

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE FÍSICA



***ESTUDIO DE HUELLAS DE USO Y MANUFACTURA EN  
HERRAMIENTAS LÍTICAS ENCONTRADAS EN  
YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS VENEZOLANOS  
MEDIANTE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE  
BARRIDO (MEB)***

Trabajo Especial de Grado presentado por  
Carlos Von Büren ante la ilustre Universidad  
Central de Venezuela como requisito parcial para  
optar al título de **Licenciado en Física**.

Tutor: Dr. Humberto Rojas.

Abril-2018

Caracas, Venezuela



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE FÍSICA



***ESTUDIO DE HUELLAS DE USO Y MANUFACTURA EN  
HERRAMIENTAS LÍTICAS ENCONTRADAS EN YACIMIENTOS  
ARQUEOLÓGICOS VENEZOLANOS MEDIANTE MICROSCOPIA  
ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)***

Trabajo Especial de Grado  
presentado por Carlos Von Büren  
ante la ilustre Universidad Central  
de Venezuela como requisito parcial  
para optar al título de **Licenciado**

Abril-2018

Caracas, Venezuela





UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE  
FÍSICA



### VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del Jurado designado por el Consejo de la Escuela de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el Trabajo Especial de Grado presentado por **Carlos Von Büren**, Cédula de Identidad **V-23531128**, bajo el título "**Estudio de huellas de uso y manufactura en herramientas líticas encontradas en yacimientos arqueológicos venezolanos mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)**", a los fines de cumplir con el requisito legal para optar al grado de **Licenciado en Física**, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del Jurado, éste fijó el día 16 de mayo de 2018, a las 3:00 pm, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que éste hizo en la Sala III PB de la Escuela de Computación, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado; todo ello conforme a los artículos 20, 21, 22, 25, 26 y 28 de la Normativa de Trabajo Especial de Grado de la Licenciatura en Física de la Facultad de Ciencias de la UCV vigente.
2. Finalizada la defensa pública del trabajo, el jurado decidió declararlo aprobado por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido en la Normativa de Trabajo Especial de Grado de la Licenciatura en Física de la Facultad de Ciencias de la UCV vigente en sus artículos 1, 5 y 6.

Se levanta la presente acta a los 16 días del mes de mayo de 2018, dejándose también constancia de que, conforme a la normativa jurídica vigente, actuó como coordinador del jurado el tutor del Trabajo Especial de Grado Prof Humberto Luis Rojas Mujica.

Firma del jurado evaluador

Prof. Angélica Yuliana Jara  
Olivares  
UCV

Prof. Carlos Eduardo Rojas  
Gutiérrez  
UCV

Prof. Humberto Luis Rojas  
Mujica  
UCV



Caracas, Abril de 2018

Consejo de la Escuela de Física  
Facultad de Ciencias  
Universidad Central de Venezuela

Estimados miembros del Consejo de Escuela

Reciban un cordial saludo. Conforme a lo establecido en el artículo 13 de la “Normativa de Trabajo Especial de Grado de la Licenciatura en Física de la Facultad de Ciencias de la UCV” les remitimos tres ejemplares de la monografía de TEG del estudiante **Carlos Von Büren**, CI: **23531128**, titulado **Estudio de huellas de uso y manufactura en herramientas líticas encontradas en yacimientos arqueológicos venezolanos mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)**, los cuales he revisado y considero listo para la evaluación por parte de un jurado.

Agradeciendo la consideración que sirvan prestar a la presente, nos despedimos atentamente,

Prof. Humberto Rojas.  
CI: 6.821.576  
Tutor

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer ante todo a las personas que sin su apoyo sería casi imposible llegar aquí. Mi madre, mi familia y mis amigos, quienes son como mi segunda familia. Con mención especial a Ronald Tovar, Christian Betancourt y Mariana Medina, cuya ayuda para terminar este trabajo fue muy valiosa, casi tanto como nuestra amistad.

Luego quisiera agradecer, entre muchos otros personajes inspiradores, primero al Prof. Henry Jones Jr., por despertar en mí desde muy joven el interés y la pasión por la arqueología, y a quien le debo la motivación principal de querer aportar mi granito de arena a esta rama de la antropología.

Y segundo, quiero agradecer al Dr. Reed Richards, quien fue una figura inspiradora desde muy joven edad para dedicar mi vida a la Ciencia y siempre mantener la curiosidad y buscar lo fantástico.

Por último quiero agregar que si he llegado y llegaré a ver tan lejos, es gracias a que estoy parado sobre hombros de gigantes.

# Resumen

En el presente trabajo se propone una metodología para el uso de un microscopio electrónico de barrido (MEB) para determinar huellas de uso y manufactura en piezas pertenecientes a un mismo tipo de herramienta lítica, encontradas en yacimientos arqueológicos variados y distribuidos en diferentes locaciones del territorio venezolano. Específicamente hachas, pertenecientes al período Neo-Indio (1.000 A.C. hasta el 1.500 D.C.).

La metodología propuesta para realizar este estudio consta de una etapa inicial de limpieza para la eliminación de residuos macroscópicos y/o contaminantes, un análisis de microresiduos alojados en las piezas y tipo de roca mediante el EDX incorporado en el MEB, una etapa de estudio de *Huellas de Manufactura* en zonas no activas (caras) de los artefactos y una búsqueda sistemática de *Huellas de Uso* mediante el registro sistemático de imágenes de electrones secundarios en las zonas activas (filos) de las hachas.

Los artefactos estudiados fueron suministrados por el Prof. Carlos Alberto Martín, de la Escuela de Antropología de la UCV y habían sido estudiados previamente macroscópicamente mediante técnicas ópticas. En el presente trabajo se propuso un estudio traceológico a nivel microscópico de las mismas para determinar sus características de uso. Este trabajo es pionero en esta rama de investigación y serviría como base a futuros trabajos de esta naturaleza en el país.

Se logró observar satisfactoriamente las marcas y rastros de uso y manufactura que se buscaban en la superficie de los artefactos, y en las zonas esperadas en la mayoría de los casos. El análisis de rayos X característicos, también tuvo resultados satisfactorios ya que los elementos encontrados son acordes a los esperados según la composición de la roca, y a los que uno esperaría encontrar como residuos en las piezas de haber sido utilizadas, o por una contaminación menor con el ambiente.

Palabras clave: Microscopio Electrónico de Barrido, traceología, microhachas, huellas de uso, huellas de manufactura.



# INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	9
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. ARQUEOLOGÍA .....	13
2.2. HACHAS.....	14
2.3. PERÍODO NEO-INDIO .....	14
2.4. TRACEOLOGÍA.....	15
2.5. HUELLAS DE USO Y HUELLAS DE MANUFACTURA .....	16
2.5.1. HUELLAS DE USO .....	16
2.5.2. HUELLAS DE MANUFACTURA .....	19
2.6. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO.....	20
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	27
3.1 RECOLECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MUESTRAS .....	27
3.2 TRATAMIENTO PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS.....	31
3.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO TRACEOLÓGICO DE LAS PIEZAS .....	32
PARTE I: ANÁLISIS DE TIPO DE ROCA Y MICRORESIDUOS ALOJADOS EN LAS PIEZAS MEDIANTE EL EDX INCORPORADO EN EL MEB .....	33
PARTE II: DETERMINACIÓN DE LAS HUELLAS DE MANUFACTURA EN LAS PIEZAS.....	34
PARTE III: BÚSQUEDA SISTEMÁTICA DE HUELLAS DE USO. COMPARACIÓN Y SEPARACIÓN ENTRE LAS HUELLAS DE USO Y LAS HUELLAS DE MANUFACTURA. REGISTRO Y GUARDADO DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS PARA ESTUDIOS POSTERIORES. ....	34
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	36
4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA PIEZA....	37
4.1.1. Grupo $\alpha$ Pieza A.....	37
4.1.2. Grupo $\alpha$ Pieza B.....	58
4.1.3. Grupo $\beta$ Pieza A.....	80
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES .....	108
BIBLIOGRAFÍA.....	110

---

---

# CAPÍTULO 1

---

## INTRODUCCIÓN

*“Tres cosas hay que no dejan huella: El pájaro en el aire, el pez en el agua y la mujer... No, me equivoco, el hombre en...”*

*- La Reina Margot, Alejandro Dumas.*

Desde que el hombre desarrollase un pensamiento lógico y creativo ha encontrado las maneras de dejar su huella en el mundo a lo largo de la historia, ya sea en pinturas, herramientas, etc.

La arqueología es la ciencia que se ha encargado de registrar, estudiar, archivar y seguir buscando dichas huellas o rastros. La traceología, específicamente, es la rama de la arqueología que se especializa en el estudio metódico y sistemático, tanto macro como microscópico, de las huellas o marcas dejadas en los artefactos manufacturados por el hombre. Pero ésta, como todas las ramas de la ciencia, es interdisciplinaria, y necesita de un equipo de científicos que dominen o manejen distintas áreas del conocimiento. Es aquí donde las técnicas experimentales para el análisis de materiales comúnmente empleadas en el área de física contribuyen en el campo de la antropología.

Mediante técnicas basadas en fundamentos y fenómenos físicos se puede ayudar a los arqueólogos a encontrar esas huellas, que debido a las limitaciones de algunos métodos podrían escaparse o no aportarlos suficientes datos como para llegar a alguna conclusión determinante en cuanto a la naturaleza, historia e información del artefacto que las contiene, y juntos avanzar en el estudio de la traceología, por ejemplo.

---

En el campo académico tenemos que las investigaciones y estudios realizados con técnicas de microscopía electrónica de barrido son constantemente material para trabajos de grado de licenciatura, maestría y doctorado, y se dan numerosos cursos de grado y posgrado sobre el tema. <sup>[1]</sup>

En este caso particular se pretende utilizar un microscopio electrónico de barrido para determinar y caracterizar, huellas de uso en varias piezas pertenecientes al mismo tipo de herramienta lítica encontradas en yacimientos arqueológicos variados y distribuidos en diferentes locaciones del territorio venezolano.

Con este trabajo experimental se buscó obtener información que permitiese evaluar el uso de herramientas líticas proporcionadas por la Escuela de Antropología de la UCV y si éstas fueron utilizadas y de qué manera. Estos artefactos ya se les realizaron estudios macroscópicos, pero nunca se les había hecho un estudio microscópico. De hecho, no se encontraron trabajos de esta naturaleza realizados en el país, por lo que ésta podría ser una investigación inédita en el área a nivel nacional y un trabajo pionero y que serviría como base para futuras investigaciones de esta índole.

A nivel internacional los trabajos en traceología microscópica son numerosos<sup>[2][3][4][5][6][7][8]</sup> y aunque también existen trabajos especializados en el estudio de artefactos líticos, ninguno se encuentra enfocado en el estudio de hachas provenientes de yacimientos arqueológicos venezolanos.

La metodología propuesta para realizar este estudio se puede resumir en los siguientes puntos:

**PARTE I:** Análisis de **microresiduos** alojados en las piezas y tipo de roca mediante el **EDX** incorporado en el Microscopio Electrónico de Barrido.

---

Para esto previamente se limpiaron las piezas con agua destilada en una cubeta ultrasónica<sup>[4][2]</sup> para desechar cualquier residuo o contaminante que se haya alojado recientemente y pueda dificultar la observación y análisis, seguidamente se limpiaron con un algodón impregnado en alcohol metílico.<sup>[5]</sup> Una vez limpias las piezas, se manejaron de ahora en adelante usando únicamente guantes de goma sin talco y se resguardaron en bolsas plásticas de cierre hermético.

**PARTE II:** Determinación de las **Huellas de Manufactura** en las piezas.

Esto se logró observando las zonas no activas (caras), definidas en el marco teórico.

**PARTE III:** Búsqueda sistemática de **Huellas de Uso**. Comparación y separación entre las **Huellas de Uso** y las **Huellas de Manufactura**. Registro y guardado de las imágenes obtenidas para estudios posteriores.

Para este paso finalmente se observó sistemáticamente y con detenimiento las zonas activas de las piezas (filo), definidas en el marco teórico, en busca de marcas conocidas como huellas de uso u otro rastro diferente a las huellas de manufactura ya registradas, guardándose y archivándose todas las imágenes pertinentes.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente manera. En el Capítulo 2 se hace una descripción de los conceptos teóricos necesarios para comprender el trasfondo y los términos utilizados en el trabajo. En el Capítulo 3 se indican los pasos seguidos en la metodología experimental. En el Capítulo 4 se exponen y discuten los resultados obtenidos para las muestras analizadas. Finalmente se presentan las conclusiones generales y recomendaciones para futuros estudios en esta área.

---

---

---

# CAPÍTULO 2

---

## MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se exponen los distintos conceptos que constituyen la base para la comprensión del estudio propuesto.

### 2.1. ARQUEOLOGÍA

Ciencia que se encarga del estudio, colección y clasificación de restos materiales preservados en el tiempo y dejados en un espacio específico pertenecientes a sociedades o culturas ya extintas o desaparecidas y en algunos casos que todavía se mantienen en la actualidad.<sup>[9]</sup>

Esta ciencia se divide en variadas ramas dependiendo de la naturaleza de los objetos encontrados, de los lugares de interés conocidos como yacimientos arqueológicos, o del estudio en el que se especialicen, como son la Arqueología subacuática, Egiptología, Arqueometría, Bioarqueología, Tecnología Lítica, Litometría, entre otros.

Para poder lograr el estudio de los cambios sociales y culturales de cierta población en específico, es necesario hallar restos físicos o materiales en contextos espaciales y temporales definidos y que estos se encuentren debidamente preservados por diferentes causas o motivos.

El trabajo de los arqueólogos no termina solo con encontrar la pieza. Deben datarla, clasificarla, registrarla y sistemáticamente guardarla en una colección de manera que la pieza se conserve y sea fácil de localizar para futuras referencias o estudios.

La arqueología puede valerse de los métodos experimentales de otras áreas de la ciencia como la física para realizar estudios más detallados y específicos sobre objetos o muestras particulares.

---

## 2.2. HACHAS

“En arqueología se considera artefacto a todo objeto creado por el hombre.”<sup>[10]</sup> Las hachas que manejaremos en este trabajo son herramientas líticas, fabricadas por el hombre a partir de rocas y minerales como material base.

Un hacha es un artefacto lítico cuyo filo es biconvexo y su uso era frecuentemente de manera perpendicular al elemento que se deseaba cortar, por ejemplo, se utilizaba para cortar madera.

Otro concepto es que “son artefactos de corte por percusión directa, cuyo golpe se descarga en forma perpendicular al plano de percusión, y presentan los siguientes atributos morfológicos constantes: hoja enmangada, bisel simétrico convexo, filo recto en vista frontal y paralelo o ligeramente oblicuo al eje del mango en vista dorsal.”<sup>[10]</sup> Algunas hachas, debido a su forma, podrían haber sido utilizadas como cuñas, dada la practicidad de no tener que volver a fabricar una cuña especial. Sin embargo, éstas se pueden identificar y diferenciar del resto de hachas gracias a que presentan una morfología muy homogénea y todas presentan en el área del talón claramente huellas de percusión.

Debido a las dimensiones de los artefactos utilizados en el presente estudio, estos llevan la denominación de microhachas. Las denominadas microhachas son útiles que morfológicamente cumplen con todas las características que las definen como hachas, pero con la particularidad de que sus dimensiones son más pequeñas o reducidas que las medidas estándar.

## 2.3. PERÍODO NEO-INDIO

La Periodización en Venezuela se encuentra clasificada en las siguientes etapas: Período Paleo-Indio, Período Meso-Indio, Período Neo-Indio y el Período Indo-Hispano.

La tecnología en el período Meso-Indio constaba principalmente de herramientas líticas talladas pero el hombre comenzaría a desarrollar la fabricación de cerámicas o alfarería, tecnología que caracterizaría al período siguiente, el Neo-Indio.

---

---

Se denomina período Neo-Indio al equivalente en el continente americano del período Neolítico europeo (aproximadamente desde el 7.000 A.C. hasta el 5.000 A.C.). El período Neo-Indio comprende aproximadamente desde el 1.000 A.C. hasta el 1.500 D.C. y finaliza con el inicio del período Indo-Hispano. Este período se vio representado por un desarrollo importante de la tecnología cerámica.<sup>[11]</sup>

El hombre durante este período presenta un desarrollo de la arquitectura continua y avanzada, construyendo almacenes para los productos agrícolas, represas, entre otras cosas. Además de esto, los neo-indios construyeron montículos de piedras y tierra, objetos ceremoniales y utensilios de piedra pulida. Se estima que para esta época el hombre ha desarrollado un sistema de compra y venta de los alimentos, basado en el trueque o en lo que serían las primeras unidades monetarias.

## 2.4. TRACEOLOGÍA

Se podría definir la traceología como una rama o una disciplina de la Arqueología que se dedica al estudio metódico y sistemático, macro y microscópico, de las huellas o marcas dejadas en herramientas o instrumentos utilizados en épocas pasadas.

Esta disciplina fue desarrollada por el soviético S. A. Semenov en el año 1957 al estudiar a simple vista, y en algunos casos con la ayuda de una lupa binocular, unas piezas líticas. Aunque no sería hasta el año 1964 que su trabajo sería conocido a nivel mundial, al ser traducido del ruso al inglés. Sin embargo, la existencia de unas posibles huellas de uso en los filos de instrumentos ya había sido señalada por Nilsson (1787 – 1883).<sup>[12]</sup>

El tipo de información que se puede obtener de un estudio traceológico sería: ¿Para qué se usó el objeto? (cortar, raspar, perforar, etc.), ¿En qué zonas se utilizó? o las zonas activas del instrumento, ¿Sobre qué material se trabajó? (madera, hueso, piel, etc.) y, aunque con un margen de error un poco alto, el tiempo estimado de uso del instrumento.

Otra forma de estudio traceológico que se puede realizar es del tipo experimental que consiste en recrear la manufactura y uso posible de los instrumentos, sin embargo, “la experimentación en tecnología tiene unos límites claros. El más importante es que pueden

---

existir varios medios para llegar a un mismo fin. Aunque se demuestre experimentalmente que una acción se puede llevar a cabo de una manera, ello no quiere decir que no pueda realizarse de otro modo. Por ello es fundamental la traceología porque el análisis de las huellas de uso sirve para cernir las condiciones de trabajo.”<sup>[3]</sup>

## 2.5. HUELLAS DE USO Y HUELLAS DE MANUFACTURA

Para poder analizar las marcas halladas en la superficie de un instrumento, es necesario saber la diferencia entre las Huellas de Uso y las Huellas de Manufactura.

### 2.5.1. HUELLAS DE USO

Como su nombre lo indica, se refiere a las huellas o marcas halladas en la superficie de la denominada zona activa del instrumento lítico, producto del uso, es decir, el contacto constante con una superficie o material. Estas huellas indican si el material fue utilizado o no y en algunos casos pueden señalar sobre qué material. Algunas de las marcas características de este tipo son: <sup>[4][12][13]</sup>

- ❖ Las estrías. Son las marcas de uso más comunes de encontrar. Son surcos o rasguños que quedan en la superficie debido al contacto con otra superficie con mayor dureza. Podemos observar un ejemplo de esta marca en la Fig. 2-1.



Figura 2-1. Ejemplo de marca de estría. Imagen recuperada de <sup>[15]</sup>

---



- ❖ El embotamiento del filo. La zona activa de la pieza se vuelve roma o mellada, debido a un proceso erosivo. Podemos observar un ejemplo de esta marca en la Fig. 2-2.

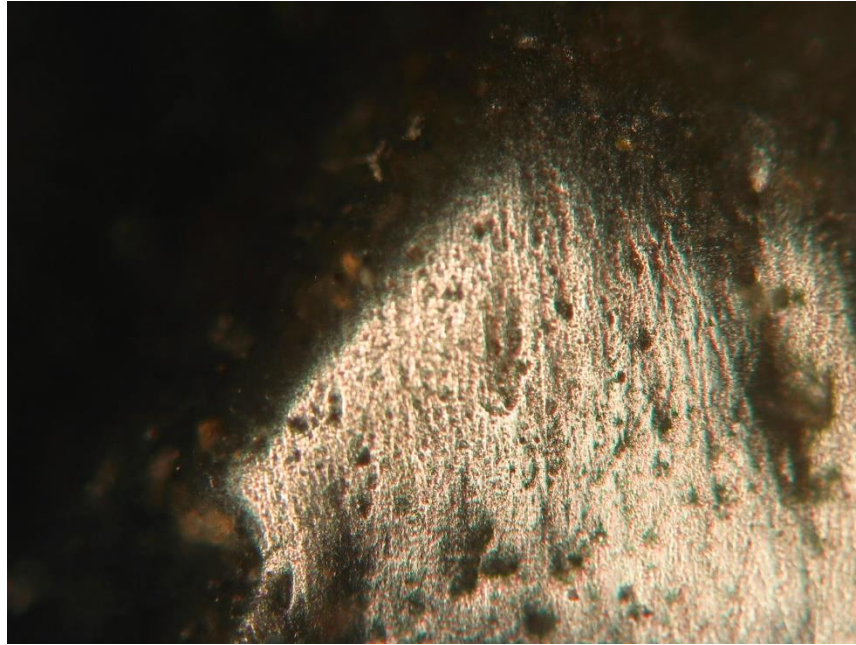


Figura 2-2. Ejemplo de embotamiento. Imagen recuperada de [\[15\]](#)

- ❖ Los microlasqueos. Son pequeñas lascas que se desprenden de la zona activa o pequeños levantamientos concoidales. Estas marcas poseen poca fiabilidad en los resultados, pues el número de lasqueos no tiene por qué ser proporcional al uso y tiene variabilidades en la aparición, sin embargo no deben descartarse como marcas diagnósticas. Podemos observar un ejemplo de esta marca en la Fig. 2-3.



Figura 2-3. Ejemplo de lasqueo y microlasqueo. Imagen recuperada de [\[15\]](#)

- ❖ El micropulido. El origen de este tipo de huellas, así como su caracterización, ha sido discutido por un importante número de autores [\[16\]\[17\]\[18\]](#), ya que ha habido diversas interpretaciones de los resultados sobre las propiedades de las mismas. Sin embargo, se puede decir que es el rastro del que se obtiene más información sobre el uso de la pieza, pues nos puede indicar: la dirección de uso, la acción o de qué manera fue utilizado, sobre qué tipo de material ha sido utilizado y en algunos casos un estimado del tiempo de uso, pero siendo éste un dato muy impreciso. Podemos observar un ejemplo de esta marca en la Fig. 2-4.

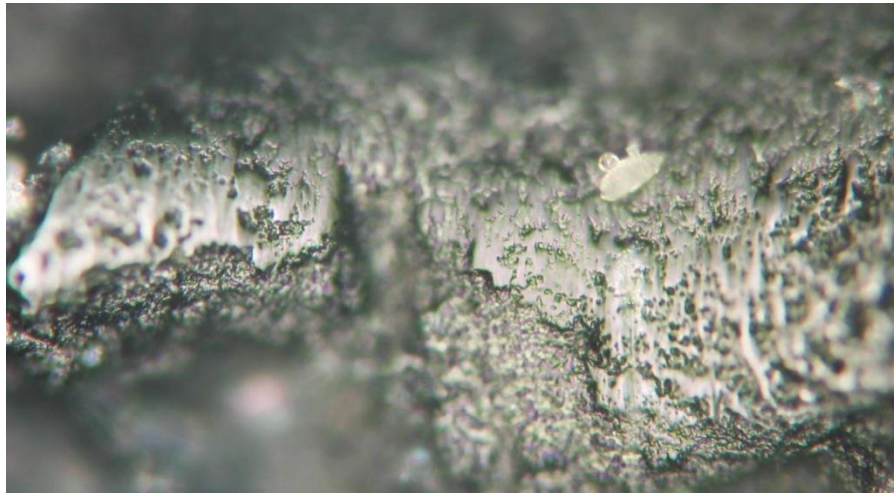


Figura 2-4. Ejemplo de pulimentado. Imagen recuperada de [\[15\]](#)

- ❖ Los microresiduos. Consta de los pequeños residuos materiales, como vegetal o animal, dejados en el artefacto. Nos proporciona información acerca de los materiales sobre los que fue utilizado el instrumento y en algunos casos sobre el posible empaque. Se necesita un gran poder de aumento para poder observarlos y analizarlos.

Para este caso específico, la zona activa o de uso de las hachas corresponde a la parte identificada como el filo [\[10\]](#), y en algunos casos particulares se pueden observar en el talón.

---

### 2.5.2. HUELLAS DE MANUFACTURA

Estas huellas corresponden a las marcas encontradas en casi toda la superficie del artefacto y son producto del proceso de creación del mismo. Al trabajar la materia prima de la cual se obtiene finalmente el instrumento, queda en esta un rastro característico de dicho proceso. Generalmente los rastros de manufactura más comunes son [\[19\]\[20\]\[21\]\[22\]](#):

- *El Alisado*, cuando la superficie tiene un acabado fino pero no refleja la luz, es decir, es mate.
- *El Pulido*, cuando la superficie refleja la luz que le incide.
- *El Bruñido*, cuando la superficie refleja la luz incidente y las imágenes tanto como un espejo.

