>6</sup>

1 Antropólogo Físico. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

2 Arqueólogo, Documentalista. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

3 Doctor en Arqueología, especializado en Bioarqueología y Arqueología de la Muerte. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

4 Catedrático de Universidad. Departamento Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Universidad de Santiago de Compostela.

5 Técnico/a Antropología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

6 Auxiliar. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

**RESUMEN:** El estudio histórico previo realizado concluye que unos 90 mineros de la comarca de Riotinto (Huelva) mueren en Sevilla en 1936 en el intento de defender la ciudad del golpe de estado que se había producido unos días antes. La investigación arqueológica localiza dos grupos de individuos (grupo 33 y grupo 25). Datos históricos indican que éstos grupos podrían ser los mineros de Riotinto. Seleccionamos 10 muestras de dientes de individuos jóvenes del grupo 33, 5 del grupo 25 y 5 de un grupo control de individuos hallados en la fosa de Pico Reja en ataúdes cuyo origen más probable es Sevilla ciudad. Analizamos en todas las muestras la concentración de los siguientes metales: Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobre, Manganeseo, Plomo y Zinc. Los resultados muestran marcadas diferencias en las concentraciones medias de Aluminio, Arsénico, Cobre y Manganeseo entre el grupo 33 y el control y marcadas diferencias en las concentraciones medias de Arsénico, Cobre y Manganeseo entre el grupo 25 y el control. Los resultados obtenidos muestran que los individuos de los grupos 33 y 25 pueden ser los mineros de Riotinto considerando que las diferencias de concentraciones halladas son la consecuencia de alimentarse en la zona donde existen altos niveles de concentración de éstos metales.

**PALABRAS CLAVE:** Arqueología forense, antropología forense, identificación, metales pesados.

**ABSTRACT:** The previous historical study carried out concludes that about 90 miners from the Riotinto (Huelva) died in Seville in 1936 in an attempt to defend the city from the coup that had occurred a few days before. Archaeological research locates two groups of individuals (group 33 and group 25). Historical data show that these individuals could be the Riotinto miners. We selected 10 tooth samples from young individuals from group 33, 5 from group 25 and 5 from a control group of individuals found in the Pico Reja mass grave in coffins whose most likely origin is Seville city. We analyzed in all the samples the concentration of the following metals: Aluminum, Arsenic, Cadmium, Copper, Manganese, Lead and Zinc. The results show marked differences in the mean concentrations of Aluminum, Arsenic, Copper and Manganese between group 33 and the group control and marked differences in the mean concentrations of Arsenic, Copper and Manganese between group 25 and the control. The results obtained show that the individuals of groups 33 and 25 may be the miners of Riotinto, considering that the differences in concentrations found are the consequence of feeding in the area where there are high concentration levels of these metals.

**KEY WORDS:** Forensic archaeology, forensic anthropology, identification, heavy metals.

**CONTACTO:** Fernando Serrulla Rech; Email: fernandoserrullarech@hotmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. Introducción histórica y arqueológica.

Tras la sublevación de parte del ejército el 18 de julio de 1936 y con la ciudad de Sevilla como escenario principal del golpe de Estado, se conforma desde la provincia de Huelva, en concreto desde la Cuenca Minera de Riotinto (Nerva), una columna que intenta recuperar la ciudad hispalense de manos golpistas. Esta columna está integrada mayoritariamente por mineros a la que se suma, por orden gubernamental, fuerzas de la Guardia Civil al mando del comandante Gregorio Haro Lumbreras, que había jurado su fidelidad al gobierno republicano. Cuando la columna está en las cercanías de la ciudad de Sevilla, en la entrada de la población cercana de Camas en el sitio conocido como La Pañoleta, sufre la traición de la Guardia Civil que encabezaba la columna y una emboscada que provoca la muerte de varias decenas de personas por el estallido de varios vehículos que venían cargados con dinamita y por los disparos de la Guardia Civil. Los testimonios hablan de porciones de cuerpos pendiendo del cableado eléctrico. Se estima que murieron un mínimo de 25 personas en esa emboscada [1].

Sesenta y ocho miembros de la columna minera serían detenidos, de los que 67 serían sentenciados a muerte por un tribunal golpista y ejecutados en diferentes localizaciones de la capital hispalense el 31 de agosto de 1936 [1]. En los libros de registro del cementerio de San Fernando de Sevilla consta la entrada de decenas de personas en las fechas que son ejecutados los miembros de la columna, con alusión a la muerte por armas de fuego, todas ellas con partidas en blanco en cuanto a datos personales.

La Fosa Común de Pico Reja del cementerio de San Fernando de Sevilla (FOTOGRAFÍAS 1-2 y FIGURA 1) es la fosa común más grande de Europa abierta hasta la fecha, en la que se estima están enterrados más de 1200 individuos represaliados como resultado de la durísima represión que sufrió Sevilla en las semanas siguientes al golpe de estado de 1936. El proyecto de apertura de la fosa fue impulsado por el movimiento memorialista y cuenta con el apoyo económico del Ayuntamiento de Sevilla, la Diputación de Sevilla, la Junta de Andalucía y el Gobierno de España. Un equipo multidisciplinar de la Sociedad de Ciencias Aranzadi lleva trabajando allí de forma continuada desde 2020. Durante la excavación de la fosa, en octubre de 2020 y en marzo de 2021, fueron localizados dos grandes depósitos de inhumación colectiva desprovistos de ataúdes (grupos 33 y 25), siendo todos los sujetos de sexo masculino e inhumados boca abajo (FOTOGRAFIA 3).



Fotografía 1: Ortofoto que muestra el Cementerio de San Fernando, indicando con un triángulo rojo la zona de fosa común llamada Pico Reja, donde -entre otros restos- están gran parte de las personas represaliadas durante la Guerra Civil y el Franquismo.