Las técnicas de manufactura de los artefactos líticos son (Figura 2-5):

- ❖ Percusión directa: En este proceso intervienen dos objetos, la materia prima de la cual se extraerá o se fabricará el futuro artefacto (Figura 2-5(1)) denominada *Núcleo*, y un objeto de menor tamaño denominado *Percutor*. Con el percutor se golpea el núcleo directamente y se extraen unas piezas denominadas “lascas” del mismo. (Figura 2-5.(2))
  - ❖ Percusión indirecta: Intervienen los mismos objetos que en la percusión directa, y se realiza el procedimiento de la misma forma, con la diferencia de que en este caso interviene un tercer elemento denominado *Cinzel*. En esta técnica se golpea el cinzel con el percutor, el cual transmite la energía al núcleo y desprende de esta manera la lasca (Figura 2-5(3)). Esta técnica cuenta con la ventaja de tener un mayor control sobre la pieza a tallar. Estas técnicas se utilizaron durante los períodos Paleolítico, Mesolítico y Neolítico.
  - ❖ Presión: Esta es una técnica mucho más precisa y delicada mediante la cual se extraen microlascas del núcleo o la pieza ya acabada con un cinzel o un percutor más preciso. Sirve para dar un acabado un poco más fino al artefacto o afilar detalles. (Figura 2-5(4))
  - ❖ Desgaste: Es una tecnología más avanzada aún, utilizada durante el período Mesolítico y Neolítico. Consiste en desgastar la superficie del artefacto o en algunos casos del núcleo base para obtener un acabado mucho más fino, eficaz, detallado y
-

estético. Consta de dos métodos: El *Alisado*, durante el cual se frota o desgasta la superficie del artefacto con un objeto de igual o mayor dureza; y El *Pulido*, durante el cual se frota o se pule el artefacto con un material que es más blando hasta alcanzar un acabado fino y brillante.



Figura 2-5. Diagrama ilustrativo del proceso de manufactura de un hacha lítica. Imagen modificada de [\[23\]](#)

## 2.6. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

El microscopio electrónico de barrido (conocido por sus siglas en español MEB o en inglés como SEM, por *Scanning Electron Microscopy*) es una de las técnicas de la microscopía, que a diferencia de la microscopía óptica convencional, emplea un haz de electrones para formar la imagen. Además, la imagen en la microscopía óptica se construye de forma paralela, es decir, los haces de luz inciden sobre todo el objeto de manera simultánea y se registra de la misma manera, sin embargo, en el MEB la imagen se construye punto a punto al barrer el haz de electrones sobre la muestra a ser analizada. Debido a estas

interacciones electrón-materia con la muestra, es capaz de producir imágenes de muy alta resolución de la superficie de la misma.

Esta técnica también permite enfocar a la vez objetos que se encuentran a distintas alturas debido a su gran profundidad de campo. Permiten examinar una sección de la muestra en gran detalle gracias a su alta resolución. La mayoría de los MEB requieren que la muestra a ser observada sea conductora. En caso de no serlo, la preparación de la misma consiste en recubrir la muestra con una película delgada de carbono o de algún metal conductor, siendo el más común el oro.

Dadas las características de las muestras a ser analizadas en este trabajo, no es posible recubrirlas con alguna película, dado que son piezas arqueológicas y no queremos comprometer la integridad de las mismas.

Una vez que la muestra ya se encuentra preparada se procede a barrer su superficie con electrones acelerados por un muy alto voltaje. Producto de la interacción del haz de electrones con la muestra, esta última emite una amplia variedad de señales<sup>[24][25]</sup> (Figura 2-6) pero las que se utilizan con mayor frecuencia para el estudio de la muestra son:

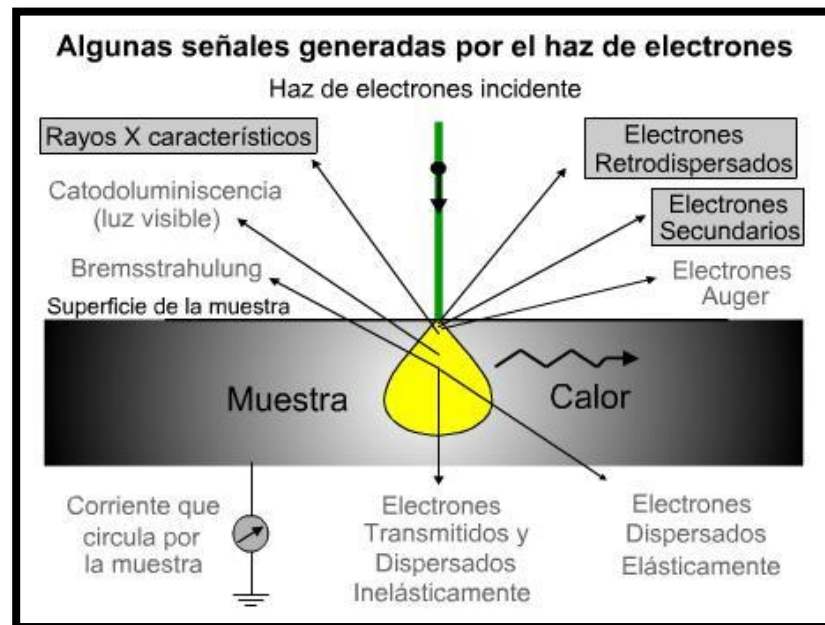


Figura 2-6. Diagrama ilustrativo de algunos tipos de señales que se obtienen al estudiar una muestra en un MEB. Imagen recuperada de<sup>[26]</sup>

- ❖ *Electrones Secundarios*: son electrones de baja energía ( $< 50$  eV) emitidos por los átomos de la muestra como resultado de su interacción con los electrones primarios del haz. Otorgan la mejor resolución en una imagen de la superficie de la muestra debido a que, por su baja energía, sólo logran escapar aquellos que son emitidos por los átomos más superficiales. El contraste en estas imágenes se obtiene principalmente como producto de cambios en la topografía de la muestra y el número de electrones secundarios detectados. Es un efecto combinado de ambos factores. Para un haz de corriente constante, el mayor número de electrones secundarios detectados tiene que ver con la topografía y su orientación hacia el detector. Las zonas brillantes en las imágenes son las zonas de la superficie que están más cerca o que están orientadas hacia los detectores. De manera inversa, las partes oscuras corresponden a los valles o zonas más hundidas de la muestra o que no se encuentran orientadas hacia el detector por lo que no capta tantos electrones secundarios. Estos nos proporcionan una representación “tridimensional” de la superficie.
  - ❖ *Electrones Retrodispersados*: son los electrones primarios del haz que por colisiones elásticas con los átomos de la muestra, son dispersados a ángulos cercanos a los  $180^\circ$  con respecto a su trayectoria original, logrando así salir de la muestra. Existen dos modos principales de imagen que emplean electrones retrodispersados. En el modo de composición o COMPO, el contraste en estas imágenes se debe al número atómico en cada punto de la muestra. Es decir, núcleos con un número atómico ( $Z$ ) alto retrodispersarán un mayor número de electrones y la imagen resultante será más brillante, mientras que el caso contrario se presenta en núcleos con un número atómico bajo. Las imágenes obtenidas con este tipo de electrones nos dan información valiosa sobre la composición de la muestra. Mientras que en el modo topográfico o TOPO, depende de la trayectoria rectilínea de los electrones retrodispersados.
  - ❖ *Rayos-X Característicos*: son originados cuando la interacción del ánodo con los electrones ocurre con la suficiente energía como para hacer que un electrón del átomo “blanco” se desprenda de su capa interna, quedando dicho átomo en
-

un estado altamente energético e inestable. Cuando el electrón proyectil ioniza un átomo “blanco” eliminando un electrón de la capa K, se produce un hueco en esa capa. El átomo busca estabilidad mediante la transición de nivel energético de un electrón de la capa externa a dicho hueco de la capa K. La transición de un electrón orbital desde una capa más energética hasta otra menos energética va acompañada por la emisión de un fotón de rayos X. El fotón X producido tiene una energía igual a la diferencia entre la energía que ese electrón tenía en la órbita más externa y la que le sobra en esta órbita interna. Dado que la energía de ligadura de los electrones es distinta para cada elemento, los Rayos-X característicos producidos en diversos elementos también lo serán. Este tipo de radiación se denomina característica porque es característica del elemento que se use como “blanco”.

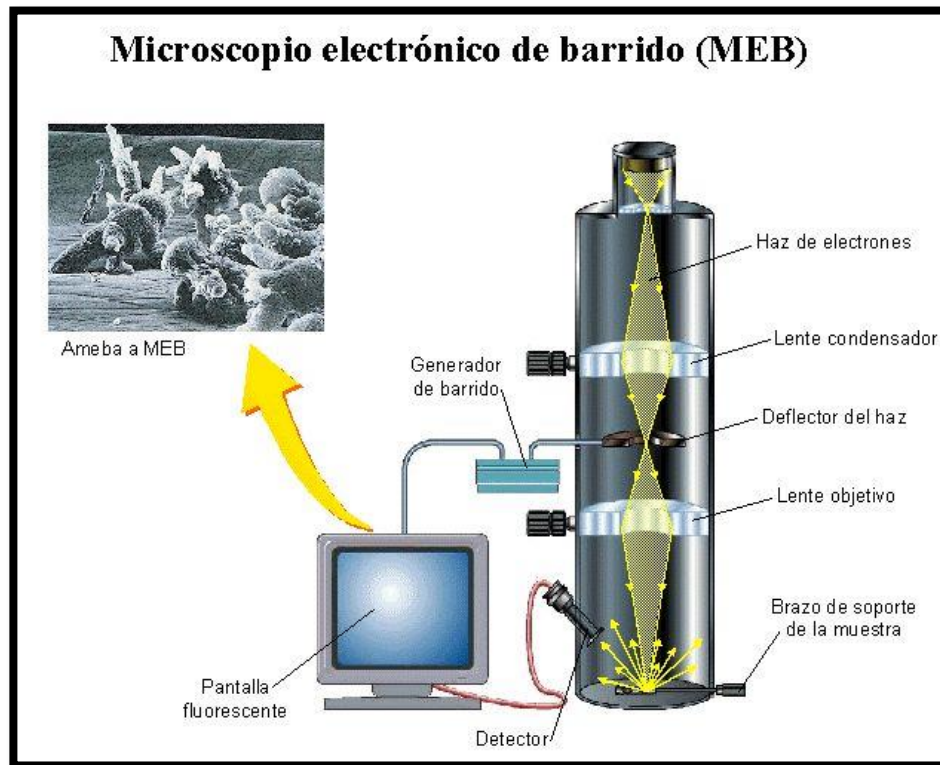


Figura 2-7. Diagrama ilustrativo de la estructura interior de un MEB. Imagen recuperada de [\[27\]](#)

En la figura 2-7 se muestra un diagrama ilustrativo de la estructura de un MEB. El haz de electrones es típicamente producido mediante el calentamiento de un filamento de tungsteno (o  $\text{LaB}_6$ ) o por emisión de efecto de campo. Los electrones producidos son acelerados para luego ser enfocados y dirigido por lentes magnéticas a lo largo del microscopio. Posteriormente, unos detectores colocados en la cámara de la muestra, uno oblicuo a ésta y otro en la parte superior de la cámara, atraen los electrones secundarios y retrodispersados que son emitidos por la muestra respectivamente, para luego ser contados. El detector empleado comúnmente para captar los electrones secundarios es el detector Everhart-Thornley, mientras que para los electrones retrodispersados se usan detectores de estado sólido. Cada punto analizador de la muestra corresponde a un píxel en un monitor o pantalla digital (Figura 2-7). Cuanto mayor sea el número de electrones contados por el dispositivo, mayor será el brillo del píxel en la pantalla. A medida que el haz de electrones barre la muestra, se presenta toda la imagen de la misma en el monitor, produciéndose de esta manera imágenes que son representaciones de la superficie del objeto. Estas imágenes son generalmente representadas en una escala de grises correspondientes a la cantidad de electrones secundarios en cada punto. Existen imágenes a color registradas en bibliografías o en la web, pero este color se le puede atribuir a la misma coloración de la pantalla donde fueron observadas (como en una pantalla de tubo de rayos catódicos) o debido a que son coloreadas digitalmente con programas de computadora.

Para los propósitos de este trabajo de investigación, se utilizará un Microscopio Electrónico de Barrido en modo Ambiental o de Presión Variable, también conocido como ESEM por sus siglas en inglés. El ESEM presenta unas notables ventajas en comparación con el SEM en cuanto a la preparación de la muestra se refiere y a los requisitos que esta debe cumplir. En el SEM se necesita que la cámara donde se encuentra la muestra se encuentre en un alto vacío, con el fin de que los electrones, tanto del haz como los secundarios y retrodispersados, no colisionen con las partículas gaseosas y sean dispersados. También se requiere que la muestra esté completamente seca y que sea conductora, en caso de no serlo, se debe cubrir la misma con una película delgada de algún metal o elemento que

---



---

le otorgue esta propiedad, esto para evitar que las muestras no conductoras se deterioren debido a la carga eléctrica adquirida por su interacción con el haz.

En el ESEM nada de esto es necesario. Se puede trabajar con una muestra que no sea conductora, que esté húmeda o aceitosa y se puede modificar la presión dentro de la cámara de la muestra así como la temperatura. Esto permite poder observar prácticamente cualquier tipo de muestra sin necesidad de una preparación previa y también procesos dinámicos en tiempo real al poder controlar sistemáticamente los factores como presión y temperatura, mencionados anteriormente.

Este microscopio utiliza un detector secundario capaz de captar una señal en condiciones donde no hay un vacío y utiliza el principio de la ionización del gas. Al detector se le aplica un potencial positivo que causa que los electrones secundarios emitidos por la muestra, producto de su interacción con el haz de electrones, sean atraídos por el mismo. Estos electrones al acelerarse hacia el electrodo positivo por el campo originado por el detector van chocando con las moléculas gaseosas presentes en la cámara, ionizándolas, creando así iones positivos y más electrones (Figura 2-8), que correspondería a una amplificación de la señal de los electrones secundarios original. El detector capta estos electrones secundarios y manda la señal directamente a un amplificador de corriente de electrones.

En los casos de las muestras no conductoras, los iones positivos creados por la ionización del gas son atraídos por la superficie de la misma, cargada negativamente por la acumulación de carga debido a la incidencia del haz de electrones, atenuando el efecto de deterioro por la carga de ésta debido al haz.

---

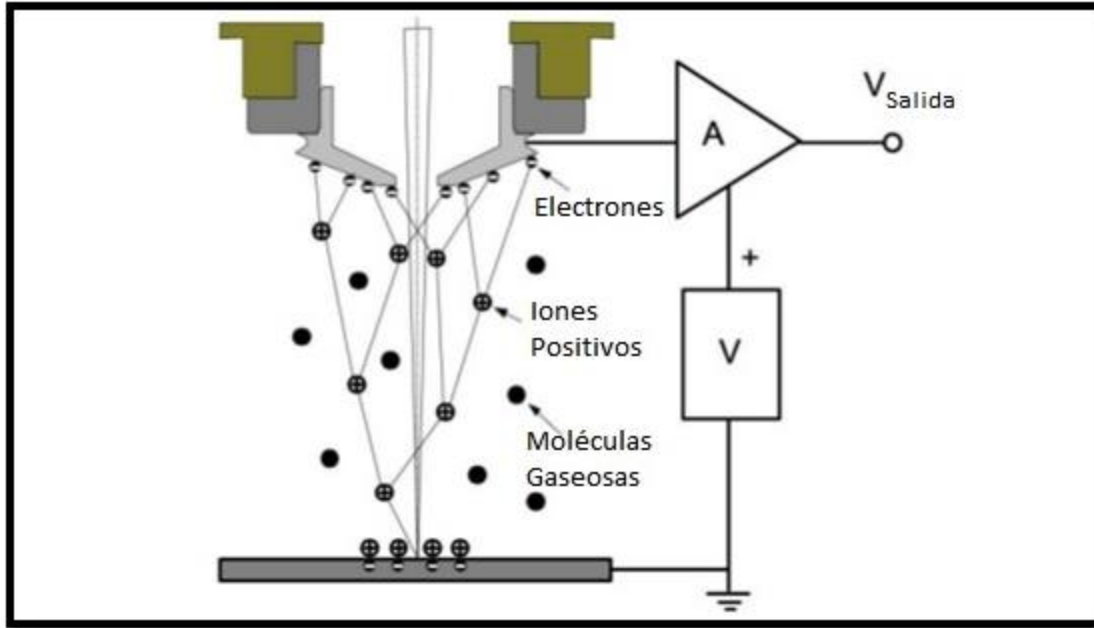


Figura 2-8. Diagrama ilustrativo del principio del funcionamiento de un ESEM. Modificada de [\[28\]](#)

En el presente trabajo fue empleado un MEB de la compañía FEI modelo Quanta 650FEG en modo ESEM.

---

---

# CAPÍTULO 3

---

## METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En este capítulo serán descritos todos los detalles pertinentes sobre el manejo y análisis de las piezas arqueológicas estudiadas. Describiremos el proceso de selección y clasificación de las muestras, y su tratamiento previo al análisis. Igualmente se detallará la metodología elaborada para analizar las piezas en el MEB.

### **3.1 RECOLECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MUESTRAS**

Se analizaron un total de tres (3) artefactos arqueológicos, proporcionados por la Escuela de Antropología de la UCV, específicamente por el Prof. Carlos Alberto Martín. Estos artefactos fueron seleccionados arbitrariamente de un grupo numeroso de piezas almacenadas en los Galpones de Arqueología de la UCV, ofrecidos personalmente por el Prof. Martín, sin ninguna razón especial para escoger una pieza en lugar de otra, ya que el profesor declaró que el interés por realizar un estudio traceológico era el mismo para todas.

Dichos artefactos fueron entregados en dos grupos, el primer grupo de dos (2) piezas y posteriormente un segundo grupo consistente en una (1) sola pieza. Esto se estableció así debido a la cantidad de piezas que el profesor podía suministrar simultáneamente y a su vez sujeto a la finalidad de permitir un desarrollo de la investigación más organizado y con mayor probabilidad de garantizar la seguridad e integridad de las piezas a la hora de transportarlas o almacenarlas temporalmente en un sitio.

Estos tres artefactos provienen de distintos yacimientos arqueológicos venezolanos, comprendidos entre los estados Miranda, Aragua y Trujillo.

---

Estos grupos se denominarán y organizarán de la siguiente manera:

❖ **Grupo  $\alpha$ :** Pieza A (Código 7934) (Figura 3-1)

Pieza B (Código 539) (Figura 3-2)

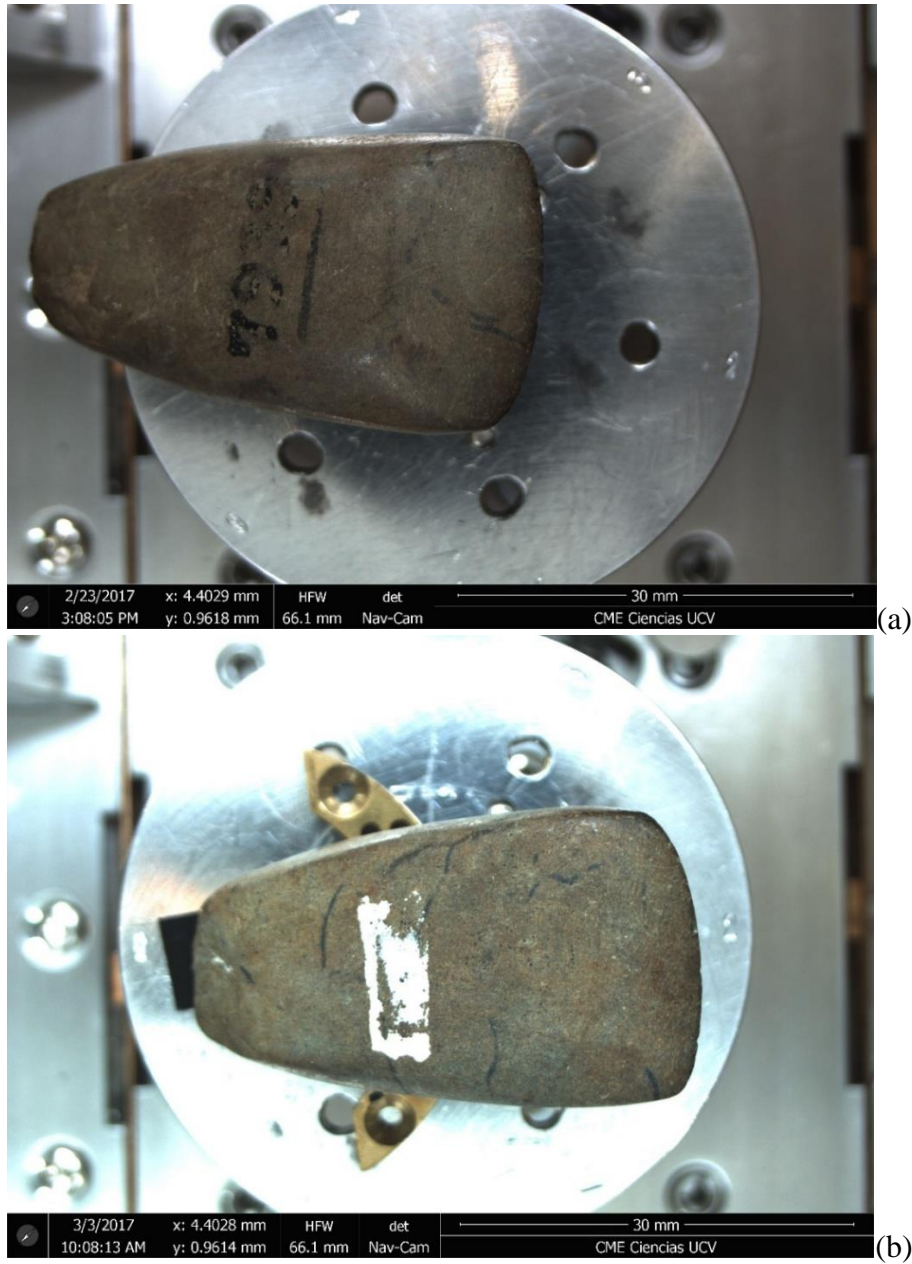


Figura 3-1. Fotografía de la Pieza A del Grupo Alfa (vista frontal (a) y trasera (b)).

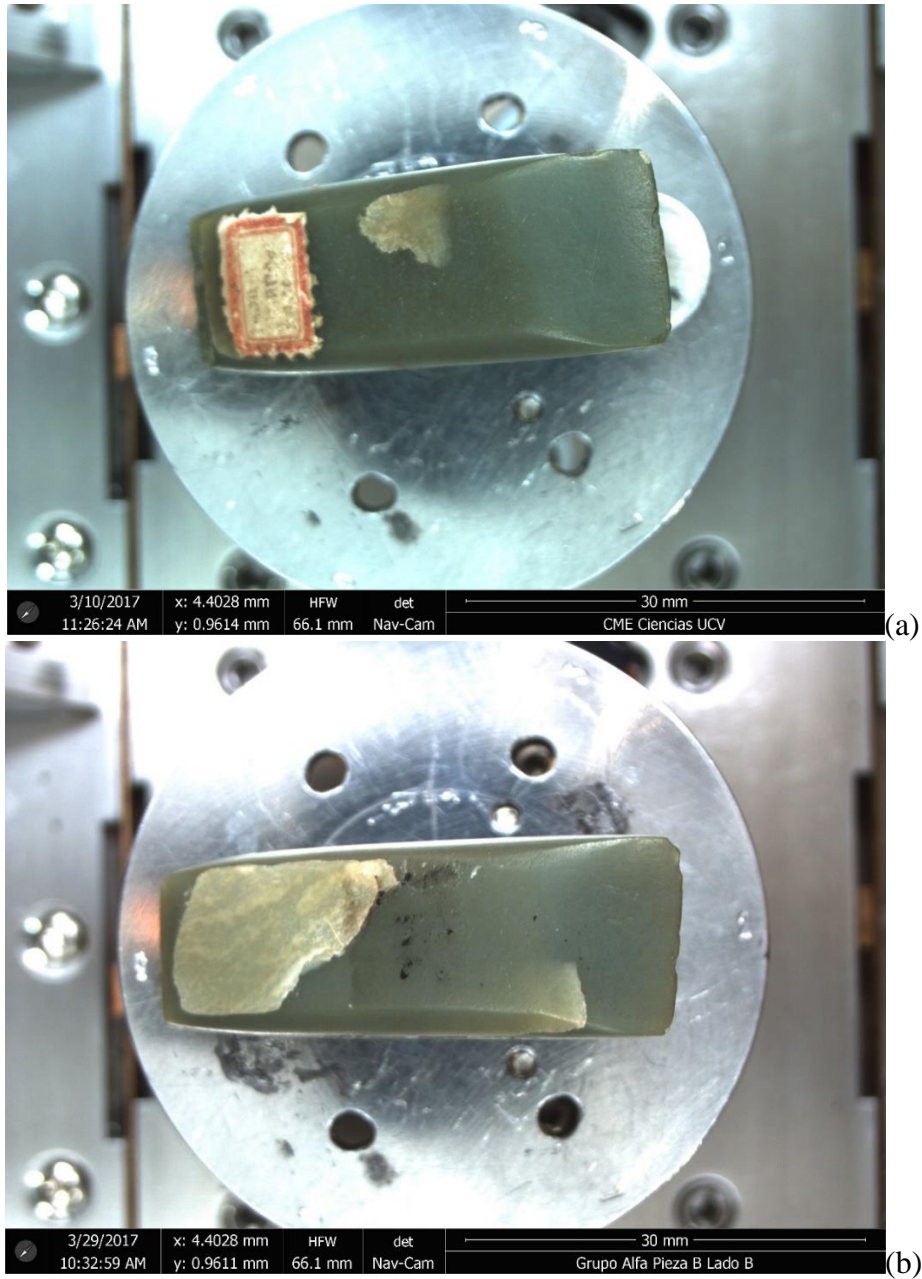


Figura 3-2. Fotografía de la Pieza B del Grupo Alfa (vista frontal (a) y trasera (b)).

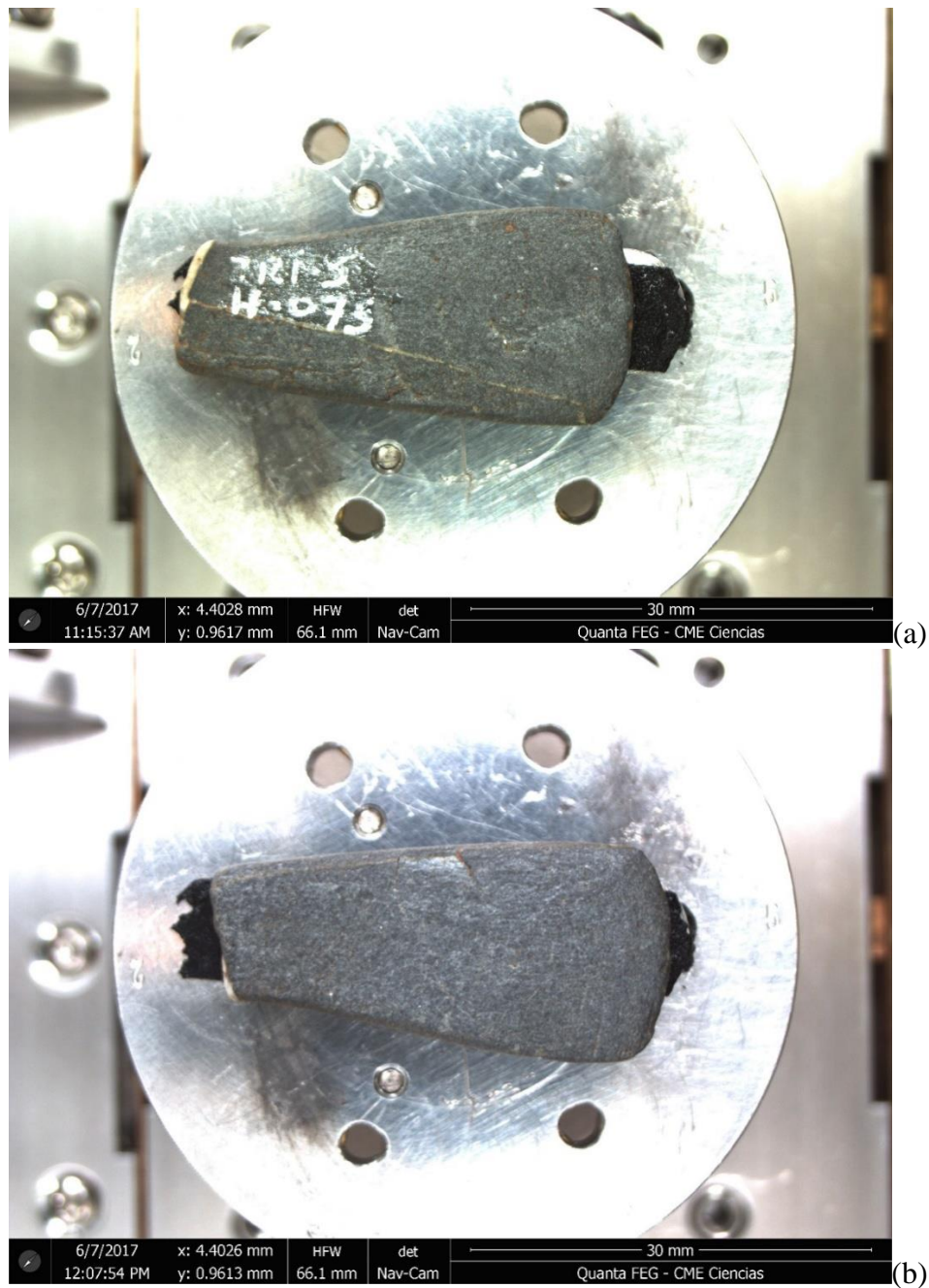
❖ Grupo  $\beta$ : Pieza A (Código Tr1-S) (Figura 3-3)

Figura 3-3. Fotografía de la Pieza A del Grupo Beta (vista frontal (a) y trasera (b)).

## 3.2 TRATAMIENTO PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS

La limpieza de las piezas se realizó según la metodología descrita por Grace en 1989<sup>[2]</sup>. Se sumergió cada artefacto individualmente en una cubeta ultrasónica con agua destilada por un período de 60 minutos para limpiar a profundidad la pieza con un proceso no destructivo<sup>[4]</sup>, ya que de utilizar algún químico o agente abrasivo se puede destruir o comprometer la integridad de la superficie de la muestra y, por ende, los rastros o marcas en la misma. De ahora en adelante los artefactos arqueológicos serán manipulados usando en todo momento guantes de látex sin talco.

Seguidamente se limpiaron las muestras suavemente pasando por toda su superficie un algodón impregnado de alcohol isopropílico de alta pureza<sup>[5]</sup>, gracias a que el mismo ayuda a eliminar grasas y remover material orgánico adherido recientemente con mayor facilidad, de una manera no abrasiva. Se colocaron luego sobre unos vidrios de reloj y se dejaron secar a temperatura ambiente, cuestión que duró aproximadamente de 10 a 15 minutos. Se recomienda no utilizar la estufa para secar las piezas ya que, debido a las altas temperaturas y naturaleza del material, este podría presentar deformaciones que alterarían las marcas de interés a estudiar y, por ende, los resultados del estudio mismo.

El objetivo de esta limpieza a su vez es la de retirar cualquier residuo macroscópico adherido recientemente que se haya depositado en estas marcas y obstruya su correcta observación en el microscopio electrónico.

Para dar por terminado el proceso de limpieza y almacenamiento de las muestras, y para evitar que entraran en contacto con algún agente contaminante desde este momento hasta el momento de su estudio en el MEB, éstas fueron resguardadas en bolsas plásticas de cierre hermético, las cuales fueron previamente limpiadas con agua destilada y secadas.

### 3.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO TRACEOLÓGICO DE LAS PIEZAS

Se observaron las muestras mediante MEB en modo de detección de secundarios y de retrodispersados en modo composicional o COMPO.

Para todos los análisis en el MEB se estableció un patrón a seguir a la hora de observar áreas de la muestra, permitiendo así mantener un orden y delimitar la zona de estudio. Estas áreas mantenían cierta flexibilidad en cuanto a sus límites, pero no mayor a 5 mm. Estas zonas se catalogaron y se escogieron de la siguiente manera: cada lado de la pieza fue denominado como Lado A y Lado B. En cada lado se escogieron la cara, ubicada en el área central de la pieza, y el filo, ubicada en el extremo donde se presume fue utilizada la pieza. En la cara se escogieron dos zonas para determinar el posible patrón de las marcas de manufactura. Igualmente, en el filo se seleccionaron tres zonas para determinar posibles huellas de uso, como se indica en la Figura 3-4.

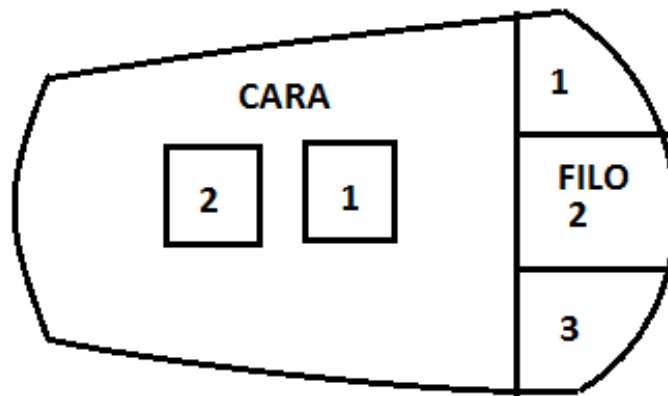


Figura 3-4. Diagrama ilustrativo de la nomenclatura utilizada para la toma de las imágenes.

La metodología aquí descrita fue aplicada a cada pieza del mismo modo.



### **3.3.1. ANÁLISIS DE TIPO DE ROCA Y MICRORESIDUOS ALOJADOS EN LAS PIEZAS MEDIANTE EL EDX INCORPORADO EN EL MEB.**

El examen microscópico presentó algunas dificultades<sup>[6]</sup>, principalmente por dos razones: a) el tamaño de las piezas, lo cual hacía complicado trabajar con holgura ya que las medidas típicas de las muestras observadas mediante MEB no superan generalmente los 2 cm y había muchas limitaciones a la hora de colocar las piezas a ser estudiadas en el porta muestra, y b) la curvatura de la superficie de las microhachas, afectando la nitidez de las micrografías obtenidas, aún aquellas con poco aumento, y limitando la distancia focal óptima y, por ende, las zonas donde podía realizarse un análisis por Rayos-X.

Para optimizar la observación en el filo de las piezas, se tuvo que realizar un arreglo especial para las mismas. Se utilizó una pequeña pieza metálica a manera de cuña para mantener la pieza estudiada levantada en cierto ángulo que permitiese que el filo se encontrara lo más horizontal posible, es decir, paralelo al porta muestra y perpendicular al haz de electrones incidente. La pieza en estudio y la cuña metálica se fijaron al porta muestra mediante trozos de cinta conductora.

Para el estudio, primero se hizo un análisis elemental con el EDX, integrado en el MEB, en la zona 1 y luego en la zona 2 de la cara de la pieza correspondiente al Lado A, siguiendo el patrón descrito con anterioridad (Fig. 3-4). El motivo del análisis en esta zona particular es la de determinar los elementos que conforman a la roca de la que está hecho el artefacto y, al ser ésta una zona no activa, nos permitirá distinguir aquellos elementos asociados a la fabricación de aquellos que se pudiesen encontrar en el filo, debido a su uso.

Estos análisis en las caras de las piezas fueron muy limitados debido a la distancia focal óptima (aproximadamente 10 mm) entre el detector y la superficie del artefacto arqueológico.

Seguidamente se procedió a estudiar la zona activa, o el filo del útil, observando con detenimiento si se hallaba algún cuerpo de interés alojado en la misma superficie. Esto fue considerablemente fácil de observar, ya que dichos restos resaltaban mucho del resto de la superficie. Una vez hallado algún objeto de interés se le realizó un análisis elemental para determinar los elementos de su composición.

---

El tiempo de análisis establecido fue de 100 segundos, el voltaje establecido fue de 20.0 keV y se realizaron análisis puntuales y de áreas, según el objeto a estudiar o punto de interés.

### **3.3.2. DETERMINACIÓN DE LAS HUELLAS DE MANUFACTURA EN LAS PIEZAS.**

Se observó detenidamente la cara del artefacto, haciendo un paneo de la superficie por las zonas establecidas en el patrón descrito anteriormente (Fig. 3-4), y se tomaron las micrografías pertinentes.

El objetivo de esta parte es muy concreto, obtener una imagen general de la superficie del útil, en una zona no activa, y observar las marcas que se encuentran a lo largo y ancho de la misma. Esto nos sirvió de referencia más adelante al compararlas con las imágenes obtenidas en el filo, y nos ayudó a distinguir las marcas de uso con mayor facilidad. Esto debido a que las marcas que se encontraron aquí abarcan toda la superficie del útil al ser las huellas ocasionadas durante su proceso de manufactura, posibles pulimentos y re-afilados posteriores.

### **3.3.3. BÚSQUEDA SISTEMÁTICA DE HUELLAS DE USO. COMPARACIÓN Y SEPARACIÓN ENTRE LAS HUELLAS DE USO Y LAS HUELLAS DE MANUFACTURA. REGISTRO Y GUARDADO DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS PARA ESTUDIOS POSTERIORES.**

Una vez identificadas las huellas de manufacturas, encontradas en las caras, se procedió a realizar una observación detallada y búsqueda sistemática de las marcas de uso en el filo del artefacto, siguiendo el patrón establecido.

En cada área en la que se dividió el filo (Fig. 3-4) se realizó un paneo a bajo aumento (entre 500x y 1000x aproximadamente), pero observando con detenimiento, hasta encontrar alguna marca o irregularidad en la superficie que llamara la atención. Debido a la poca experiencia en el área y a la falta de información específica sobre el estudio y rastreo de las huellas de uso, para ayudarnos a identificarlas con mayor facilidad se utilizaron imágenes y definiciones obtenidas en otros trabajos de traceología a nivel internacional<sup>[3][4][7][12][13][29]</sup>.

---

---

Para facilitar la identificación de las posibles huellas de uso se utilizó como comparación las imágenes del Capítulo 2 (Ver Figuras 2-1, 2-2, 2-3 y 2-4).

Al hallarse alguna marca o irregularidad llamativa, o que pareciera ser una de las huellas de uso comparadas a las imágenes de ayuda, se aumentaba la imagen, y se procedía a una observación mucho más detallada y cuidadosa del área. Una vez seleccionada el área de interés se tomaron las micrografías pertinentes.

Cada imagen fue etiquetada según la organización establecida en la sección *Recolección y Clasificación de las Muestras*, y las áreas de la superficie estudiadas fueron etiquetadas según el patrón establecido (Fig. 3-4). Por ejemplo, Grupo Beta-Pieza A-Lado A-Filo 2.

Luego de ser organizadas y archivadas las imágenes, se procedió a hacer una comparación sistemática entre las imágenes de las piezas. Este procedimiento consistió en comparar imágenes de zonas diferentes dentro de la misma pieza siguiendo el orden numeral establecido en la Figura 3-4, como por ejemplo, comparando la imagen del Filo 1 de la Pieza A del Grupo  $\alpha$  con la imagen del Filo 2 de la misma pieza, y luego comparando las zonas en común entre piezas diferentes siguiendo el orden numeral establecido en la Figura 3-4, por ejemplo, entre el Filo 1 de la Pieza A y el Filo 1 de la Pieza B<sup>[2]</sup>. El análisis de dichas comparaciones y las conclusiones que el mismo arroja se resumen en la sección de *Análisis y Discusión de los Resultados y Conclusiones*.

---

---

---

# CAPÍTULO 4

---

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Las tres piezas objeto de estudio provienen de diferentes locaciones. El presente estudio tiene pues un valor meramente indicativo, ya que se manejan artefactos de atribución cultural probablemente diferente y por otro lado carecemos de datos experimentales para contrastar las huellas que puedan detectarse sobre la superficie de las piezas analizadas.

Estas piezas ya fueron estudiadas mediante un análisis traceológico, pero tan sólo a simple vista y con ayuda de lupas y lentes binoculares, los cuales poseen un límite de aumento de 40x<sup>[30]</sup> (mucho menor al aumento que puede obtenerse con el MEB) en las prácticas de la Escuela de Arqueología, y no ha sido publicado ningún trabajo al respecto. A nivel microscópico no han sido estudiadas y más aún con el alcance de un MEB.

En un examen a simple vista el estado en el que se encontraban todos los artefactos era bueno, es decir, no presentaban golpes o daños notables e incluso el filo de la pieza B del Grupo Alfa aún se presentaba afilado, sin desgaste aparente.

---

## 4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA PIEZA

A continuación se procederá a describir las marcas y características observadas en las imágenes de cada pieza, así como los análisis elementales pertinentes. La orientación del filo establecida en este trabajo será determinada por el sentido del uso ordinario del artefacto y la disposición de las piezas en el porta muestra, en este caso será de derecha a izquierda. El siguiente reporte será de carácter cualitativo y descriptivo, con fines indicativos.

### 4.1.1. Grupo $\alpha$ Pieza A:

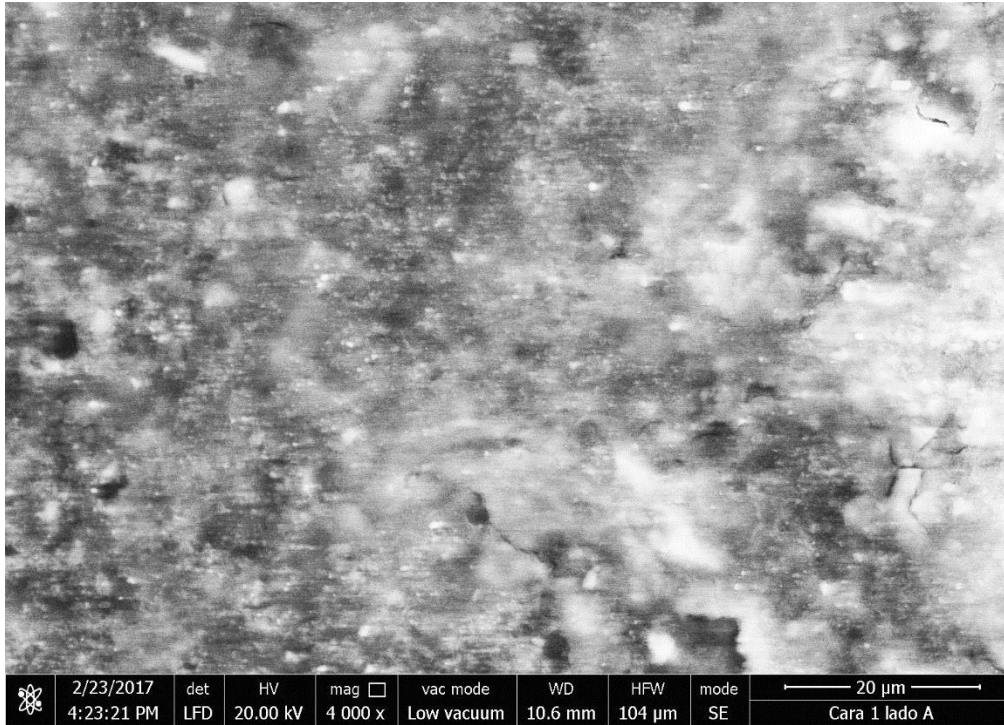
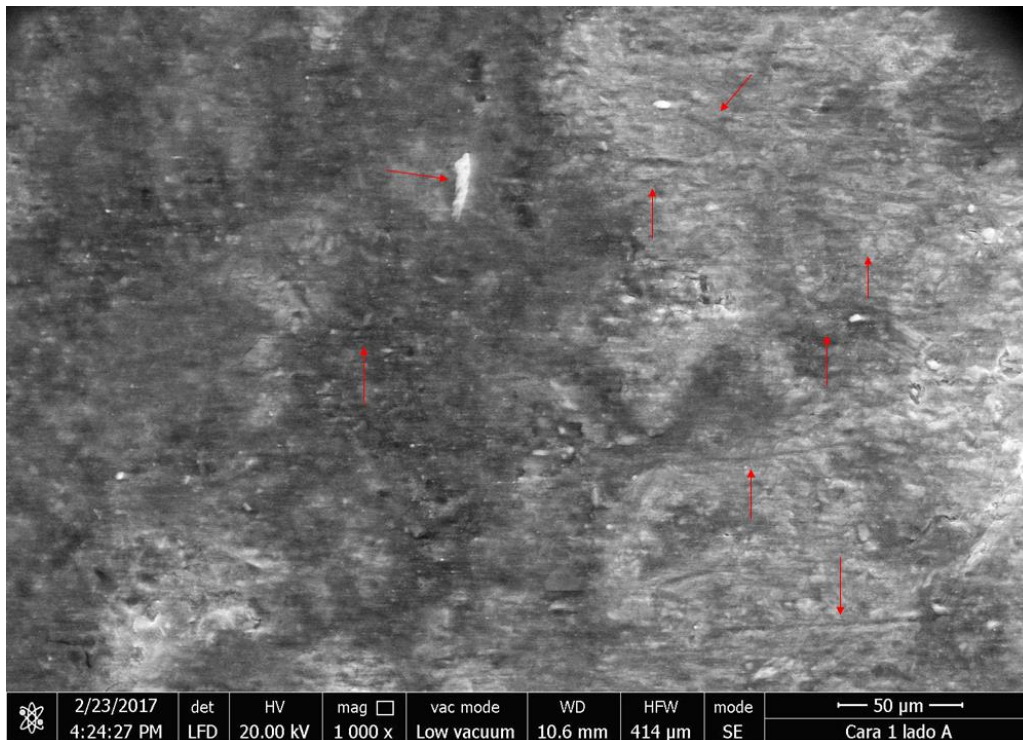
**Depósito:** Galpones de la Escuela de Arqueología de la UCV.

**Procedencia:** Hacienda “La Emilia” (Tácata, Edo. Miranda).

**Material:** Sílex (Aluminosilicatos).

**Longitud máxima:**  $(46 \pm 1)$  mm. **Anchura máxima:**  $(31 \pm 1)$  mm. **Espesor máximo:**  $(23 \pm 1)$  mm.

**CARA A:** Se aprecia un acabado uniforme y prácticamente liso en su mayor parte, esto como posible resultado de un proceso de pulimentado bien trabajado (Fig. 4-1). Unas pocas estrías son visibles, pero estas son poco profundas y esporádicas, sin embargo, cuando aparecen son paralelas entre sí y perpendiculares al filo (Fig. 4-2). Se pueden observar escasos microresiduos esparcidos en lugares dispares por la superficie y no en grandes cantidades. El análisis elemental en esta área nos señala que existen muy pocas cantidades de O, Fe, Ca y C, entre otros elementos como los pertenecientes al material del artefacto (Fig. 4-3). Esto junto a las marcas y restos encontrados nos hace pensar que posiblemente esta pieza pudo haberse utilizado pocas veces como una especie de azuela o raspador, lo cual dejó estas marcas esporádicas por su superficie, así como algunos restos orgánicos y minerales. También que la pieza pudo haber estado en contacto con múltiples elementos que dejaron estos rastros en su zona no activa.

Figura 4-1. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado A Cara 1.Figura 4-2. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado A Cara 1. Estrías.

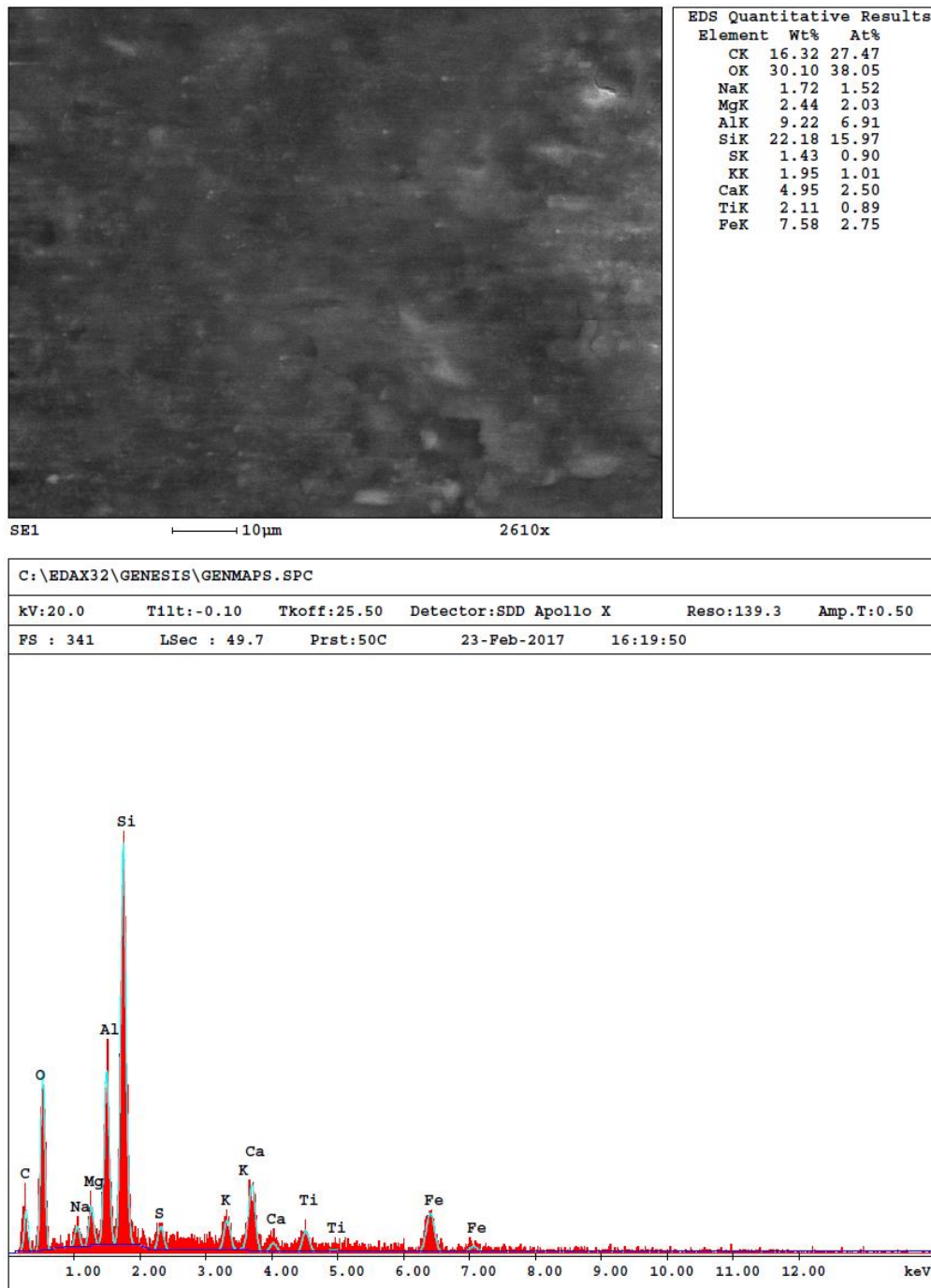


Figura 4-3. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado A Cara 1.