Fotografía 2: Ortofotografía de más detalle en la que se observa la zona de Fosa Común de Pico Reja. En rojo están resaltados los lugares que ocupaban los Grupos 33 y 25.

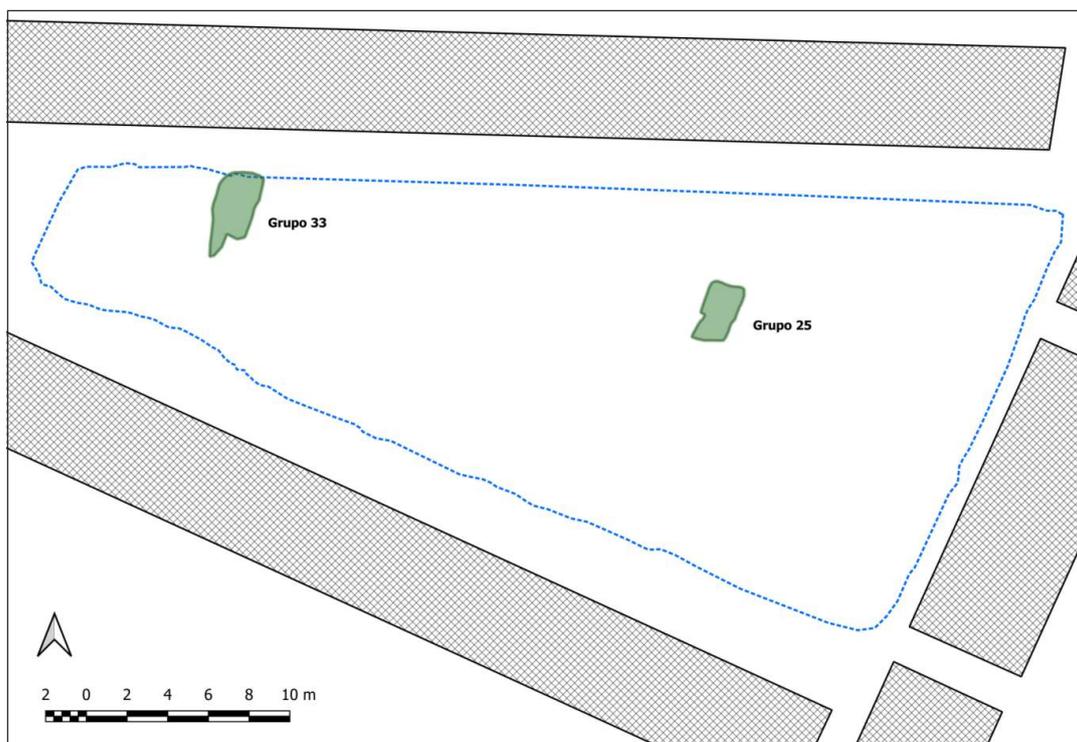


Figura 1: Planimetría de la Fosa de Pico Reja mostrando la ubicación de los Grupos 25 y 33.



Fotografía 3: Ortofoto del Grupo 25, incluido en la línea clara.

Atendiendo a los datos del registro del cementerio de San Fernando y a los datos arqueológicos, el equipo consideró la hipótesis que estos dos grupos pudieran corresponderse con los mineros de Riotinto aunque no es posible confirmarlo ya que no nos consta que existan familias que reclamen la identificación de ninguno de éstos mineros. En ésta situación el equipo planteó la posibilidad de que una investigación de metales pesados pudiera ayudar en la identificación de éstos grupos de individuos.

### 1.2. Introducción a la geología minera de riotinto

Según PEREZ MESTRE [2] puede considerarse que el Drenaje Acido de la Mina (DAM) representa un peligro para la salud del ser humano si éste entra en contacto con la fuente contaminada por el drenaje ácido, de modo directo si la población utiliza el agua contaminada para su consumo, e indirectamente mediante el consumo de especies de origen vegetal o animal contaminadas, o bien a través de productos de consumo derivados de estos, como por ejemplo productos de origen animal (leche, carne, pescado) o vegetal

(frutas, verduras); siendo la principal vía de exposición la ingestión oral o por la utilización de los cauces contaminados como zonas de baño.

El Río Tinto (SO de España) nace en Peña de Hierro, cerca de Nerva, y tiene una longitud de 101 km, su caudal (media de 7,2 m<sup>3</sup> /s) presenta una elevada variabilidad, debido a la ausencia de rocas permeables en su cuenca, lo que hace que tenga una respuesta rápida frente a las precipitaciones. El río Tinto posee una cuenca de 1676 km<sup>2</sup> de superficie y

desemboca en el estuario de la Ría de Huelva [3,4].

El río Tinto discurre en gran parte de su recorrido por la Faja Piritica Ibérica (FPI), una de las regiones metalogénicas más importantes y explotadas del mundo debido a su gran concentración de sulfuros masivos. Su anchura media es de 50 km y ocupa longitudinalmente una banda arqueada de unos 250 km, que se extiende desde las provincias de Sevilla y Huelva hasta el suroeste de Portugal (FIGURA 2) [2].