**CARA B:** Se puede observar claramente una superficie irregular y mucho más rugosa o con textura rocosa que en el lado A (Fig. 4-4 y Fig. 4-5), sin embargo se mantiene uniforme a lo largo de una gran porción de la cara, por lo que se puede deducir que en efecto esta es parte de las marcas de manufactura del útil o fueron hechas luego, pero no son marcas de uso. Posiblemente la diferencia con el lado A del mismo objeto se deba a que este lado se le realizó un pulido posterior con otro elemento diferente o que la pieza se haya caído o haya sido golpeada levemente por el lado B. También es posible que como el lado A muestra la etiqueta del artefacto, éste se encontrara la mayoría del tiempo hacia arriba, dejando el lado B en constante contacto con otras superficies en su almacenamiento. Todo esto por supuesto son hipótesis, pues no hay datos suficientes para concluir algo a partir de esta información. El análisis elemental en esta cara del útil presentó pequeñas proporciones de Al, Fe, Ca, Na y Mg, además de los elementos típicos del material en el que fue elaborado el artefacto, como el O y el Si (Fig. 4-6).

---



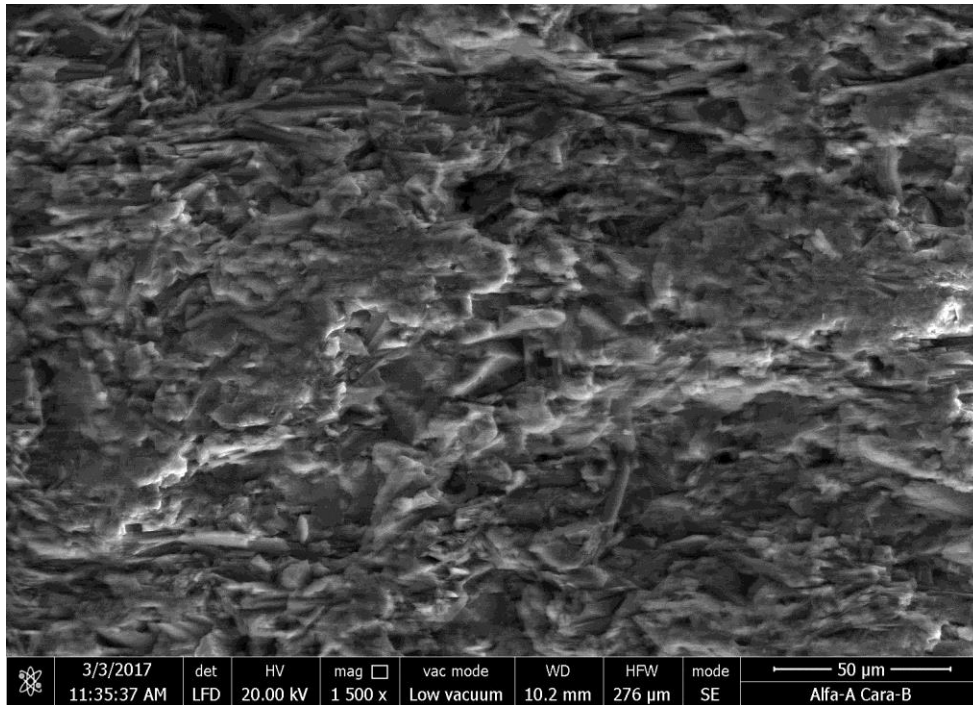


Figura 4-4. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado B Cara 1.

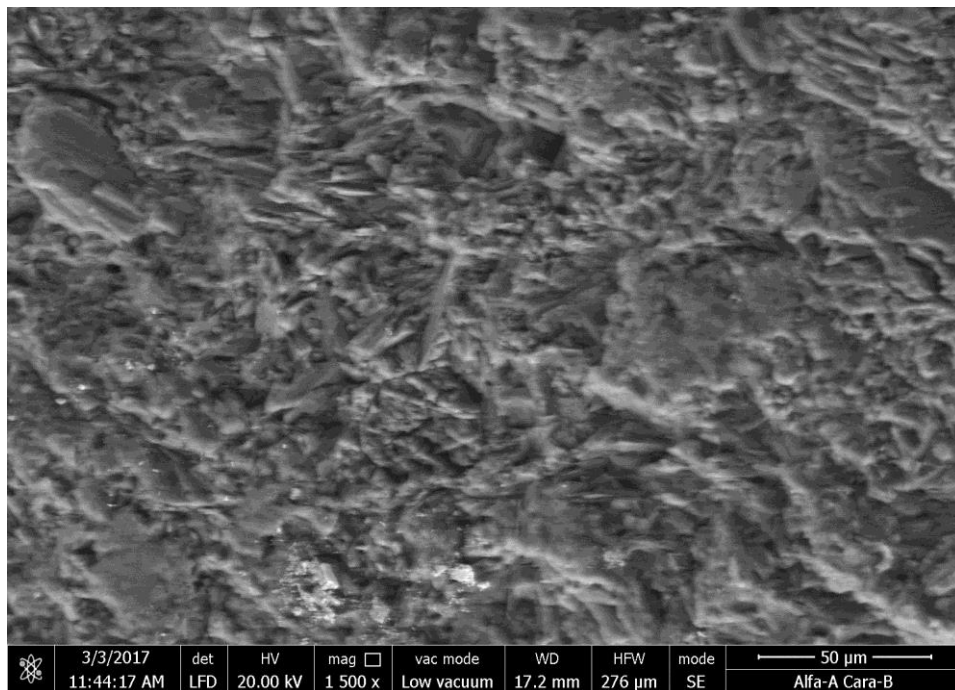


Figura 4-5. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado B Cara 2.

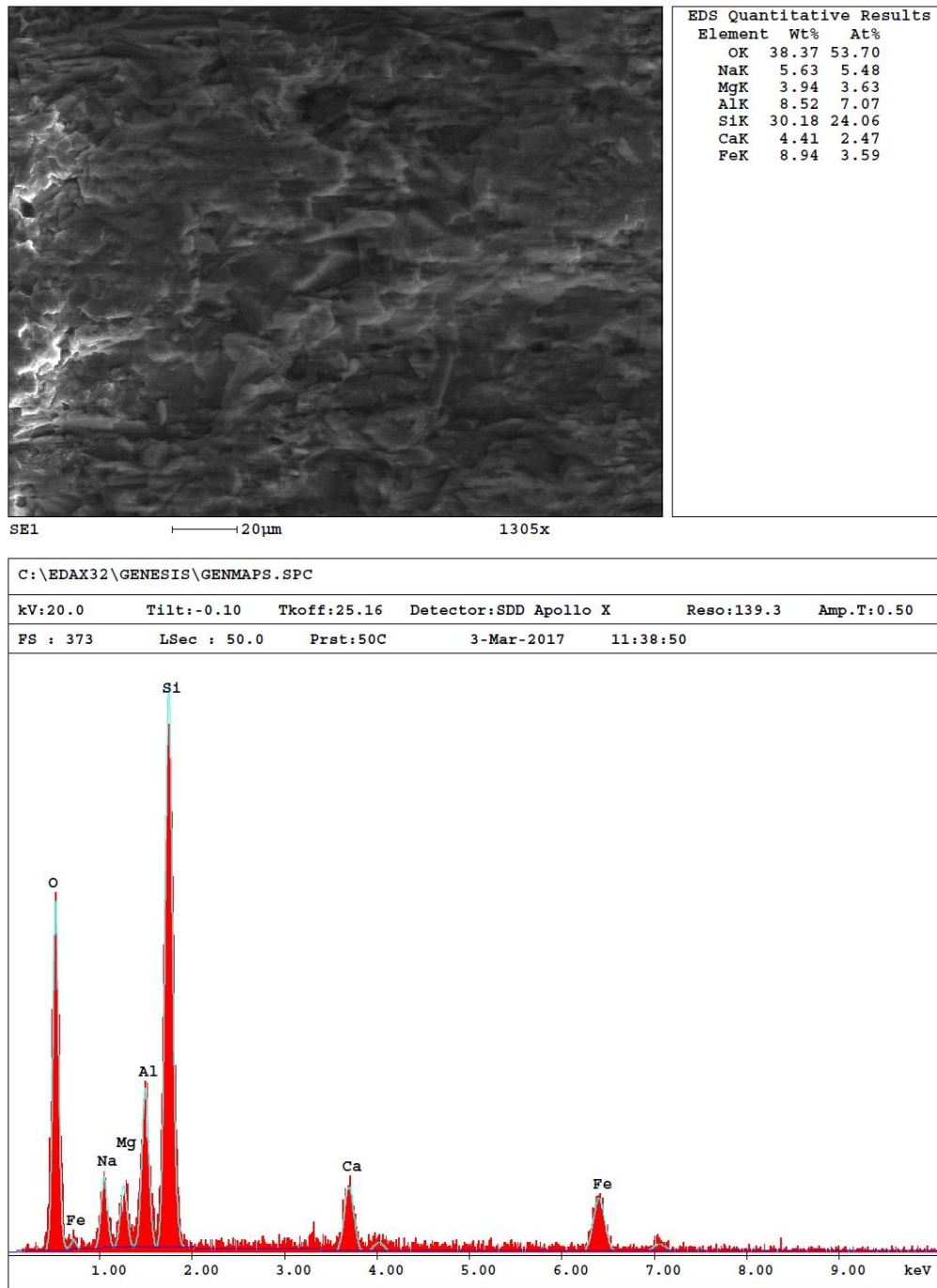


Figura 4-6. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado B Cara 1.

**FILO:** Se presenta muy gastado y se observa un claro embotamiento del filo. Esto ya era indicio suficiente como para suponer que la pieza ha sido utilizada, sin embargo existen más marcas y huellas que corroboraron esto.

*En el Lado A* se observan micropulidos a lo largo del mismo y una superficie bastante irregular con lo que parece ser microlasqueos, estos con mayor frecuencia en los extremos superior (Fig. 4-7) e inferior (Fig. 4-13) del hacha pero unos cuantos más profundos en la sección media (Fig. 4-12). Estos lascados sin embargo presentan las aristas redondeadas. Se observa en la parte superior un surco profundo que se encuentra ligeramente inclinado hacia arriba con respecto al filo (Fig. 4-8 y Fig. 4-9). Igualmente, tres estrías finas pero bien definidas paralelas entre sí y perpendiculares al filo del hacha en dirección al uso ordinario del artefacto. Se puede ver una fina estría en sentido oblicuo que progresivamente se va volviendo hacia arriba hasta volverse paralela al filo, y que se intercepta al menos con dos de las estrías descritas anteriormente (Fig. 4-9). En la zona media se observan claramente al menos tres surcos profundos en sentido oblicuo hacia abajo y paralelos entre sí, así como al menos tres estrías profundas, paralelas entre sí, en sentido oblicuo hacia arriba que interceptan casi perpendicularmente a las antes descritas. También en esta sección, en el propio filo como tal, se encuentran unas finas estrías menos profundas que van en dirección del uso ordinario, perpendiculares al filo, y son paralelas entre sí (Fig. 4-11). Se encontraron numerosos microresiduos de tamaños variables (comprendidos entre los 5  $\mu\text{m}$  hasta los 20  $\mu\text{m}$ ) distribuidos a lo largo del filo, pero con mayor presencia en los extremos (Fig. 4-9, Fig. 4-11, Fig. 4-13, Fig. 4-14). El análisis elemental señaló pequeñas proporciones de C, Ti, Na, Cl, O, Fe, K y S, además de los elementos que conforman la roca del útil (Fig. 4-10, Fig. 4-12, Fig. 4-15).

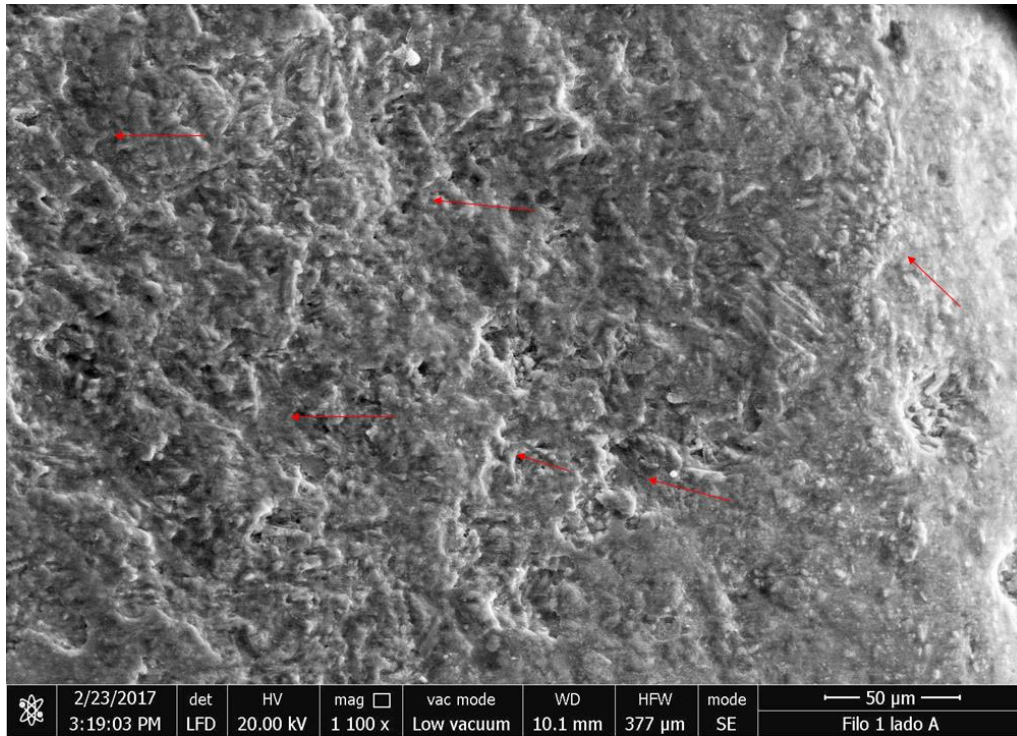


Figura 4-7. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado A Filo 1. Micropulido y microlasques.

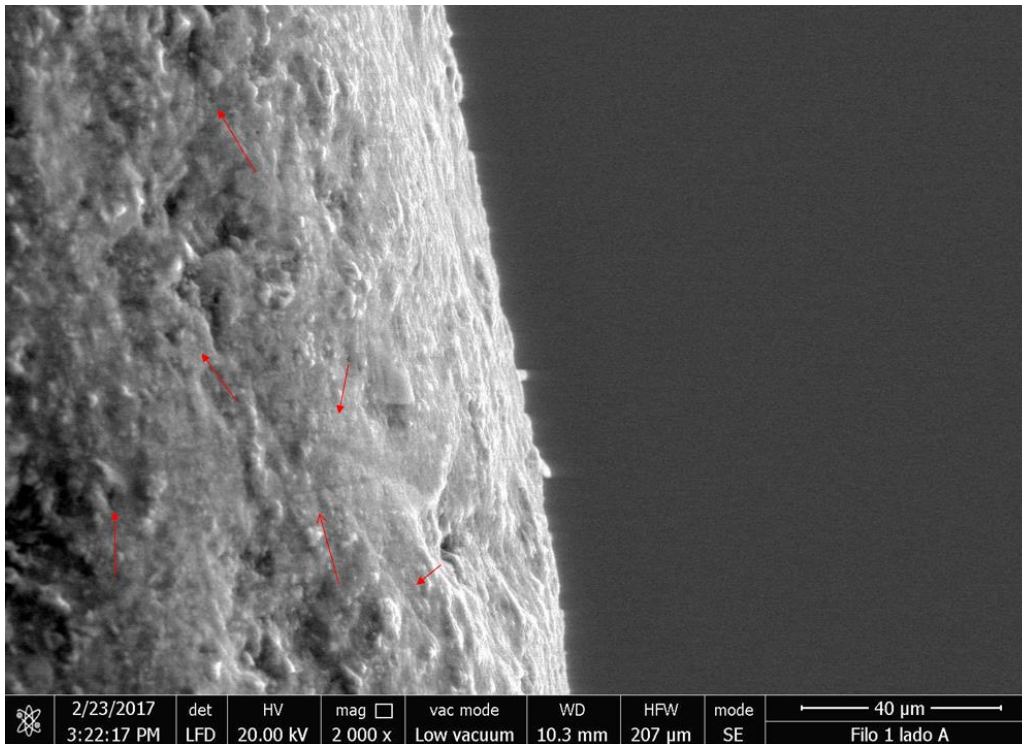


Figura 4-8. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado A Filo 1. Estrías y embotamiento del filo

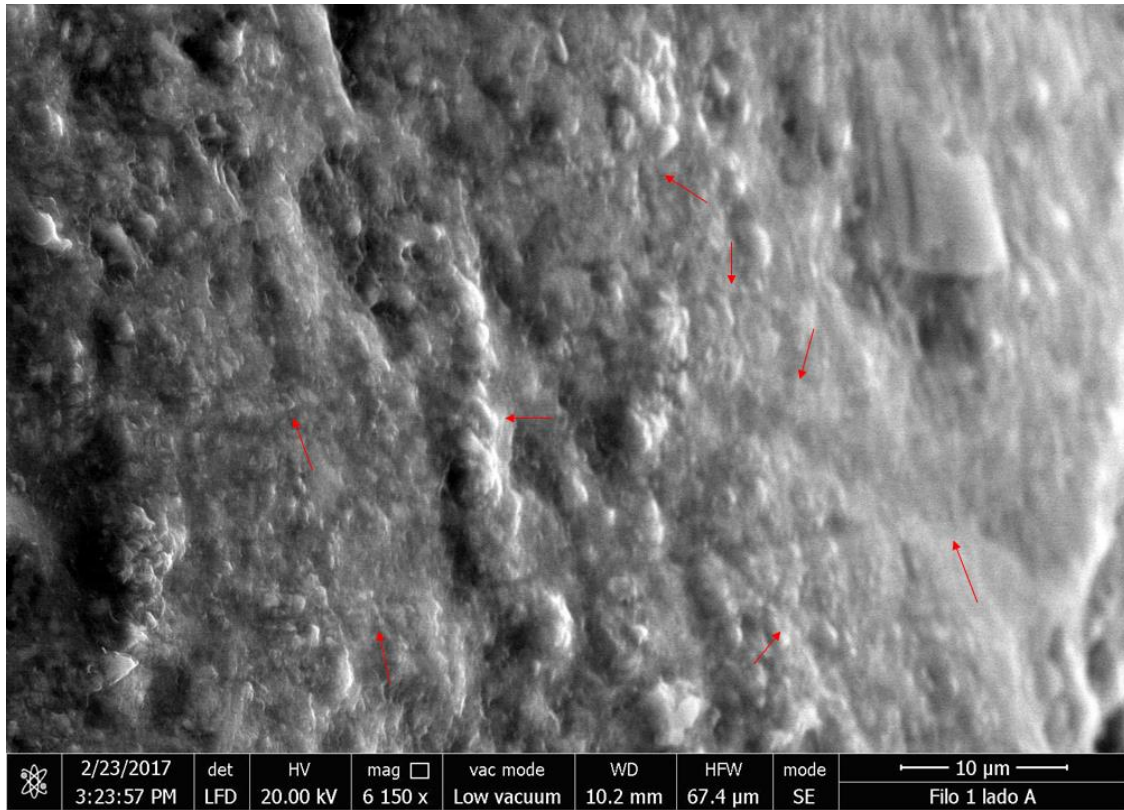


Figura 4-9. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado A Filo 1. Estrías y micropulido.

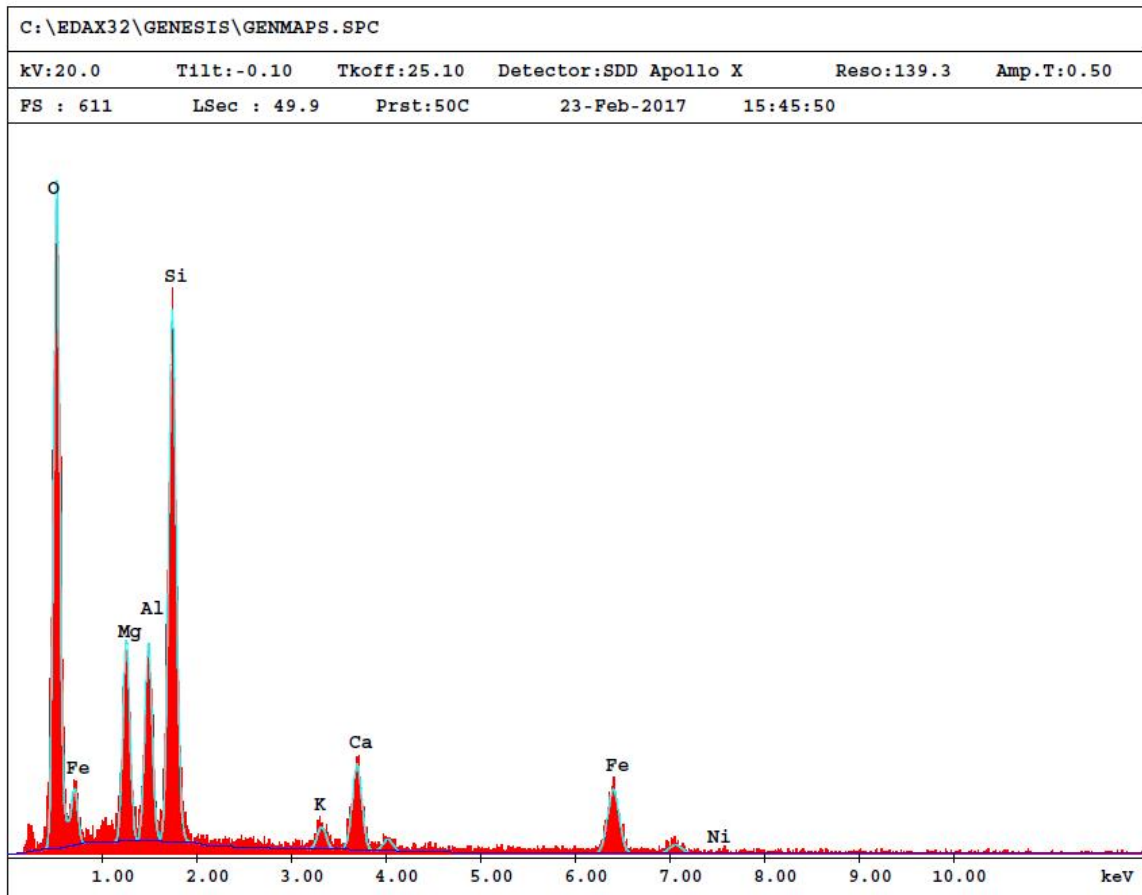
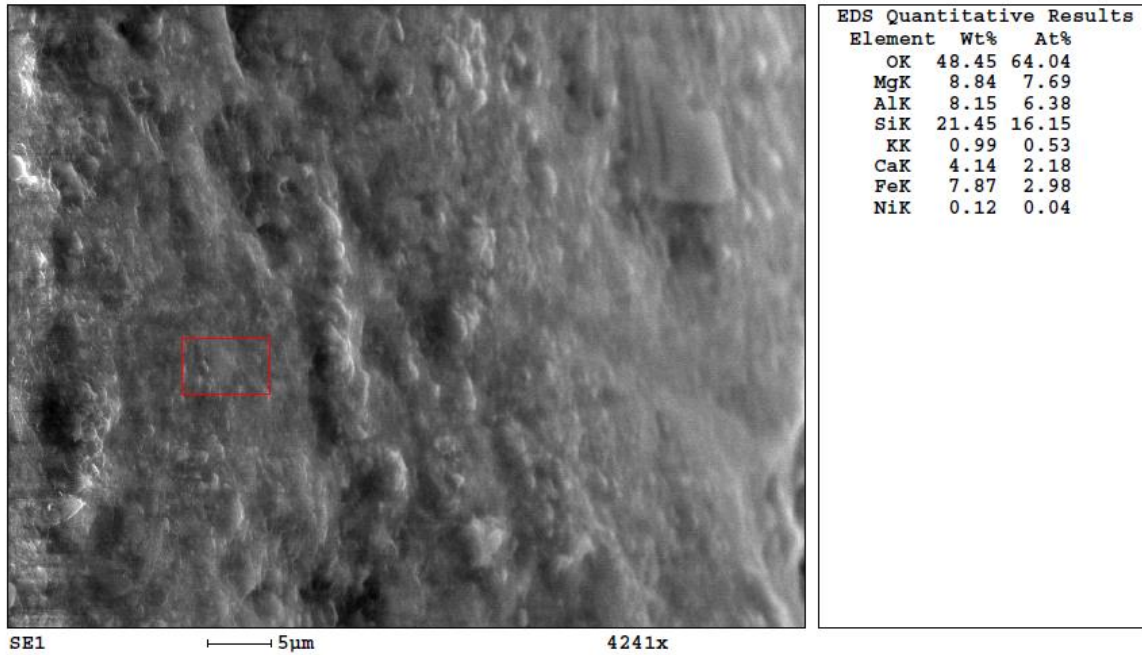


Figura 4-10. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado A Filo 1.

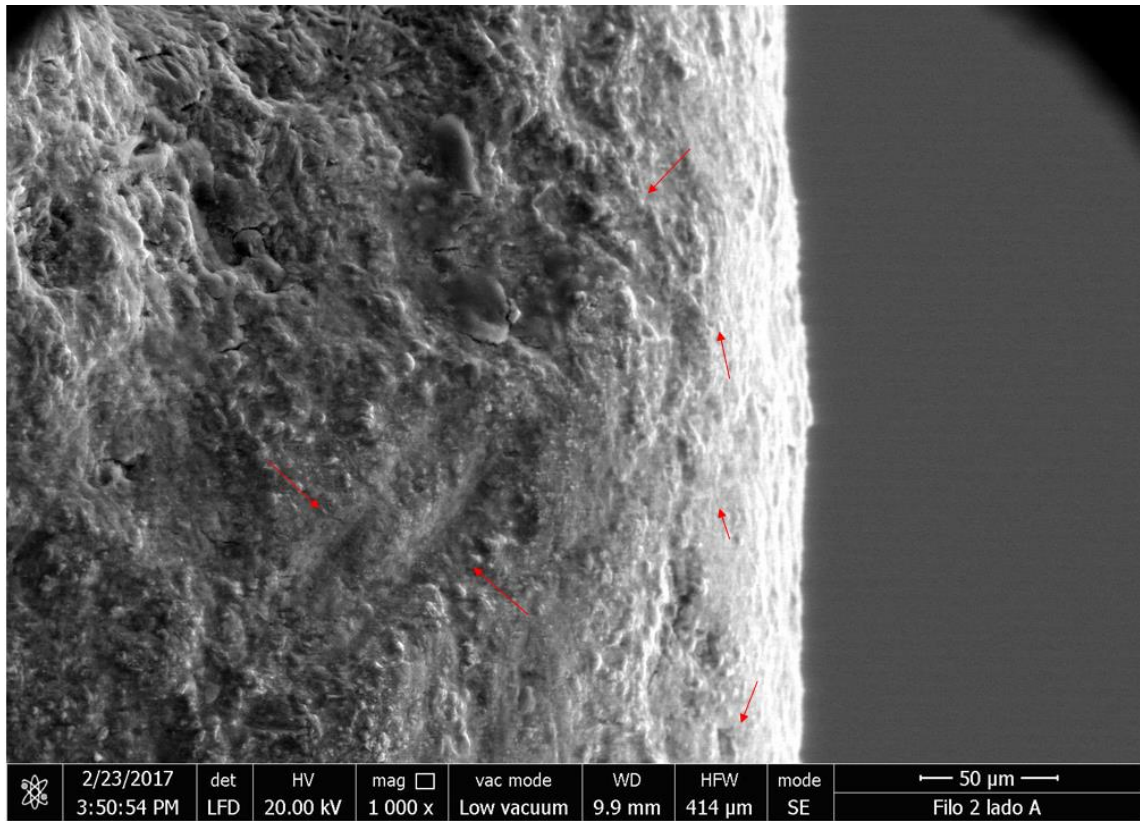


Figura 4-11. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado A Filo 2. Estrías.

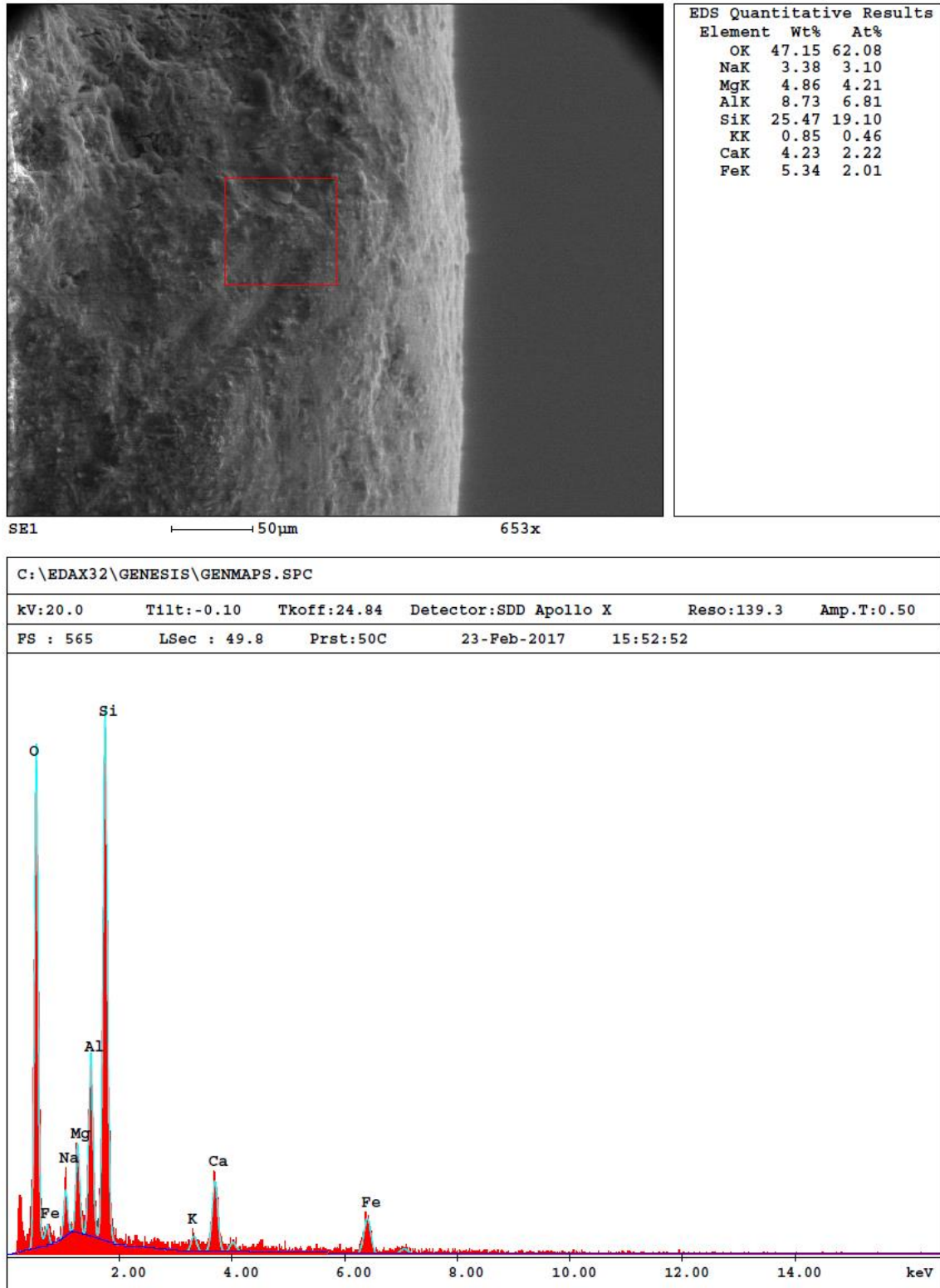


Figura 4-12. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado A Filo 2.



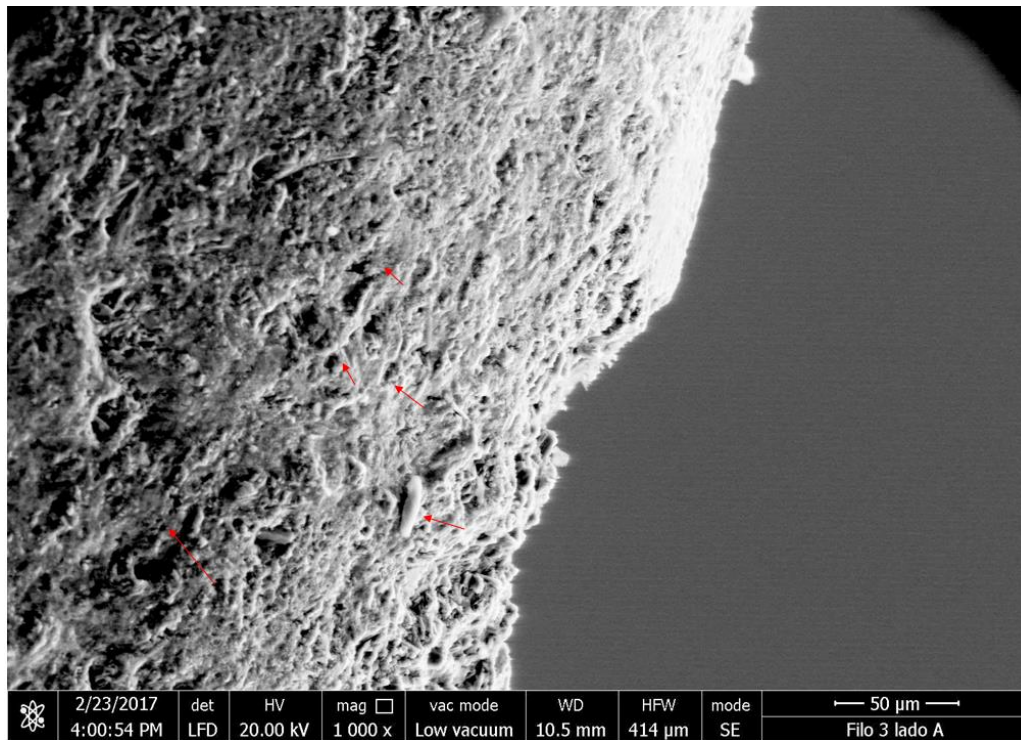


Figura 4-13. Micrografía. Grupo α Pieza A-Lado A Filo 3. Microresiduos y microlasqueos.

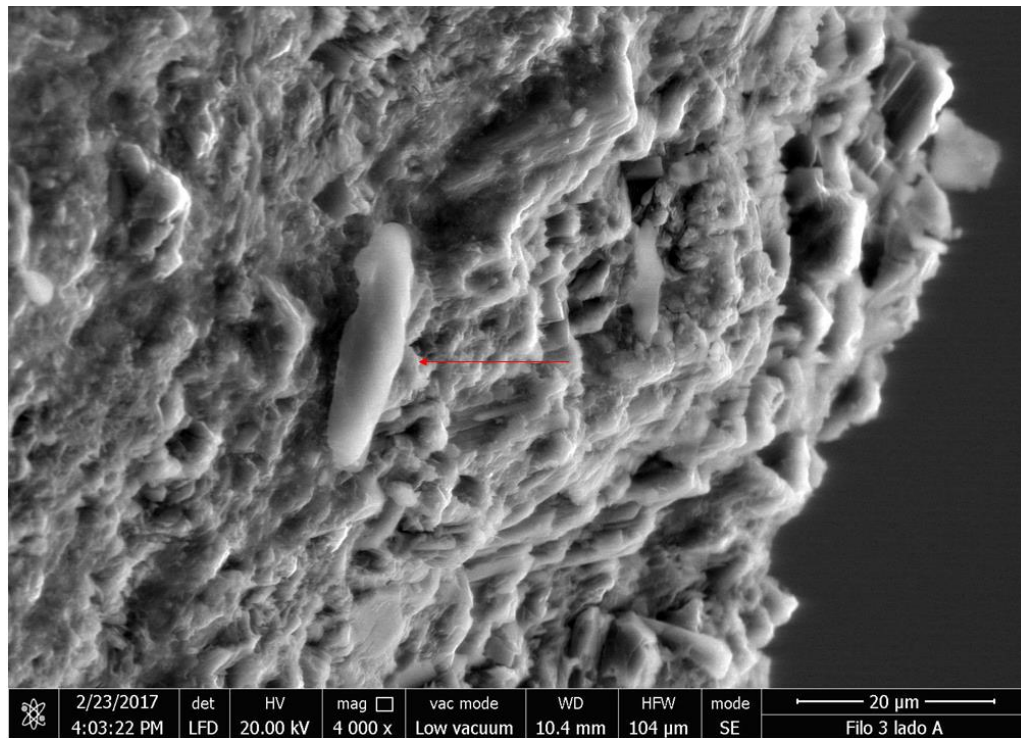


Figura 4-14. Micrografía. Grupo α Pieza A-Lado A Filo 3. Zoom a un microresiduo.

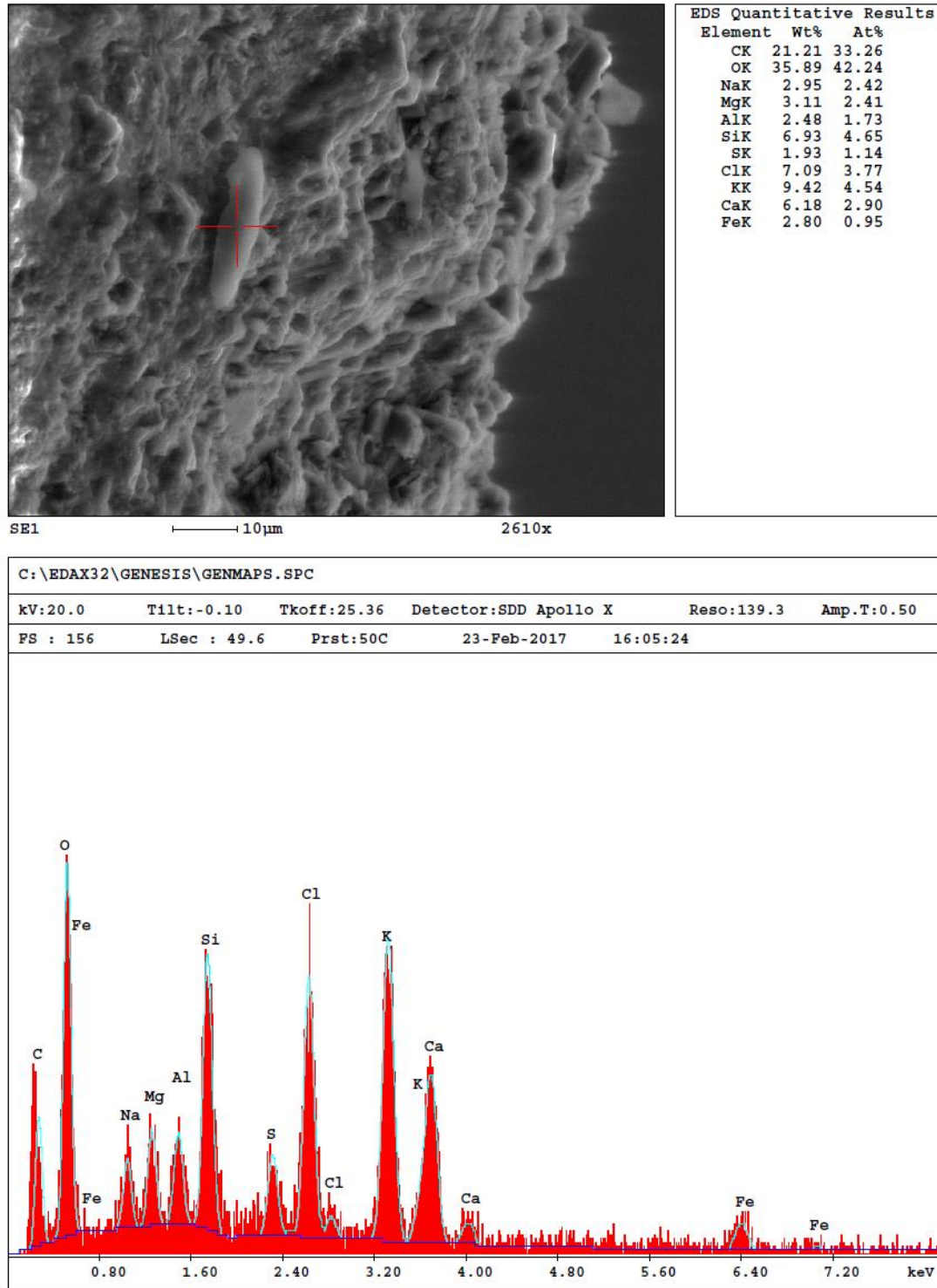


Figura 4-15. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado A Filo 3.

---

*El Lado B* aparece el mismo acabado redondeado de las aristas y se observan microlasqueos irregulares en todo el filo, con mayor frecuencia en los extremos superior (Fig. 4-16) e inferior (Fig. 4-21) que en la media. Se observa micropulidos a lo largo del filo. En la sección superior aparecen estos levantamientos concoidales a manera de escalera, pero tan redondeados sus bordes y aristas que no son tan marcados (Fig. 4-16). Igualmente se observan algunas pocas estrías en sentidos opuestos (algunas hacia arriba y otras hacia abajo) pero casi todas oblicuas al filo. Existe la presencia de microresiduos en esta sección del filo (Fig. 4-17). El análisis elemental en uno de estos expuso la presencia de Na, Cl, Ca, S, N, y una cantidad considerable de C, posiblemente materia orgánica, además de los elementos comunes de la roca en la que fue tallado el artefacto (Fig. 4-18). En la sección media del filo de la pieza se presenta más notoriamente, y con mayor frecuencia que en las otras secciones, estrías en dos sentidos (hacia arriba y hacia abajo) pero en direcciones oblicuas del filo. Uno de estos surcos es notablemente profundo, pero no muy prolongado (Fig. 4-19). El análisis elemental sobre este surco presenta pequeñas cantidades de C (Fig. 4-20). Se puede apreciar muy pocas estrías en el sentido de uso ordinario, perpendicular al filo, a lo mucho dos, y si existen más, son tan finas o tan poco profundas que prácticamente no se pueden observar a este aumento. En la sección inferior se puede observar claramente un microlasqueo, a manera de un gran peldaño y sobre este se puede apreciar levemente unas estrías poco profundas en sentidos paralelos al filo (Fig. 4-21). También se observan otras estrías perpendiculares al peldaño y muy pocas oblicuas hacia arriba (en el extremo más bajo de esta sección). El análisis elemental en esta sección sólo nos mostró los mismos elementos de la roca base (Fig. 4-22).

---

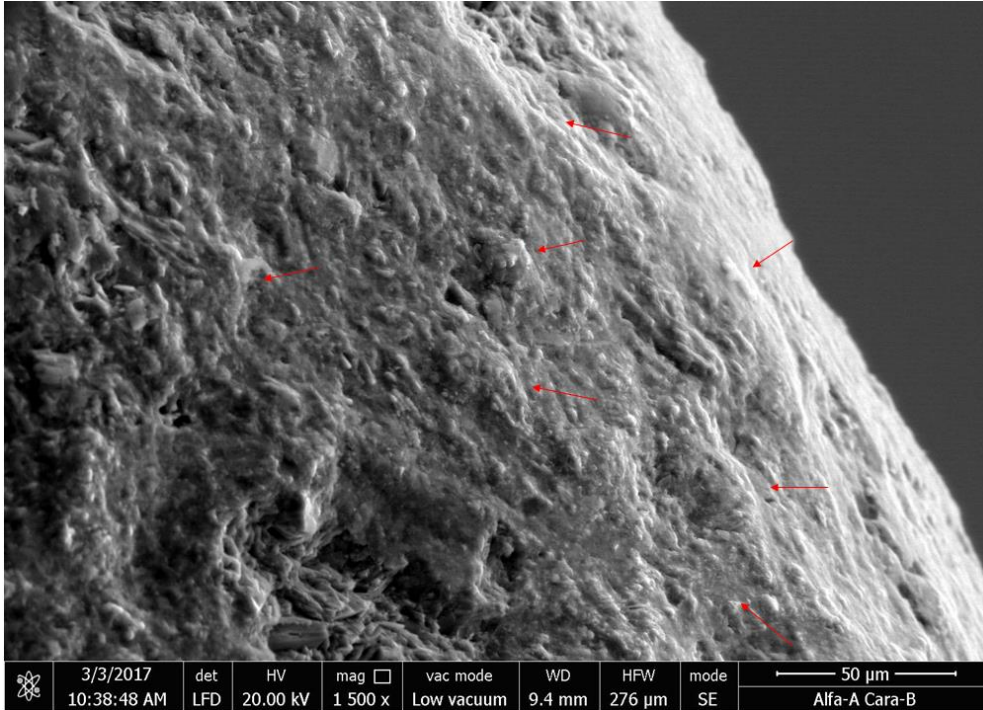


Figura 4-16. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado B Filo 1. Microlasqueo, micropulido y microresiduo.

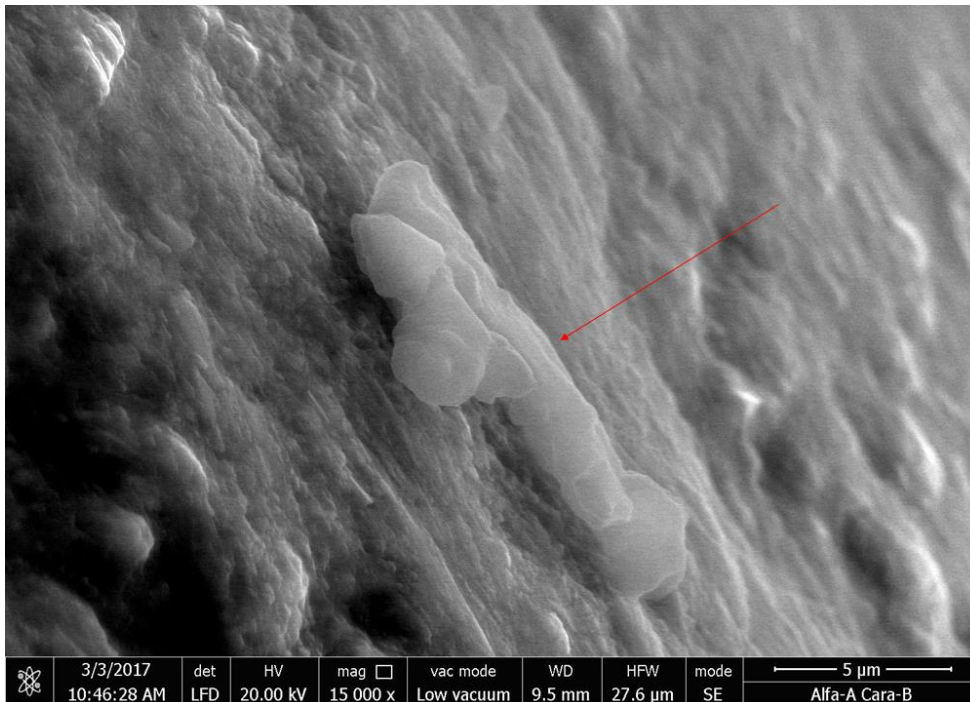


Figura 4-17. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado B Filo 1. Zoom a un microresiduo.