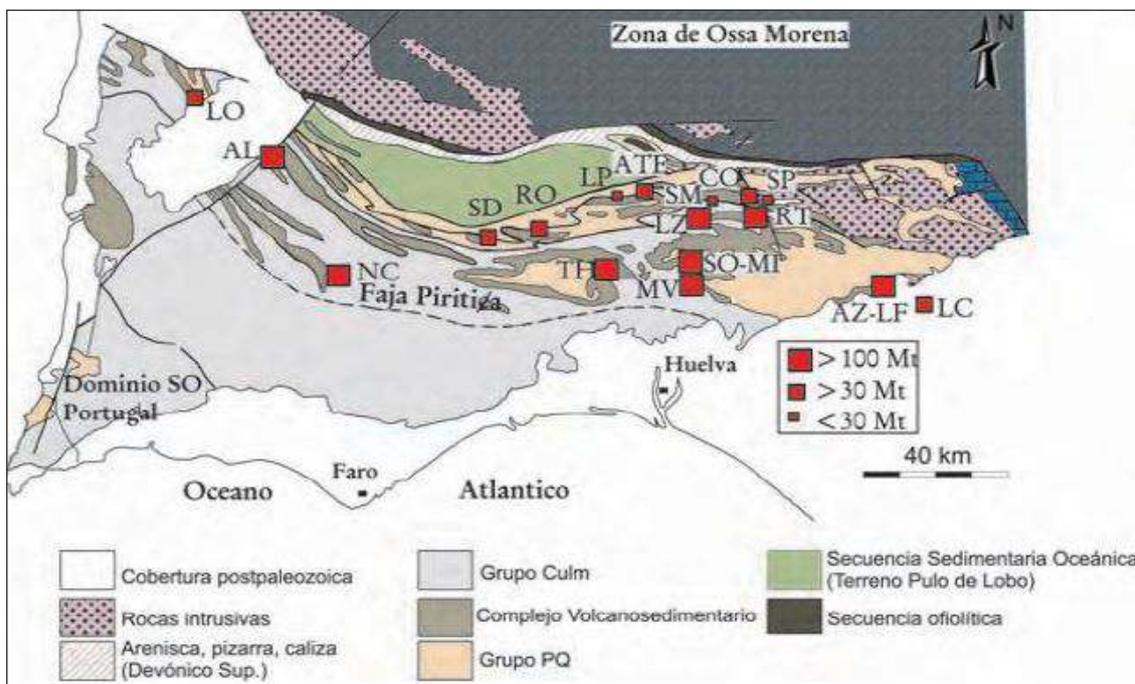


Figura 2: Faja Piritica Ibérica. Tomado de PEREZ MESTRE [2].

El yacimiento de Riotinto es considerado como uno de los mayores depósitos individuales de sulfuros polimetálicos tales como pirita (FeS<sub>2</sub>), calcopirita (CuFeS<sub>2</sub>), arsenopirita (FeAsS), esfalerita (ZnS) y galena (PbS) [6,7,8].

Existen unas 82 minas de sulfuros en la FPI que han sido explotadas y abandonadas [9,10]. Entre ellas, el distrito minero de Riotinto es el sector minero más importante, con una superficie total de alrededor de 20 km<sup>2</sup> [11]. Durante el Período Romano alrededor de 25 Mt de mineral fueron extraídas en la FPI [9]. El cese de la minería romana dio lugar a un período discontinuo de minería ineficiente, interrumpida con la creación de Riotinto Mining Company, un consorcio británico que compró la mina al gobierno español en 1873. La minería a gran escala se desarrolló en Riotinto desde 1873 hasta 2001, donde se extrajeron más de 140 Mt de mineral, lo

que resultó un aumento de la contaminación por metales en el área del río Tinto [4, 5].

La actividad minera en Riotinto a lo largo de la historia, ha dejado kilómetros de galerías, multitud de pozos, enormes escombreras y otros residuos mineros en la cuenca del río Tinto, materiales que expuestos a la atmósfera sufren un proceso de oxidación liberando grandes cantidades de metales tóxicos y acidez, lo cual unido a la poca capacidad de neutralización de las rocas encajantes, provoca elevadísimos niveles de contaminación en el Río Tinto, por lo que es conocido internacionalmente [2, 4, 5].

Por otro lado el estudio de PEREZ MESTRE [2] muestra que en las aguas de consumo (control oficial del agua entre los años 2008 y 2020) como elementos mayoritarios aparecen

Calcio, Cobre, Magnesio, Manganeso, Sodio, Cloro y Cinc. Además destaca la presencia en cantidades elevadas de Sulfatos de Hierro y de Aluminio. Como elementos minoritarios en las aguas de consumo se detecta Arsénico, Boro, Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, Selenio y Mercurio.

De acuerdo con esta información geológica los compuestos potencialmente bioacumulables y que podemos esperar encontrar en los restos óseos son los siguientes: Hierro, Arsénico, Cobre, Cinc, Níquel, Mercurio, Cadmio, Aluminio, Boro, Selenio y Plomo.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS.

Hemos seleccionado una muestra del Grupo 33 de 10 individuos de edades similares (20-40 años), una muestra de 5 individuos del Grupo 25 también de edades similares (20-40 años) y se nos ha facilitado una muestra de 5 casos de ataúdes hallados en la fosa que no pertenecen a casos de represión que emplearemos como grupo control y de edades similares a los otros grupos (20-40 años). De todos los individuos se han tomado molares excepto del individuo 263 del Grupo 25 que por no tener molares se ha tomado un canino. Todos los individuos son masculinos. El detalle de todas las muestras seleccionadas se indica en la TABLA 1.

N REF	GRUPO	SUJETO	MUESTRA	SEXO	EDAD EST.
M1	GRUPO 33	302	MOLAR	Masculino	20-30
M2	GRUPO 33	304	MOLAR	Masculino	25-30
M3	GRUPO 33	306	MOLAR	Masculino	20-30
M4	GRUPO 33	309	MOLAR	Masculino	30-40
M5	GRUPO 33	310	MOLAR	Masculino	25-35
M6	GRUPO 33	311	MOLAR	Masculino	25-35
M7	GRUPO 33	312	MOLAR	Masculino	30-40
M8	GRUPO 33	314	MOLAR	Masculino	20-30
M9	GRUPO 33	320	MOLAR	Masculino	20-25
M10	GRUPO 33	335	MOLAR	Masculino	30-40
M11	GRUPO 25	237	MOLAR	Masculino	20-25
M12	GRUPO 25	263	CANINO	Masculino	50
M13	GRUPO 25	265	MOLAR	Masculino	30-35
M14	GRUPO 25	360	MOLAR	Masculino	20-24
M15	GRUPO 25	361	MOLAR	Masculino	30-40
M16	ATAÚD	A	MOLAR	Masculino	20-25
M17	ATAÚD	B	MOLAR	Masculino	18-20
M18	ATAÚD	C	MOLAR	Masculino	20-25
M19	ATAÚD	D	MOLAR	Masculino	24-32
M20	ATAÚD	E	MOLAR	Masculino	30

Tabla 1: Muestras remitidas para estudio de metales.

Las muestras han sido analizadas en el Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología de la Facultad de Química de la Universidad de Santiago de Compostela (USC). Han sido analizados mediante digestión ácida con energía de microondas/ICPMS los siguientes metales en todas las muestras: Al, As, Cd, Cu, Mn, Pb y Zn. El diente entero previo lavado, ha sido pulverizado en su totalidad para el análisis.

## 3. RESULTADOS.

Los resultados obtenidos en el laboratorio de la USC se muestran en la TABLA 2.

	INDIVIDUO	EDAD	Al	As	Cu	Mn	Pb	Zn
M1	S-302	20-30	15,9	0,64	25,7	10,3	57,3	149
M2	S-304	25-30	154	1,44	2,53	7,59	13	150
M3	S-306	20-30	15,9	0,7	1,12	4,02	9,3	138
M4	S-309	30-40	124	0,31	0,85	6,62	19,5	108
M5	S-310	25-35	32,5	0,35	1,86	6,12	11	122
M6	S-311	25-35	102	0,61	2,41	14,6	21,6	118
M7	S-312	30-40	30,9	0,48	2,04	15,2	20,5	163
M8	S-314	20-30	35,9	0,46	0,79	34,7	20,2	102
M9	S-320	20-25	66,1	0,39	1,25	16,7	30	132
M10	S-335	30-40	26,2	0,34	0,6	6,51	93,8	133
M11	S-237	25	6,78	0,63	0,66	11,1	9,25	144
M12	S-263	50	10,7	0,47	0,6	17,6	43,2	137
M13	S-265	25-30	5,33	0,29	0,44	7,47	70,4	138
M14	S-360	20-24	2,44	0,5	0,19	13,2	26,7	155
M15	S-361	30-40	42,1	1,65	1,2	10	51,3	151
M16	ATAUD A	20-25	76,8	0,23	0,62	16,1	68,4	147
M17	ATAUD B	18-20	7,88	0,06	0,22	1,59	58,8	176
M18	ATAUD C	20-25	9,13	0,23	0,56	3,13	27,6	250
M19	ATAUD D	25-35	6,01	0,1	0,34	3,89	35,4	148
M20	ATAUD E	30	10,7	0,67	0,22	2,16	98,5	139

Tabla 2: Resultados obtenidos del análisis de las 20 muestras remitidas. Cifras en mg/Kg. De los resultados hemos eliminado las cifras de Cadmio ya que los niveles en todos los individuos eran inferiores a 0,01 mg/Kg. M1-M10: Muestras del Grupo 33; M11-M15: Muestras Grupo 25; M15-M20: Muestras Grupo Control.

#### 4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

De acuerdo con los resultados mostrados en la TABLA 2 sometemos a discusión las siguientes cuestiones:

##### 4.1. Bioacumulación de metales pesados en hueso.

El estudio muestra que el Aluminio, Plomo y Zinc son los elementos que se acumulan en mayor concentración en diente de todos los metales estudiados. Las medias mostradas en la TABLA 3 indican con claridad las grandes diferencias de concentraciones que existen con los otros metales estudiados. El GRAFICO 1 muestra también éstas diferencias. El Zn y el Al son elementos de los considerados mayoritarios que aparecen actualmente en las aguas de bebida de la zona y el Pb de los minoritarios. El Cu y el Mn también son considerados elementos mayoritarios que

aparecen en las aguas de bebida pero que en nuestra muestra aparecen como acumulados en diente en baja concentración, especialmente el Cu. El As considerado elemento minoritario aparece en diente también a muy bajas concentraciones. El Cd que aparece en las aguas de bebida de la zona como elemento minoritario, se observa que en todas las muestras de diente analizadas aparece en cantidades extremadamente bajas (<0,01 gr/Kg).

##### 4.2. Niveles medios de cada grupo de estudio.

Este es uno de los parámetros que más nos ayuda a valorar si existen diferencias entre los grupos. La TABLA 3 y el GRAFICO 2 muestran éstas medias aritméticas. Hemos calculado también los ratios existentes entre los grupos problema y el grupo control.

	MEDIA ARITMETICA NIVELES					
	Al	As	Cu	Mn	Pb	Zn
<b>G33</b>	60,34	0,572	3,915	12,236	29,62	131,5
<b>G25</b>	13,47	0,708	0,618	11,874	40,17	145
<b>CONTROL</b>	22,104	0,258	0,392	5,374	57,74	172
<b>MED GLOBAL</b>	39,06	0,53	2,21	10,43	39,29	145,00
<b>RATIO G33/C</b>	2,73	2,22	9,99	2,28	0,51	0,76
<b>RATIO G25/C</b>	0,61	2,74	1,58	2,21	0,70	0,84
<b>RATIO C/G33</b>	0,37	0,45	0,10	0,44	1,95	1,31
<b>RATIO C/G25</b>	1,64	0,36	0,63	0,45	1,44	1,19

Tabla 3: Medias aritméticas de la concentración de los distintos metales en los 3 grupos y ratios de comparación de grupos en gr/Kg. Media Global: media aritmética de los 20 individuos estudiados. Las celdas en amarillo muestran los ratios Grupo Problema/Grupo Control superiores a 1, es decir, aquellos metales que muestran mayores concentraciones en los grupos problema que en el control: por ejemplo, la concentración de Cobre en el grupo 33 es 9,99 veces mayor que en el grupo control. Las celdas rojas muestran las ratios con mayor proporción en el grupo control.