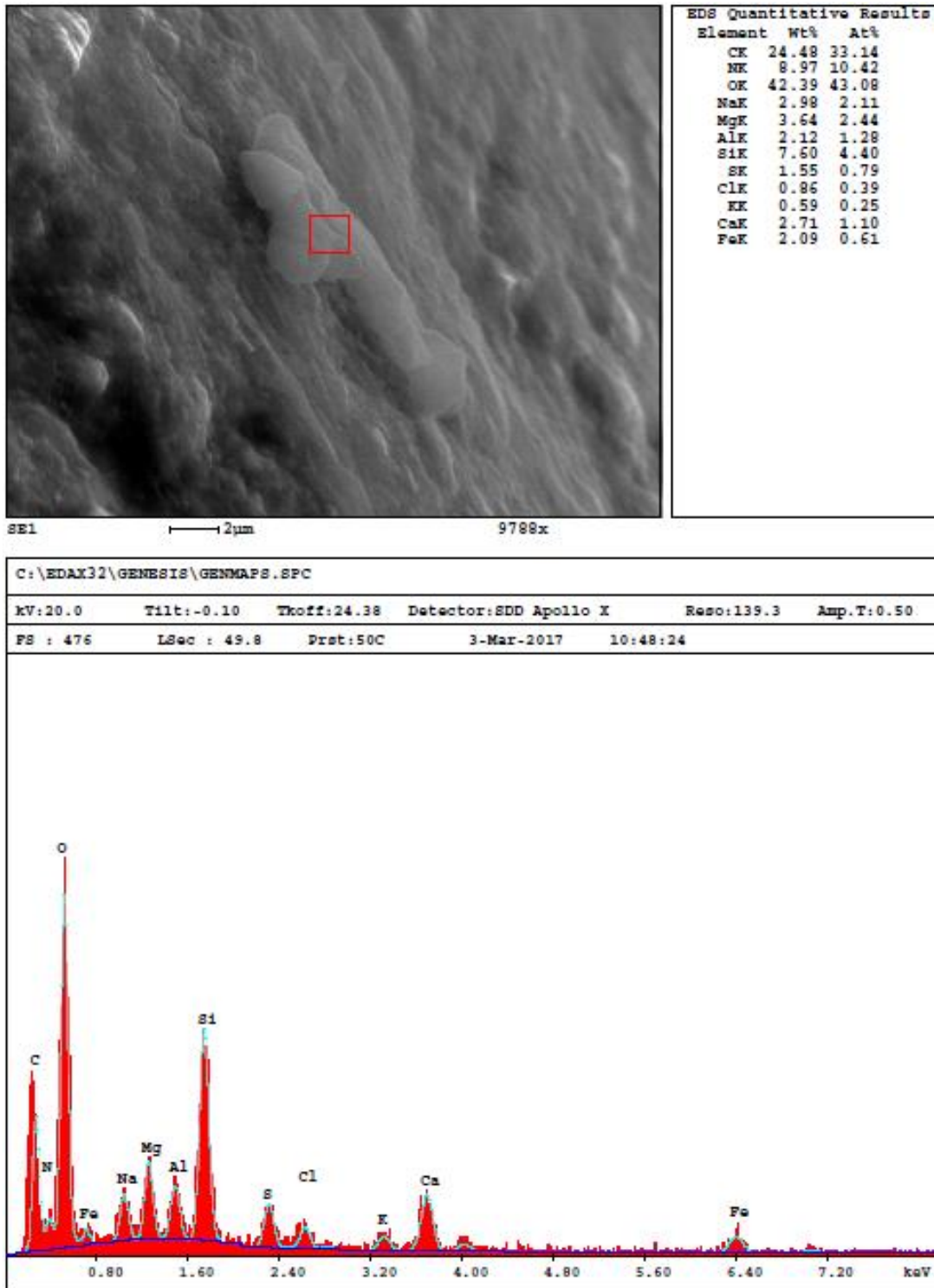


Figura 4-18. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado B Filo 1.

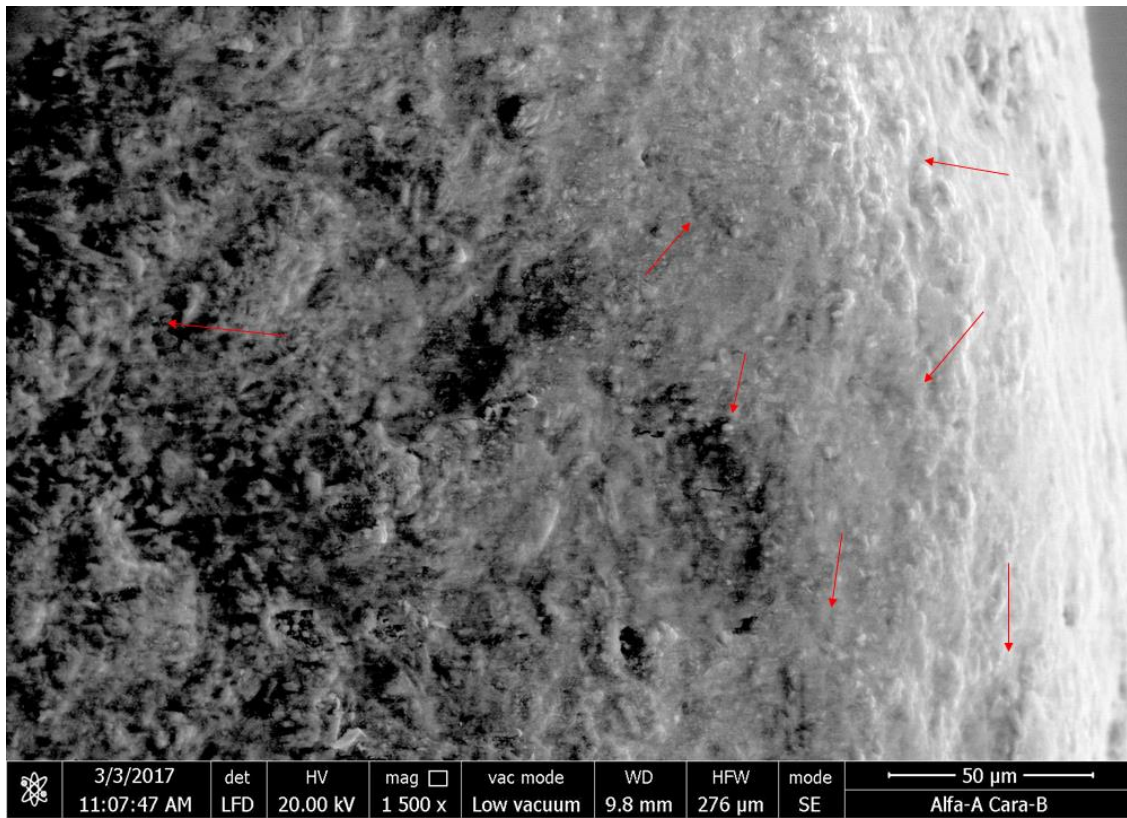


Figura 4-19. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado B Filo 2. Estrías y micropulido.

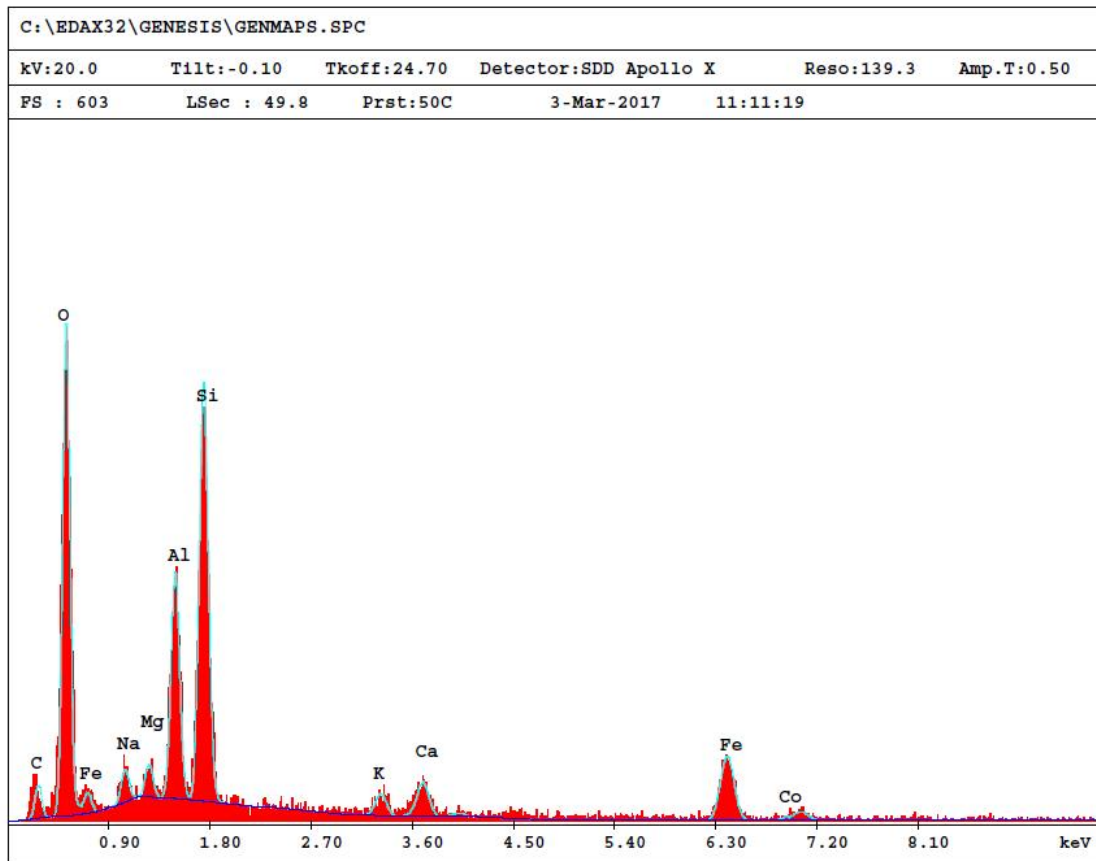
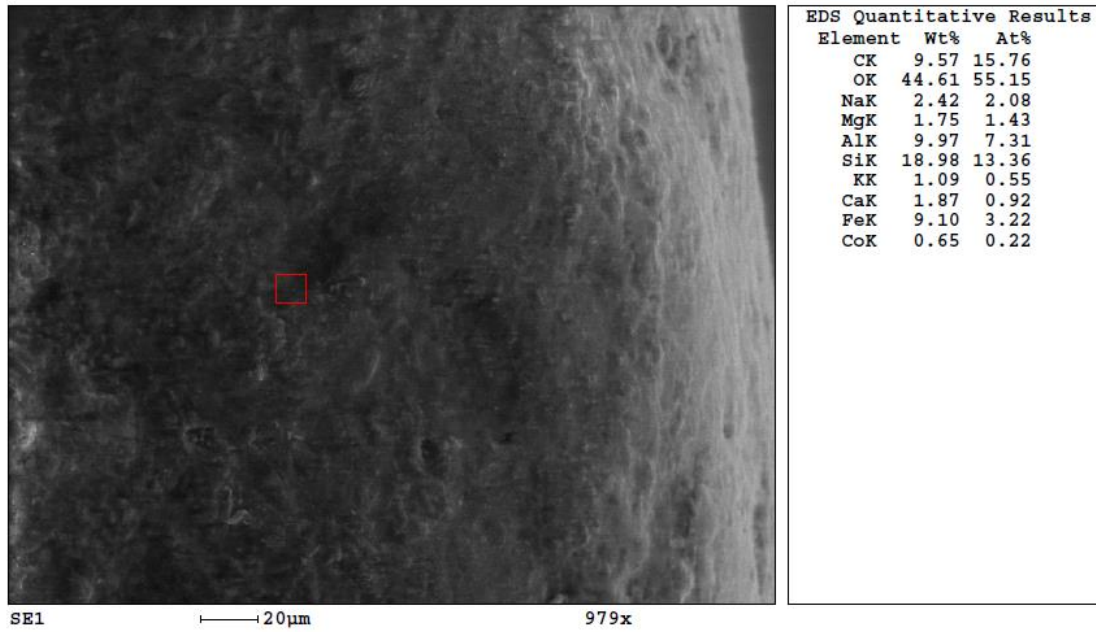


Figura 4-20. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado B Filo 2.

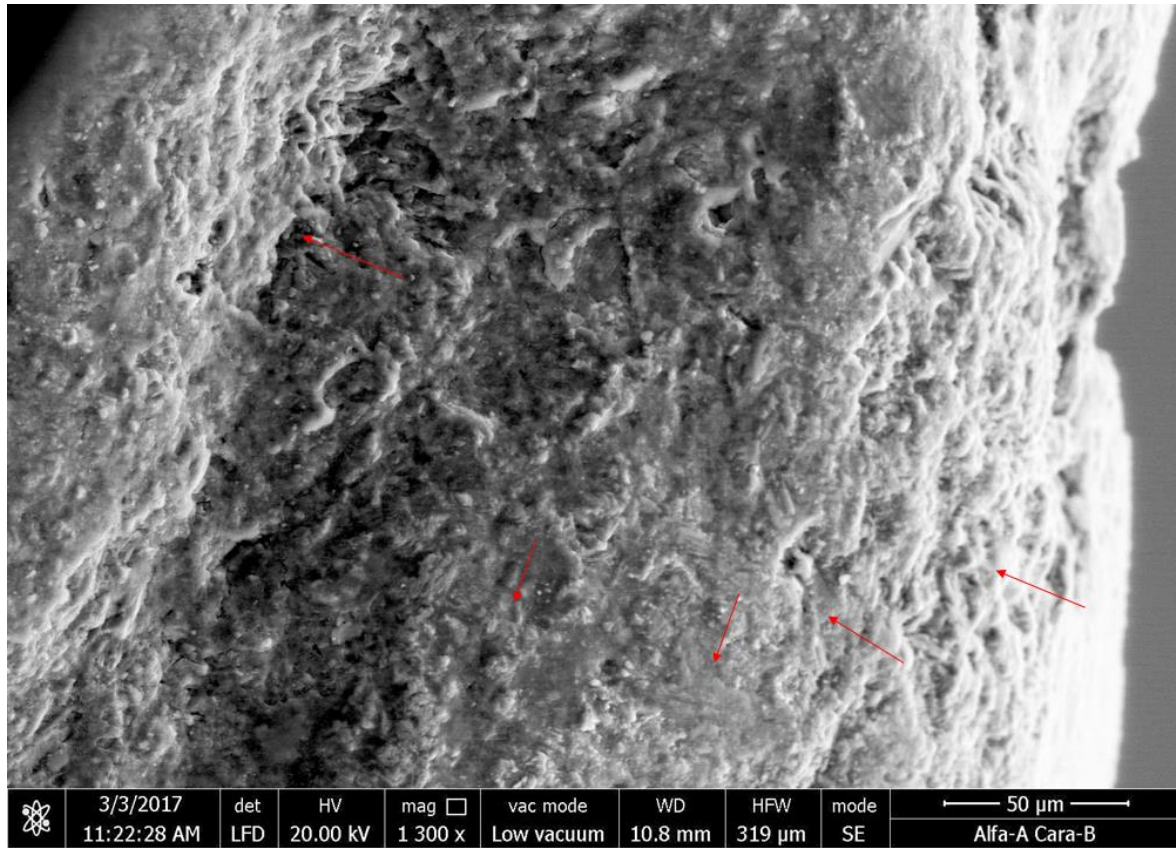


Figura 4-21. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado B Filo 3. Microlasqueo.



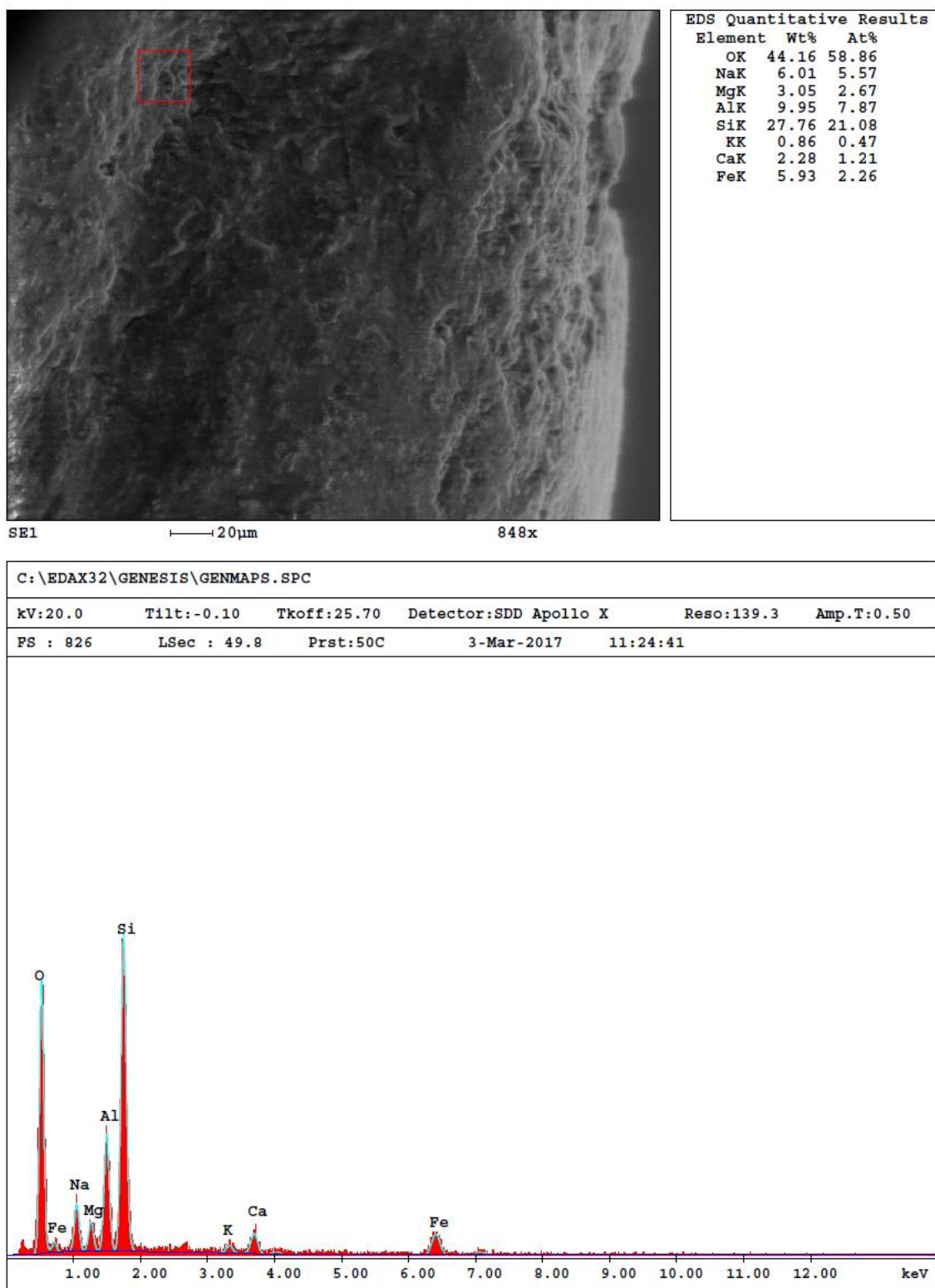


Figura 4-22. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza A-Lado B Filo 3.

Esta pieza presenta claras muestras que nos permiten concluir que fue utilizada, y la naturaleza de su superficie y el estado de algunas marcas nos permiten inferir que el artefacto se le realizó un pulido posterior a utilizarla, quizás con fines estéticos o para recuperar el filo.

#### **4.1.2. Grupo $\alpha$ Pieza B:**

**Depósito:** Galpones de la Escuela de Arqueología de la UCV.

**Procedencia:** Hacienda “Girardot” (Choroni, Edo. Aragua)

**Material:** Sílex (Sílex de Magnesio).

**Longitud máxima:**  $(39 \pm 1)$  mm. **Anchura máxima:**  $(16 \pm 1)$  mm. **Espesor máximo:**  $12 \pm 1$  mm.

**CARA A:** Se observa en la mayoría de la superficie de la pieza una serie de pliegues como imperfecciones naturales del mismo material y en diferentes sentidos, junto con un gran número de surcos y hendiduras, también en variadas direcciones. No se observa una orientación predominante en general. La profundidad de dichos surcos varía desde unos claramente marcados y profundos, a otros casi imperceptibles a primera vista, y tampoco se determina un patrón en la naturaleza de los mismos. Obviando por un momento dichas hendiduras, se puede observar que las marcas de manufactura debido al pulido de la pieza son claramente diferenciables, con la apariencia de un granulado fino (Fig. 4-23, Fig. 4-24, Fig. 4-25). Esto nos hace deducir que dichas estrías fueron realizadas después de haber fabricado el artefacto, y por ende no forman parte de las huellas de manufactura. En su lugar, con todos estos datos se podría inferir que son producto del contacto constante y casual entre la cara de la pieza y otras superficies, por ejemplo al colocar la pieza sobre el suelo luego de utilizarla. También se señala que el material de la pieza es de una dureza suave y por lo tanto fácil de marcar con muy poco esfuerzo, lo que puede explicar la gran cantidad de marcas percibidas.

---

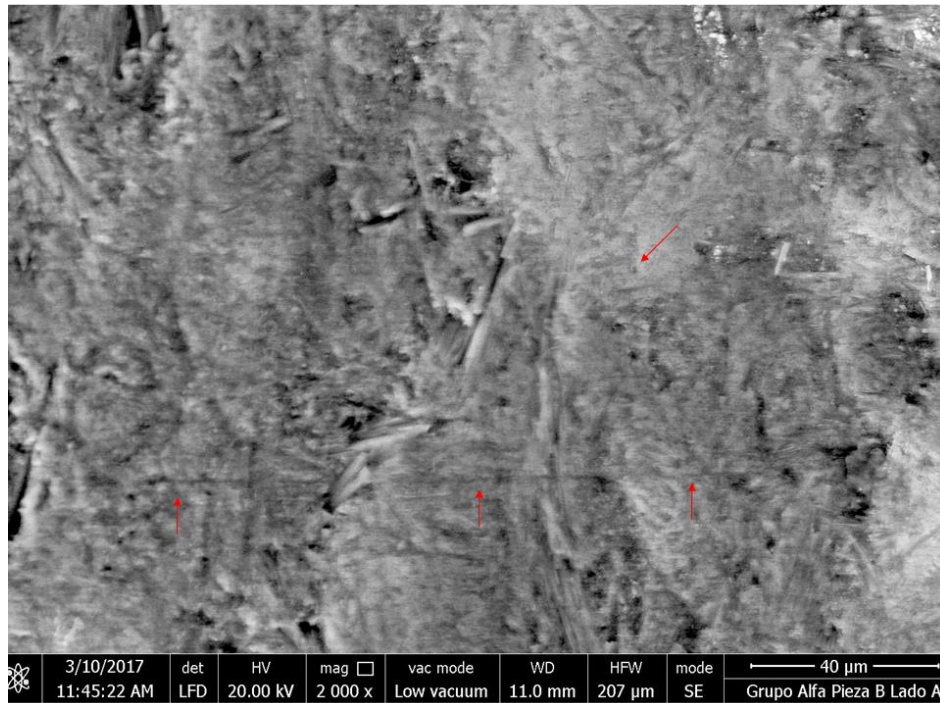


Figura 4-23. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Cara 1. Hendidura.

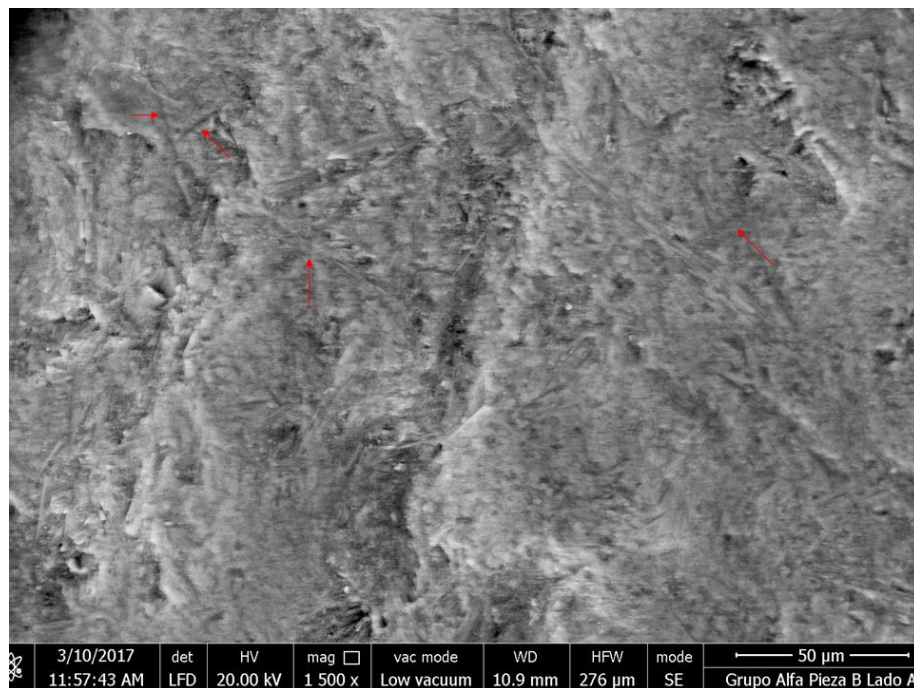


Figura 4-24. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Cara 1. Pliegues y estrías.