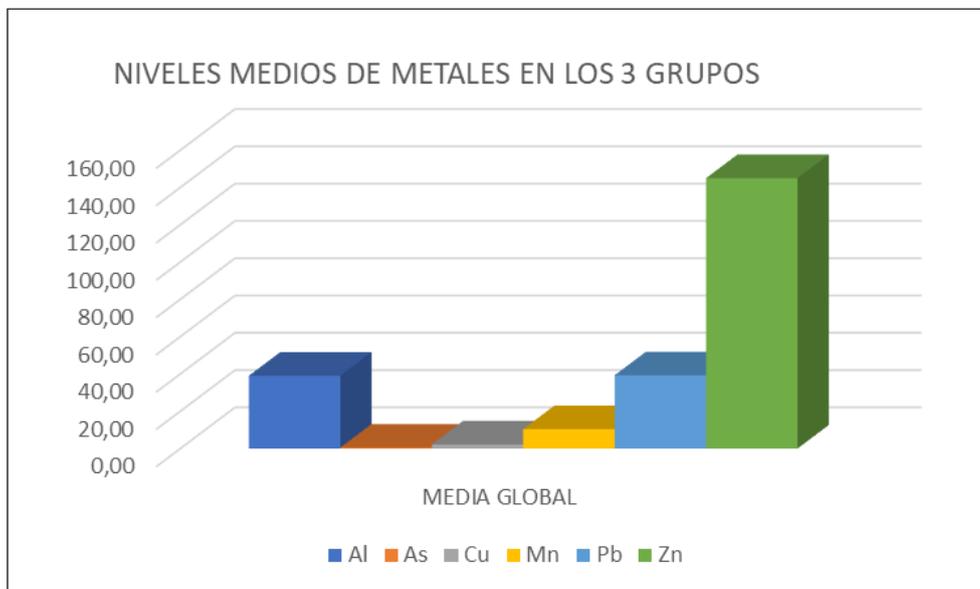


Gráfico 1: Niveles medios globales de los diferentes metales analizados. Pb, Al y Zn son los metales que muestran mayor grado de acumulación en diente en ésta muestra.

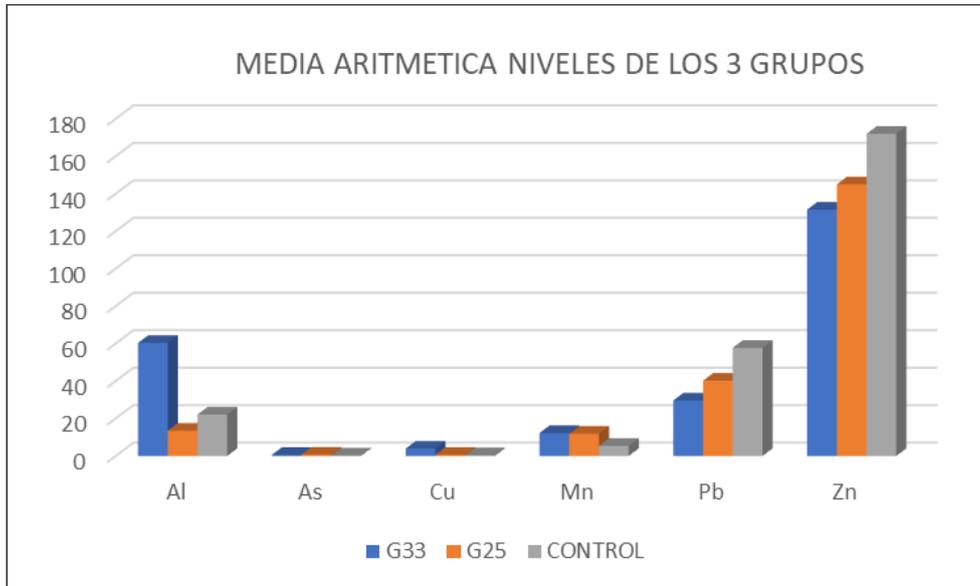


Gráfico 2: Media aritmética de los niveles de los distintos metales comparando los 3 grupos. Aluminio, Arsénico, Cobre y Manganese muestran mayores niveles en el Grupo 33 que en el grupo Control. Algo similar pasa con el As, Cu y Mn para el ratio Grupo 25/Grupo Control.

#### 4.3. Relaciones entre las concentraciones de los grupos investigados y el grupo control.

Las concentraciones de Al, As, Cu y Mn halladas en los dientes del GRUPO 33 son respectivamente 2,7/ 2,2/ 9,99 y 2,28 veces mayores en la muestra del GRUPO 33 que en la muestra control. La media de las concentraciones de Pb y Zn en la muestra del GRUPO CONTROL son 1,95 y 1,3 veces superiores que en la MUESTRA DEL GRUPO 33 (ver celdas rojas de la TABLA 3). Las concentraciones de As, Cu y Mn halladas en los dientes del GRUPO 25 son respectivamente 2,7/ 1,5 y 2,2 veces superiores a las del GRUPO CONTROL. Ver GRAFICOS 3, 4 y 5. La media de las concentraciones halladas en el GRUPO CONTROL para el Al, Pb y el Zn son respectivamente 1,6/ 1,4 y 1,2 veces superiores en el GRUPO CONTROL que en el GRUPO 25. Ver celdas rojas de la TABLA 3.

#### 4.4. Valoración de las diferencias entre grupos.

El análisis de los resultados confirma que los GRUPOS 33 y 25 presentan diferencias con el GRUPO CONTROL en lo relativo a la acumulación de diversos metales en diente:

- La diferencia más notable viene determinada por los niveles medios de COBRE hallados en las 10 muestras del GRUPO 33. Estos niveles medios son casi 10 veces superiores a los del GRUPO CONTROL. No podemos olvidar que la principal actividad extractiva de la mina es el cobre [2], por lo que ésta diferencia tiene un especial valor para el objetivo de éste trabajo.

- Se añaden a ésta diferencia para el GRUPO 33 las diferencias acreditadas de los niveles de Manganese, Arsénico y Aluminio que en general son más del doble de las concentraciones medias halladas en el GRUPO CONTROL. Concedemos especial valor a las diferencias halladas con el Manganese dado que es un elemento químico que de forma mayoritaria está presente en los controles del agua de bebida y que contribuye por tanto de forma importante a la contaminación del medio natural en la comarca de Riotinto [2]. Es por tanto también esperable ésta diferencia si éste GRUPO 33 es el grupo de los mineros de Nerva.

- Algo similar ocurre con el GRUPO 25 respecto a los niveles de Arsénico y Manganese, sin embargo no ocurre lo mismo con el Cobre que aunque sus concentraciones medias son 1,58 veces las halladas en el GRUPO CONTROL quedan muy lejos de la importante diferencia hallada en el GRUPO 33 (ver GRAFICO 5).

- Por último nos llama mucho la atención el hecho de que las concentraciones de Plomo y de Zinc sean mucho más altas en el GRUPO CONTROL que en los GRUPOS 33 y 25. También nos llama la atención de forma paralela que los niveles de concentraciones medias de Aluminio sean mayores en el GRUPO CONTROL que en el GRUPO 25. Para

interpretar éstos resultados es necesario buscar información complementaria de tipo contextual que proporcione alguna explicación razonable. Quizás el empleo de Plomo y Zinc en los ataúdes puede explicar éstos resultados. No disponemos de explicación plausible a los resultados de los niveles de Aluminio.



Gráfico 3: Niveles medios de As en los tres grupos. El GRUPO CONTROL tiene mucha menos cantidad que los GRUPOS 33 y 25.

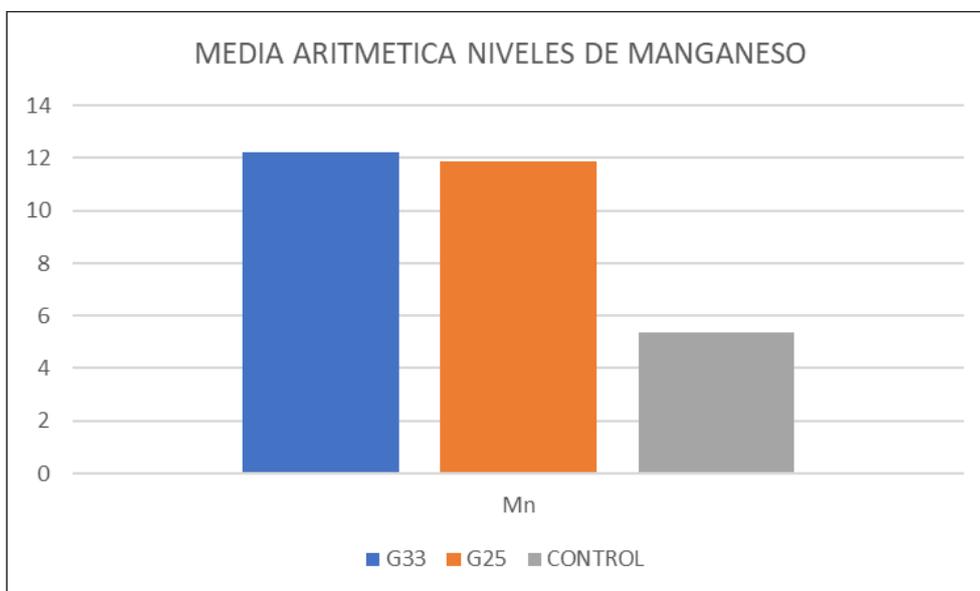


Gráfico 4: Niveles medios de Mn en los tres grupos. El GRUPO CONTROL tiene mucha menos cantidad que los GRUPOS 33 y 25.

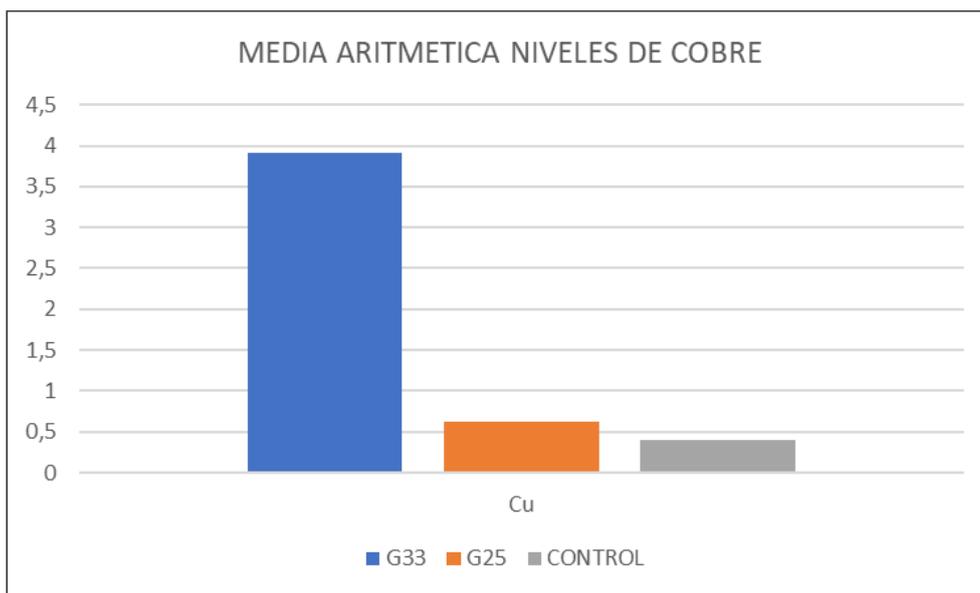


Gráfico 5: Niveles medios de Cu en los tres grupos. El GRUPO CONTROL tiene mucha menos cantidad que el GRUPO 33, mientras que la diferencia es mucho menor con el GRUPO 25.