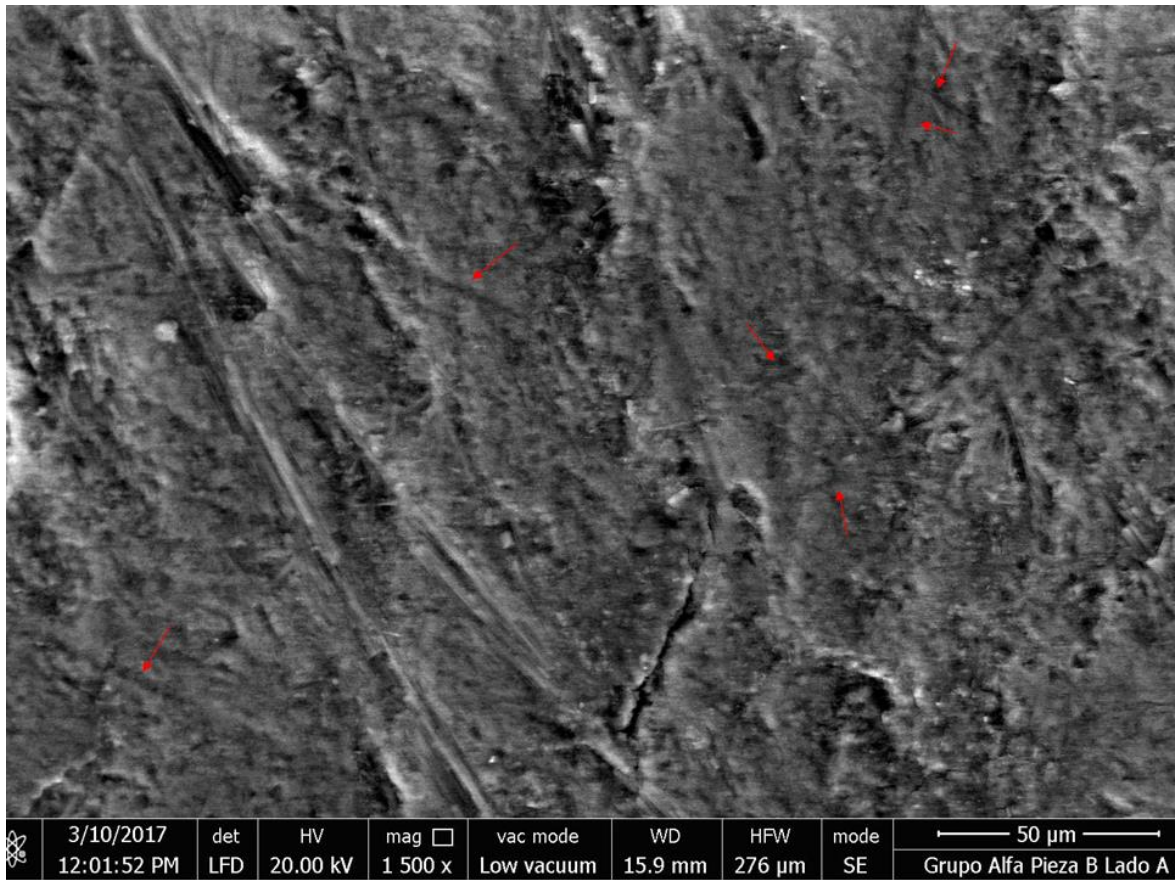


Figura 4-25. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Cara 2. Pliegues y surcos.

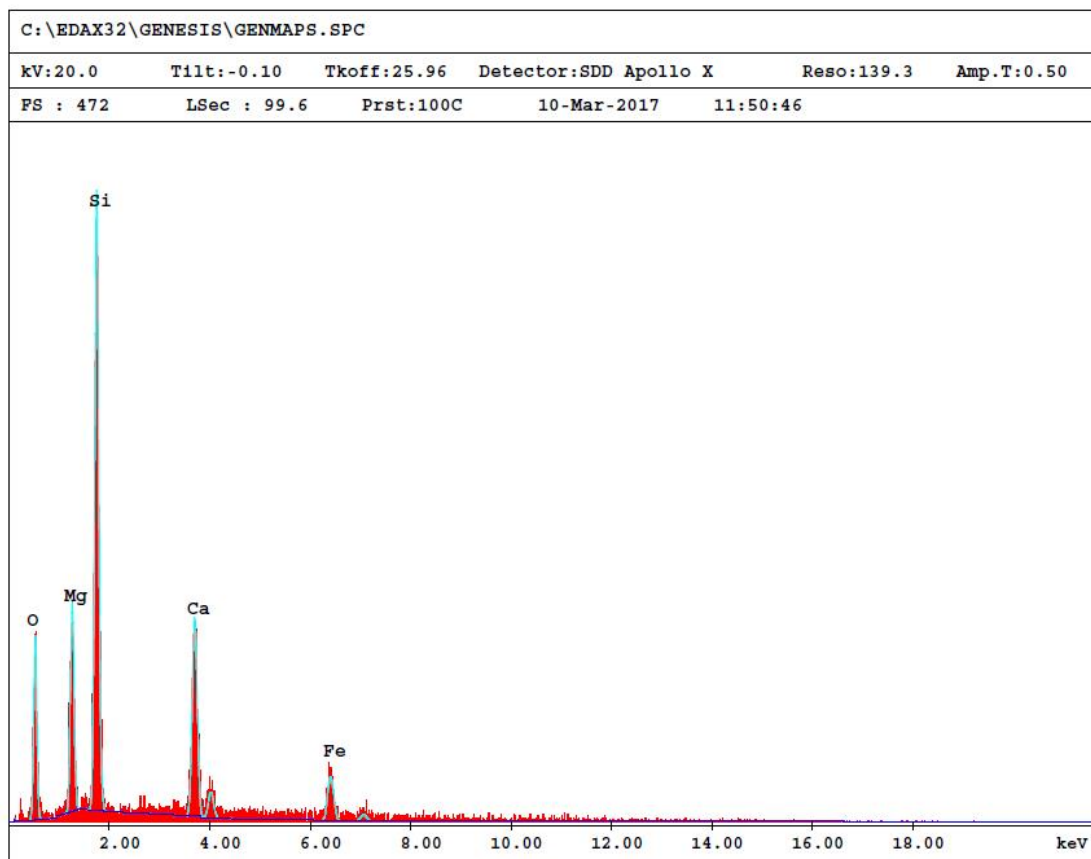
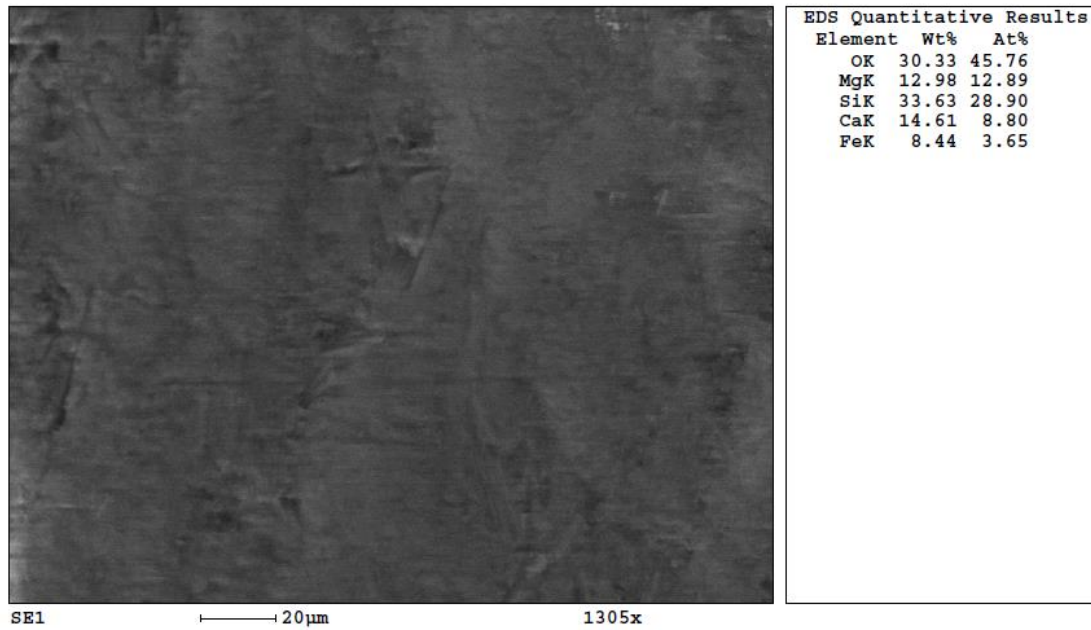


Figura 4-26. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Cara 1.

**CARA B:** Se nota la escasa presencia de marcas y surcos que revelen algún rastro de uso constante en esta cara (Fig. 4-27), su fácil observación se puede encontrar obstruida por las imperfecciones de la superficie, sin embargo si se estudia la imagen detalladamente, se pueden encontrar unas pocas estrías en lugares esporádicos y a veces más de una en paralelo con respecto a las otras. Sin embargo, puede observarse claramente numerosas formaciones cristalinas en forma de los “pliegues” descritos anteriormente, y otras sin ninguna forma en particular más que comunes vetas de minerales (Fig. 4-29). Salvo las imperfecciones del material, presenta un acabado de pulido bastante uniforme y cuidadosamente trabajado.

El resultado del análisis elemental en ambas caras del artefacto dejó al descubierto elementos comunes de la roca base, tales como Si, O, Mg y Ca. Al igual que se observaron muy pequeñas proporciones de C, Al, y Fe, posiblemente como residuos comunes contaminantes. (Fig. 4-26, Fig. 4-28, Fig. 4-30)

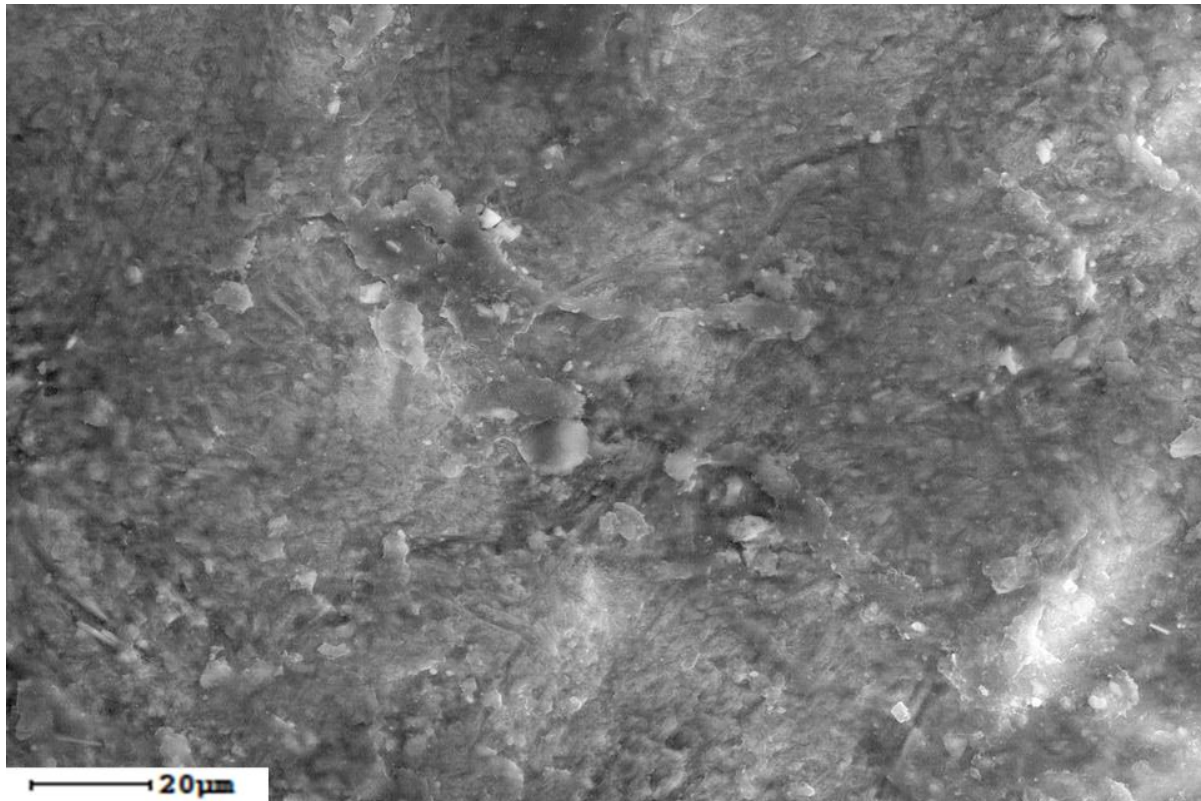


Figura 4-27. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B Cara 1.

---

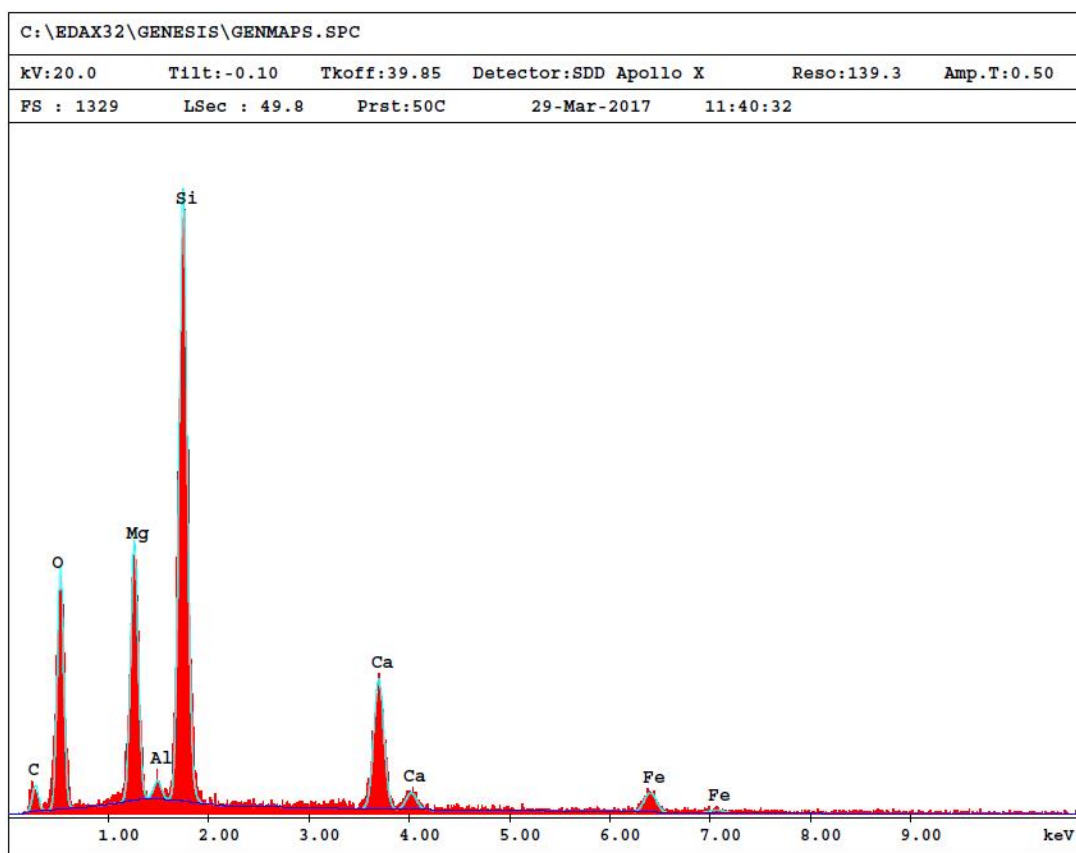
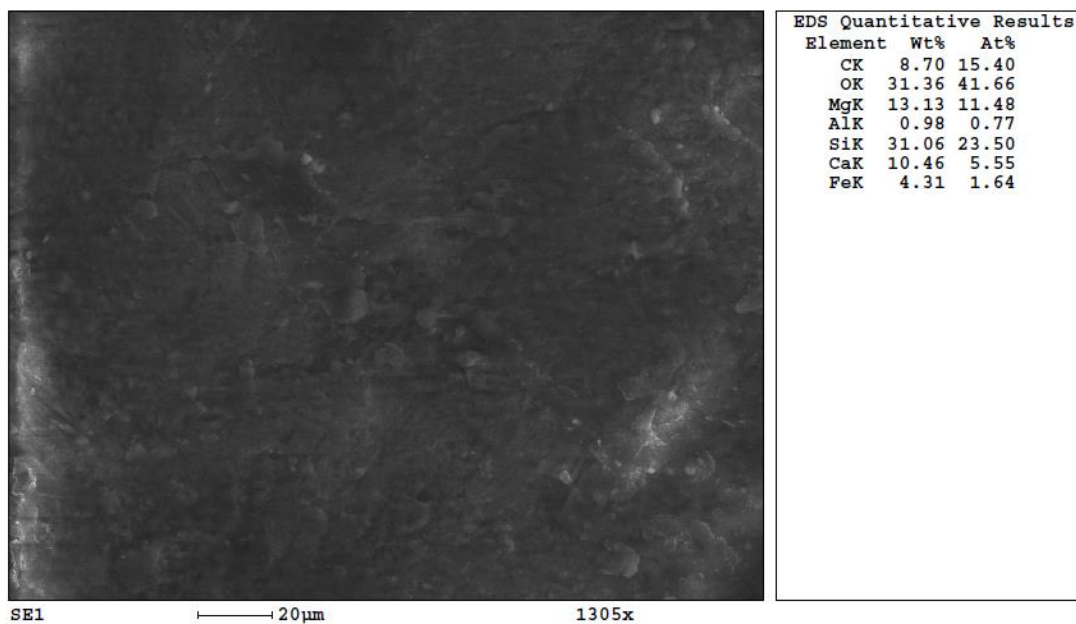


Figura 4-28. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B Cara 1.

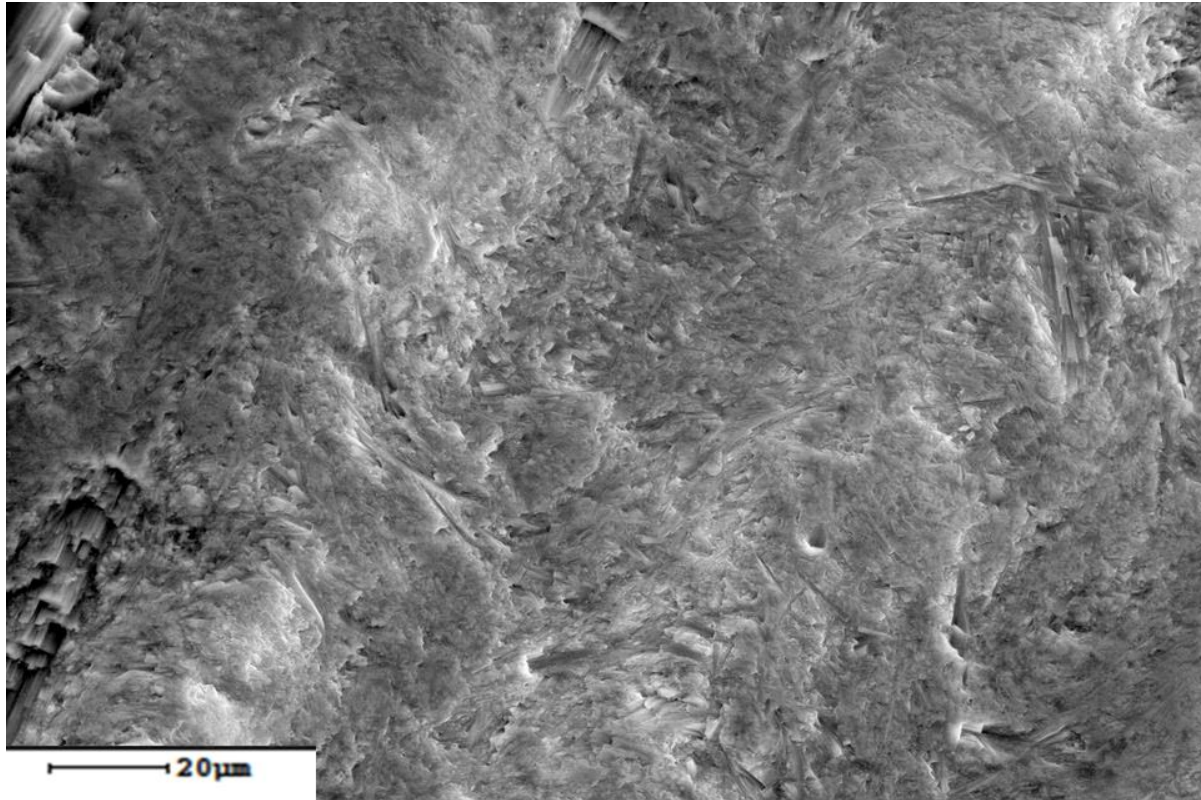


Figura 4-29. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B Cara 2.

---



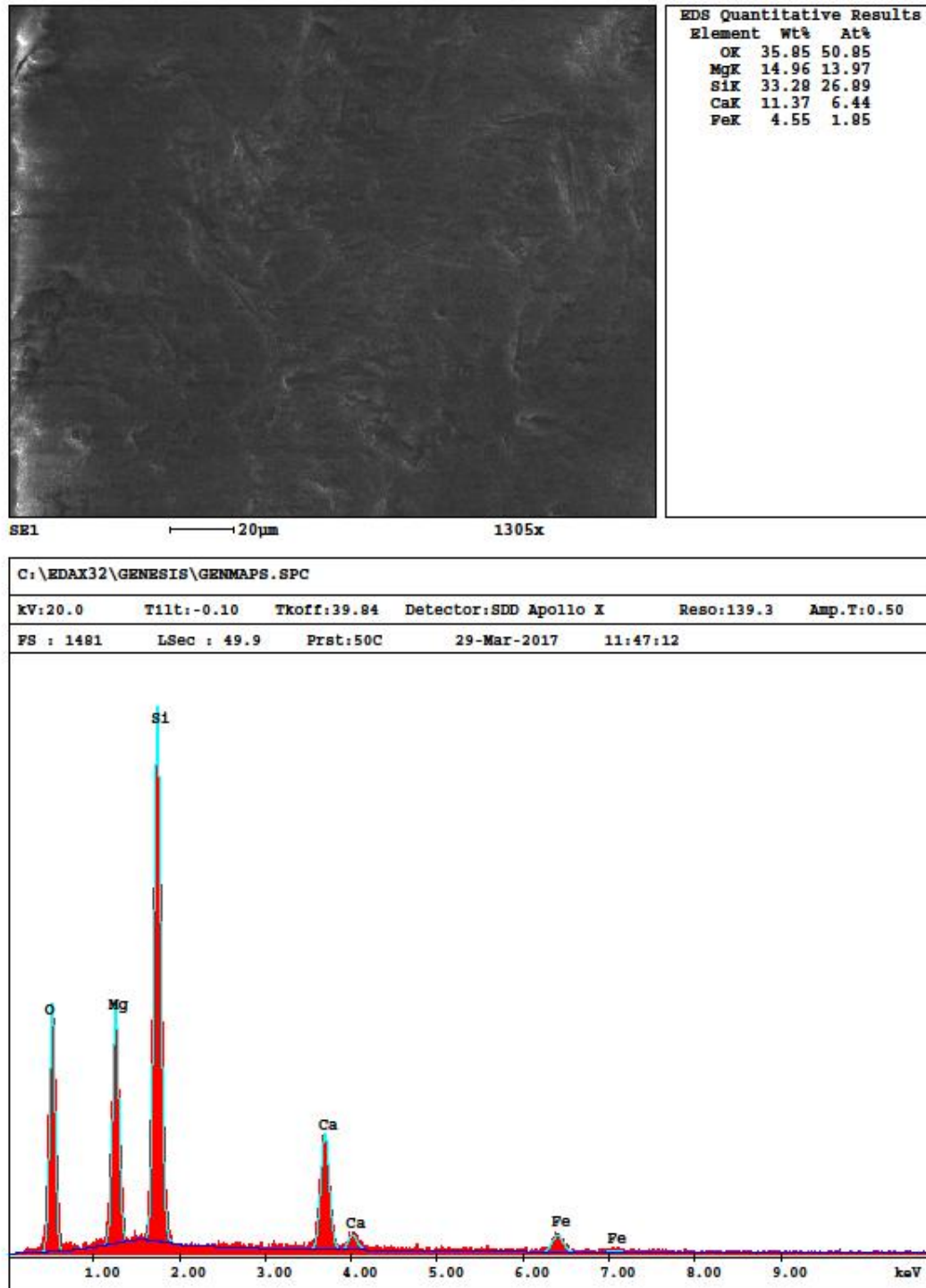


Figura 4-30. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B Cara 2.

**FILO:** En general esta zona se encuentra muy bien conservada y se preserva considerablemente amolado. Se puede resaltar en algunas regiones levantamientos concoidales importantes que le dan un aspecto escalonado. La presencia de embotamiento y redondeo de las aristas también es muy predominante a lo largo del filo entero.

*El Lado A*, aparte de formaciones cristalinas muy notorias, se puede observar en algunos puntos unas profundas marcas de uso. En la región superior (Fig. 4-31) se puede observar un profundo, y prolongado surco que comienza en sentido descendente oblicuo al filo, resaltándose un punto donde se acentúa dicha inclinación. Un surco corto y profundo intercepta al ya descrito en un sentido perpendicular. Se puede detallar una estría ancha y profunda que dibuja aproximadamente una línea en el sentido del uso ordinario, perpendicular al filo, que se va tornando ligeramente hacia arriba. Debajo de ésta, pero más alejada del filo se observa otra marca profunda y paralela a la anterior. En la parte más superior de esta región, se pueden observar pequeñas estrías poco profundas y en diversos sentidos, siendo las más comunes en sentido ascendente oblicuo al filo, luego unas pocas en sentido paralelo al filo, y unas cuantas en sentido perpendicular al filo, paralelas al sentido de uso ordinario. En esta zona encontramos dos microresiduos claramente visibles, uno de aproximadamente 20  $\mu\text{m}$ , y otro más grande de aproximadamente 100  $\mu\text{m}$  (Fig. 4-32). Al hacerle análisis elemental a los mismos conseguimos una señal muy alta de C, O y S, aparte de los elementos de la roca base (Fig. 4-33). En la región intermedia podemos observar más claramente los microlasqueos con las aristas redondeadas, y la forma escalonada del filo en general (Fig. 4-34). Existen grandes desprendimientos del material, así como formaciones cristalinas e imperfecciones de la superficie, pero aun así es posible observar algunas estrías en sentido del uso ordinario del artefacto. Se aprecia una gran hendidura en sentido ascendente oblicuo al filo de la pieza (Fig. 4-35). En esta zona se encuentran múltiples microresiduos y el análisis elemental ejecutado nos mostró la presencia de C, Mg, S, K, Ca, Na y Cl (Fig. 4-36, Fig. 4-37). En la zona inferior (Fig. 4-38, Fig. 4-39, Fig. 4-40) se detallan una serie de estrías poco profundas oblicuas al filo y en sentido ascendente, unas pocas van en sentido del uso ordinario. También pueden observarse unas cuantas estrías perpendiculares a estas dos, oblicuas pero en sentido descendente y paralelas al filo.