#### 4.5. Comparativa niveles medios de metales pesados en diente.

Al objeto de comparar los resultados de nuestro estudio, hemos buscado bibliografía referente a los niveles detectados en dientes con el mayor número posible de dientes analizados encontrando varios trabajos de interés [11,12,13,14]. De todos ellos el trabajo de mayor interés es el de FERNANDEZ-ESCUADERO [12] que analiza 150 dientes

(molares y premolares) sanos obtenidos de una clínica odontológica de la Universidad de Murcia, de españoles residentes en Murcia, sin exposición ocupacional y de los que el 67% eran menores de 50 años. El trabajo no incluye los niveles medios obtenidos, pero gracias a la autora de contacto (Isabel Legaz) hemos podido conocer éstos niveles. La TABLA 4 muestra la comparativa entre los niveles medios obtenidos en nuestro estudio y los hallados en el estudio de Murcia.

	MEDIA ARITMETICA NIVELES					
	Al	As	Cu	Mn	Pb	Zn
G33	60,34	0,572	3,915	12,236	29,62	131,5
G25	13,47	0,708	0,618	11,874	40,17	145
CONTROL	22,104	0,258	0,392	5,374	57,74	172
ESTUDIO MURCIA	5,99	0,012	0,255	0,525	5,57	86,78
R G33/EM	10,07	47,67	15,35	23,31	5,32	1,52
R G25/EM	2,25	59,00	2,42	22,62	7,21	1,67
R C/EM	3,69	21,50	1,54	10,24	10,37	1,98

Tabla 4: Tabla que muestra los niveles medios de los distintos metales analizados en los GRUPOS 33, 25 y CONTROL de la Fosa de Pico Reja (Sevilla) (G33, G25, GC) en las tres primeras filas. La fila correspondiente al 'ESTUDIO MURCIA' muestra los niveles medios hallados de éstos mismos metales. Las tres últimas filas muestran las ratios entre los niveles medios hallados en los 3 grupos de Sevilla y los niveles medios hallados en el estudio de Murcia. En amarillo destacamos las ratios marcadamente superiores en Sevilla a los hallados en Murcia: para el Arsénico por ejemplo los niveles hallados en el G33 son 47 veces más altos que los hallados en Murcia, el Cobre más de 15 veces y el Manganeseo más de 23 veces. En naranja destacamos las diferencias que también entre el grupo de control de Sevilla y el estudio de Murcia: en Sevilla el Manganeseo y Plomo aparecen 10 veces más altos los niveles que en Murcia.

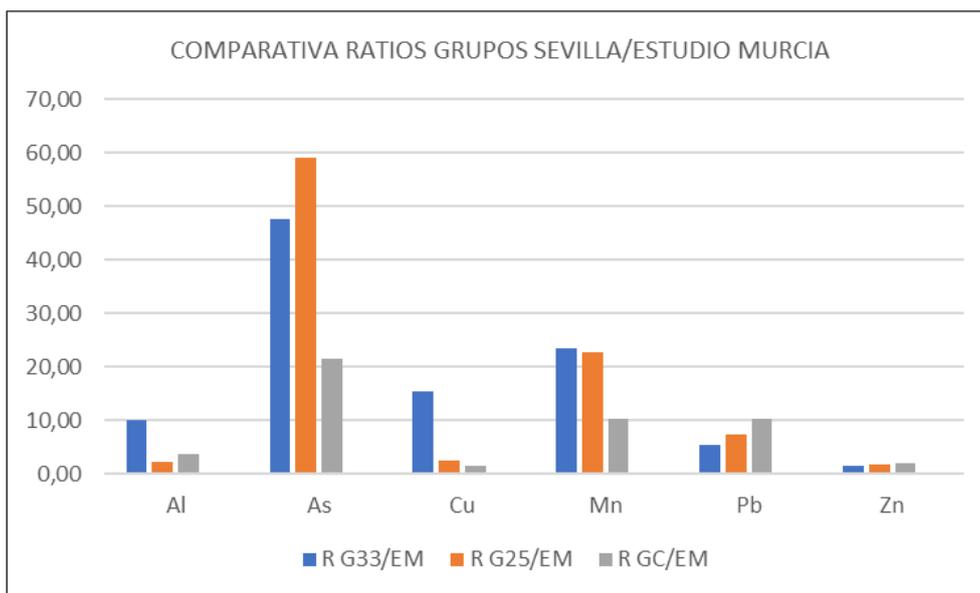


Gráfico 6: Comparativa para todos los metales estudiados de las ratios de los niveles medios hallados en los grupos de Sevilla (G33, G25 y Grupo Control) y los niveles del estudio Murcia (EM). Los dos grupos de Sevilla (G33 y G25) tienen ratios marcadamente superiores para el As, Cu y Mn. El Grupo 33 tiene además niveles marcadamente superiores de Al, algo que no ocurre con el Grupo 25.

El estudio realizado no permite excluir que los mineros de Nerva asesinados en 1936 estén enterrados en Pico Reja en los GRUPOS 25 y 33, si consideramos que todos o la mayor parte de éstos individuos desarrollaron la mayor parte de su vida en el entorno contaminante de las minas de Riotinto.

Por todo ello consideramos que es posible que los GRUPOS 33 y 25 hallados en Pico Reja pertenezcan a los grupos de mineros de Nerva asesinados en agosto de 1936. En el caso del GRUPO 33 creemos que además de posible, es probable que éste grupo esté formado de manera mayoritaria por personas que estuvieron expuestas a altos niveles de contaminación por Cobre, Manganeseo, Aluminio y Arsénico. Dado que éstos elementos químicos están presentes en las minas de Riotinto creemos posible y probable que éste GRUPO 33 esté formado mayoritariamente por los mineros de Nerva asesinados en 1936.

En el caso del GRUPO 25 es posible que esté formado también por mineros de Nerva aunque los resultados no avalan del mismo modo que lo resuelto para el GRUPO 33: a diferencia de lo que ocurre con el Grupo 33, el Grupo 25 solo tiene 3 metales (As, Cu y Mn) en niveles marcadamente más altos que el grupo control y el marcado por el estudio de Murcia. Quizás en el GRUPO 25 haya menor proporción de individuos mineros que en el GRUPO 33, o quizás la mayoría de éstos individuos no pasaron la mayor parte de su vida trabajando o en las minas o viviendo en la zona.

Dado el bajo número de muestras procesadas no es posible afirmar sin género de duda que los GRUPOS 33 y 25 son los mineros de Nerva, aunque la información obtenida en éste estudio puede y debe complementarse con la obtenida de la investigación arqueológica y antropológica. La valoración conjunta de todos los resultados puede permitir obtener mayor fiabilidad a cerca del objetivo principal del estudio.

La identificación genética de algún individuo podría ser el elemento clave para confirmar que estamos en lo cierto y que los Grupos 33 y 25 son realmente los mineros que acudieron a defender Sevilla de la masacre que el General Queipo de Llano estaba cometiendo en julio de 1936.

## 5. CONCLUSIONES.

Es posible y probable que los individuos del grupo 33 hallados en la fosa de Pico Reja formen parte mayoritariamente del grupo de mineros de Nerva (Riotinto) asesinados en julio-agosto de 1936.

Es posible que los individuos del grupo 25 hallados en la fosa de Pico Reja formen parte mayoritariamente del grupo de mineros de Nerva (Riotinto) asesinados en julio-agosto de 1936.

Este tipo de estudios en una fosa común de la magnitud de la Fosa de Pico Reja son de enorme ayuda para el objetivo de identificar a las víctimas de ésta tragedia. Contribuir a la identificación de un grupo de víctimas es un paso necesario para la identificación individual.

**Agradecimientos:** A Isabel Legaz por su amabilidad en la cesión de los datos indispensables para este estudio a efectos de compararlos con su estudio en Murcia.

**Conflicto de intereses:** Ninguno.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

1. DIAZ ARRIAZA J. Ni localizados ni olvidados: Las Fosas del Cementerio de San Fernando de Sevilla, 1936-1958 (El pasado oculto). Aconcagua Libros. Sevilla 2016.
2. PEREZ MESTRE A. (2020) Evolución de las concentraciones de contaminantes en el Río Tinto a partir de la red oficial de control de calidad del agua. Trabajo fin de Master oficial Interuniversitario en Tecnología Ambiental. Universidad Internacional de Andalucía. Universidad de Huelva.
3. OLÍAS, M., CÁNOVAS, C. R., NIETO, J. M., y Sarmiento, A. M. (2006). Evaluation of the dissolved contaminant load transported by the Tinto and Odiel rivers (South West Spain). *Applied Geochemistry*, 21, 1733–1749.
4. OLÍAS, M., Y NIETO, J. M. (2012). El impacto de la minería en los ríos Tinto y Odiel a lo largo de la historia. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 25(3–4), 177–192.
5. OLÍAS, M., CÁNOVAS, C.R., MACÍAS, F., BASALLOTE, M.D., Y NIETO, J.M. (2020). The Evolution of Pollutant Concentrations in a River Severely Affected by Acid Mine Drainage: Río Tinto (SW Spain). *Minerals*, 10, 598.
6. NEHLIG, P., CASSARD, D., Y MARCOUX, E. (1998). Geometry and genesis of feeder zones of massive sulphide deposits: constraints from the Rio Tinto ore deposit (Spain). *Mineralium Deposita*, 33, 137–149.
7. SÁEZ, R., PASCUAL, E., TOSCANO, M., Y ALMODÓVAR, G. R. (1999). The Iberian type of volcano–sedimentary massive sulphide deposits. *Mineralium Deposita*, 34, 549–570.
8. TORNOS, F. (2006). Environment of formation and styles of volcanogenic massive sulfides: The Iberian Pyrite Belt. *Ore Geology Reviews*, 28(3), 259–307.
9. PINEDO-VARA, I. (1963). *Piritas de Huelva. Su historia, minería y aprovechamiento*. Ed. Summa, Madrid.
10. TORNOS, F. (2008). La Geología y Metalogenia de la Faja Piritica Ibérica. *Revista Macla de la Sociedad Española de Mineralogía* 10, 13-23.
11. CÁNOVAS, C. R., OLÍAS, M., NIETO, J. M., SARMIENTO, A. M., Y CERÓN, J. C. (2007). Hydrogeochemical characteristics of the Odiel and Tinto rivers (SW Spain). Factors controlling metal contents. *Science of the Total Environment*, 373, 363–382.
12. FISCHER, A. & WIECHUŁA, D. (2016) Age-Dependent Changes in Pb Concentration in Human Teeth. *Biol. Trace Elem. Res.* 173, 47–54.
13. FERNÁNDEZ-ESCUADERO, A. C., LEGAZ, I., PRIETO-BONETE, G., LÓPEZ-NICOLÁS, M., MAURANDI-LÓPEZ, A., & PÉREZ-CÁRCELES, M. D. (2020). Aging and trace elements in human coronal tooth dentine. *Scientific reports*, 10(1), 9964. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66472-1>
14. MALARA P, FISCHER A, MALARA B. (2016) Selected toxic and essential heavy metals in impacted teeth and the surrounding mandibular bones of people exposed to heavy metals in the environment. *J Occup Med Toxicol.* Dec 12;11:56. doi: 10.1186/s12995-016-0146-1. PMID: 27999610; PMCID: PMC5154102.
15. REITZNEROVÁ, E., AMARASIRIWARDENA, D., KOP ÁKOVÁ, M. & BARNES, R. M. Determination of some trace elements in human tooth enamel. *Fresenius. J. Anal. Chem.* 367, 748–754 (2000).