---

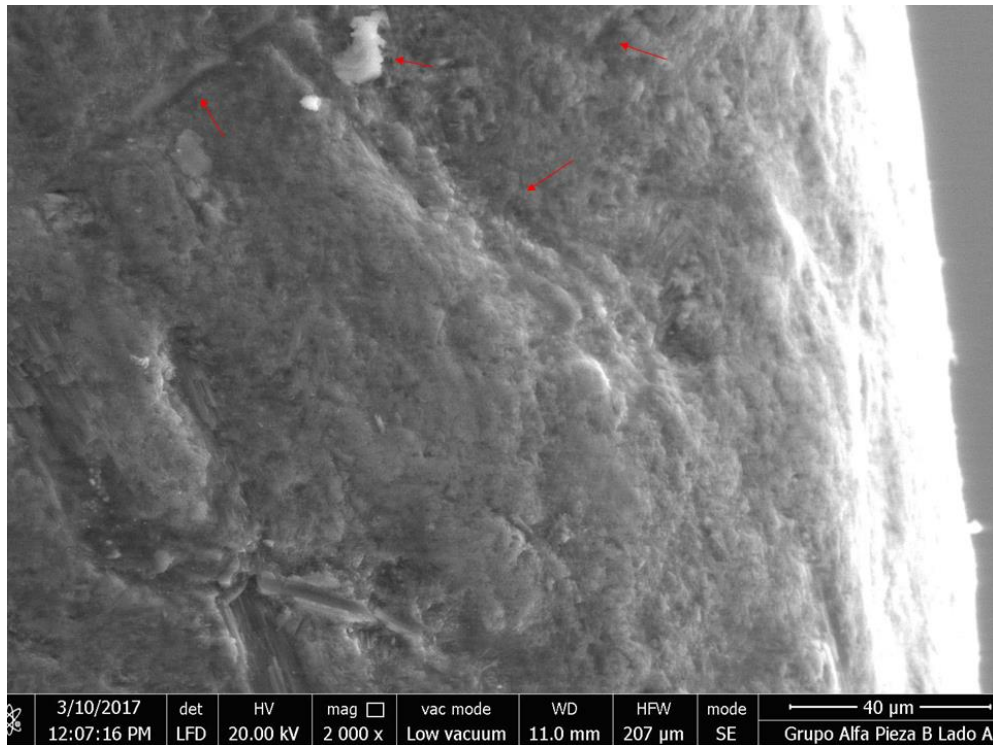


Figura 4-31. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Filo 1. Estrías, microresiduos y embotamiento del filo.

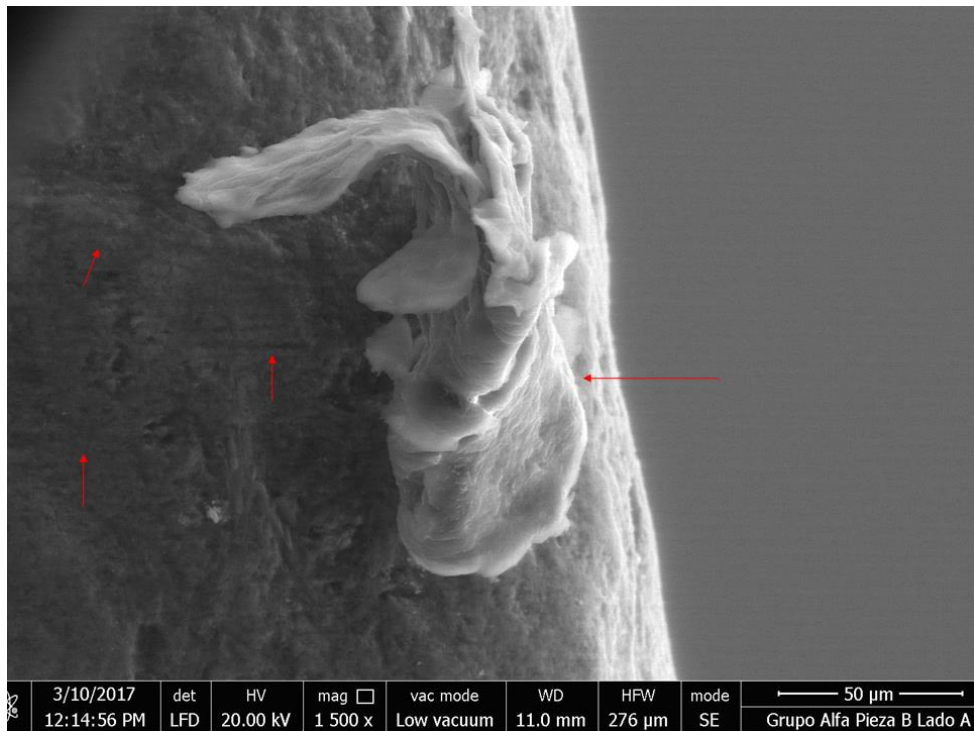


Figura 4-32. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Filo 1. Zoom a microresiduo.

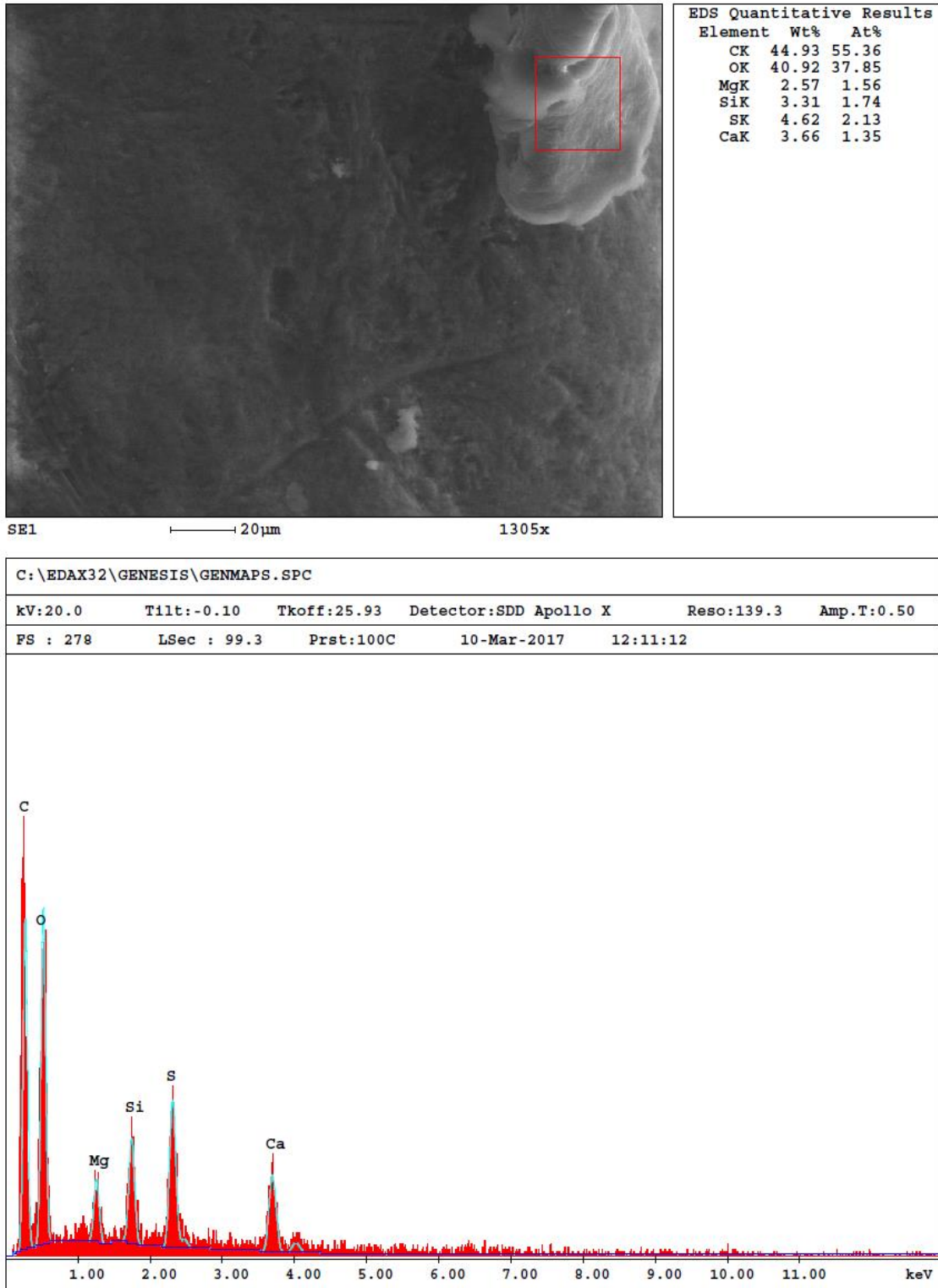


Figura 4-33. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Filo 1.

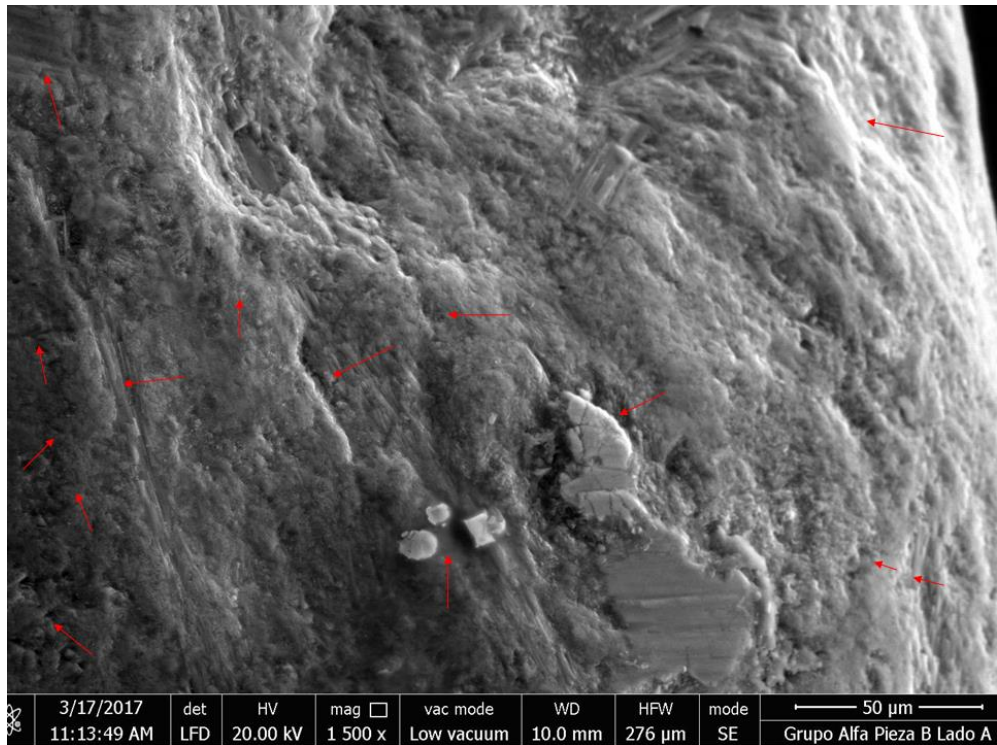


Figura 4-34. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Filo 2. Estrías, microlasqueos, micropulido.

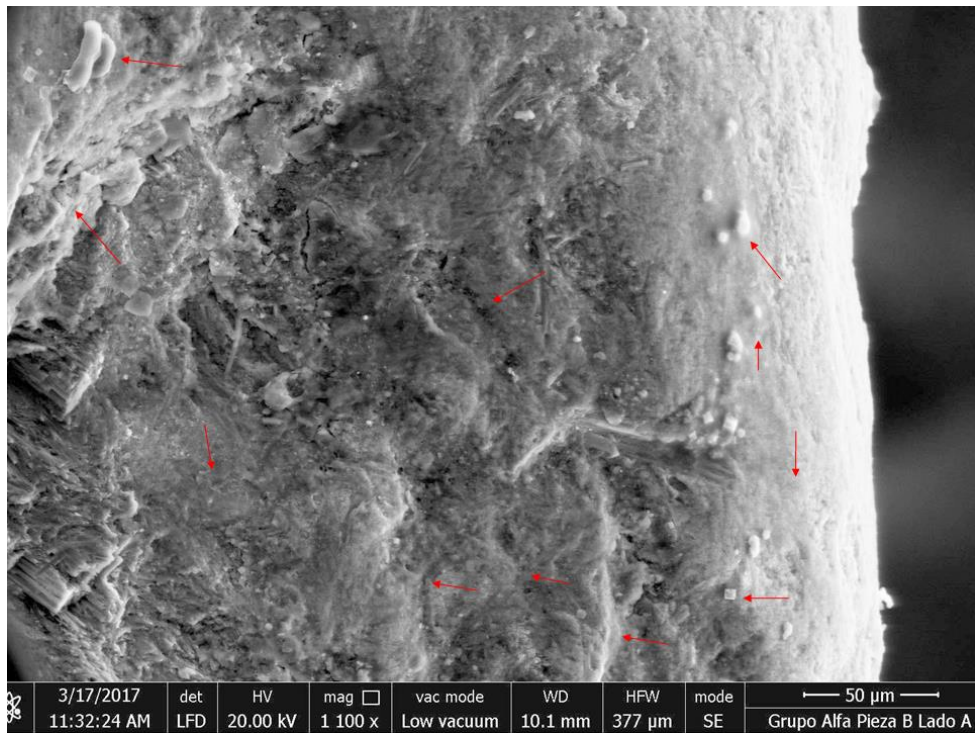


Figura 4-35. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Filo 2. Estrías, microlasqueos, microresiduos.

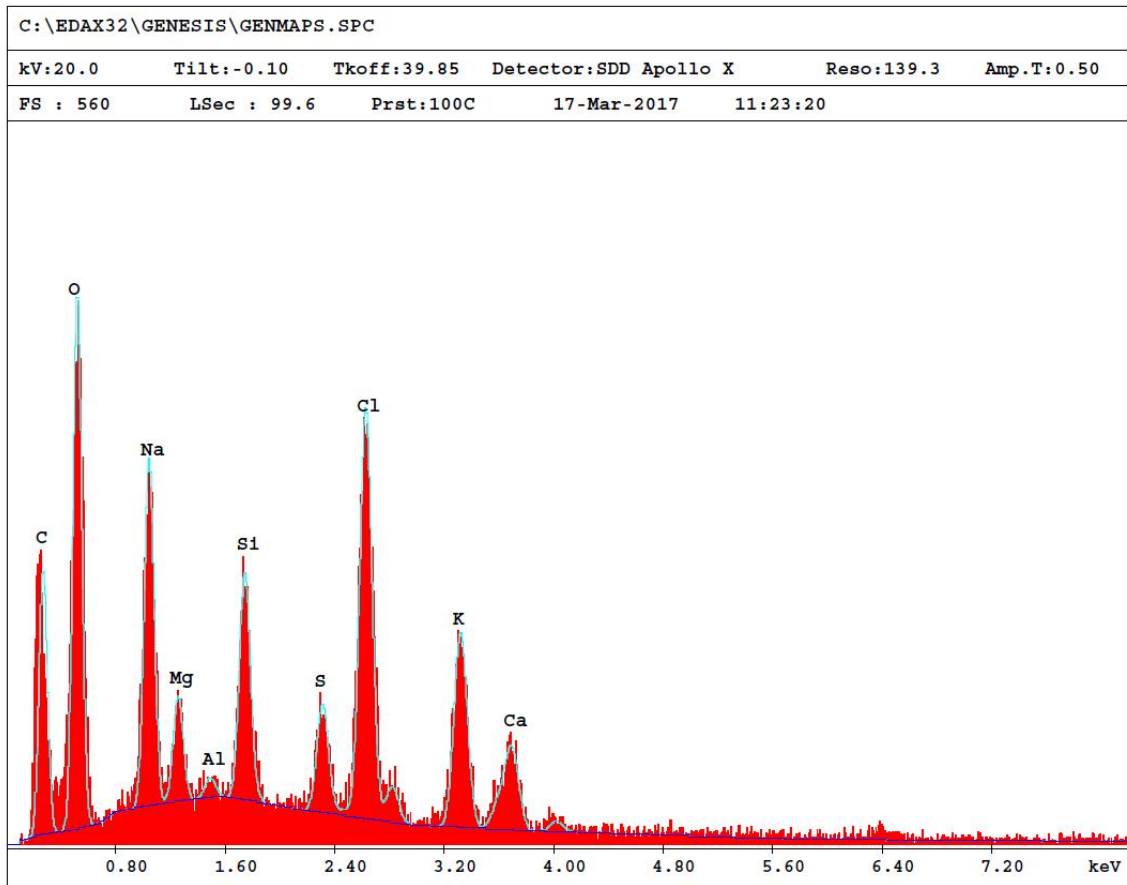
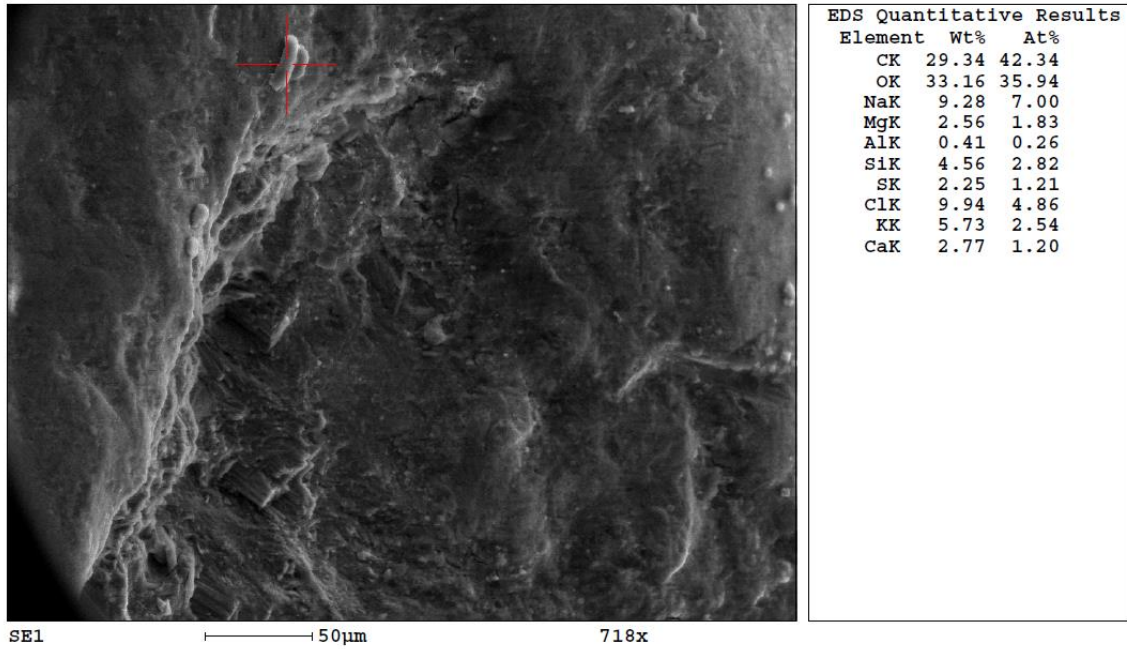
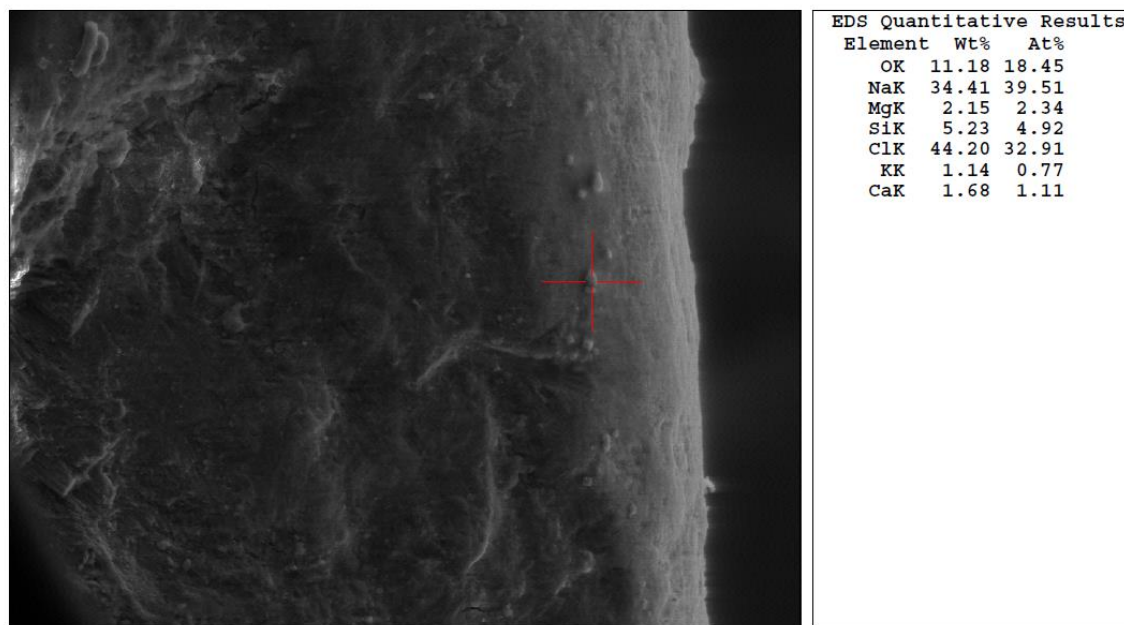


Figura 4-36. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Filo 2. Microresiduo.



SE1 50µm 718x

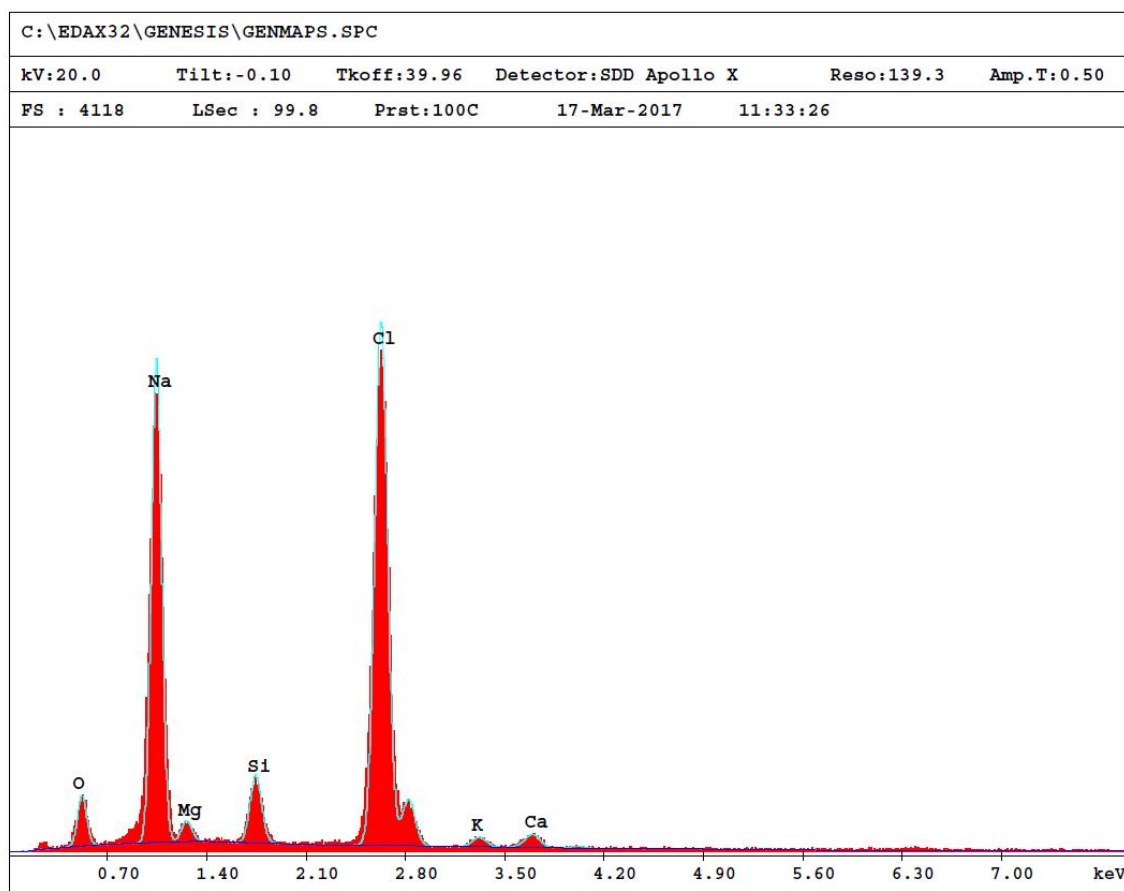


Figura 4-37. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Filo 2.

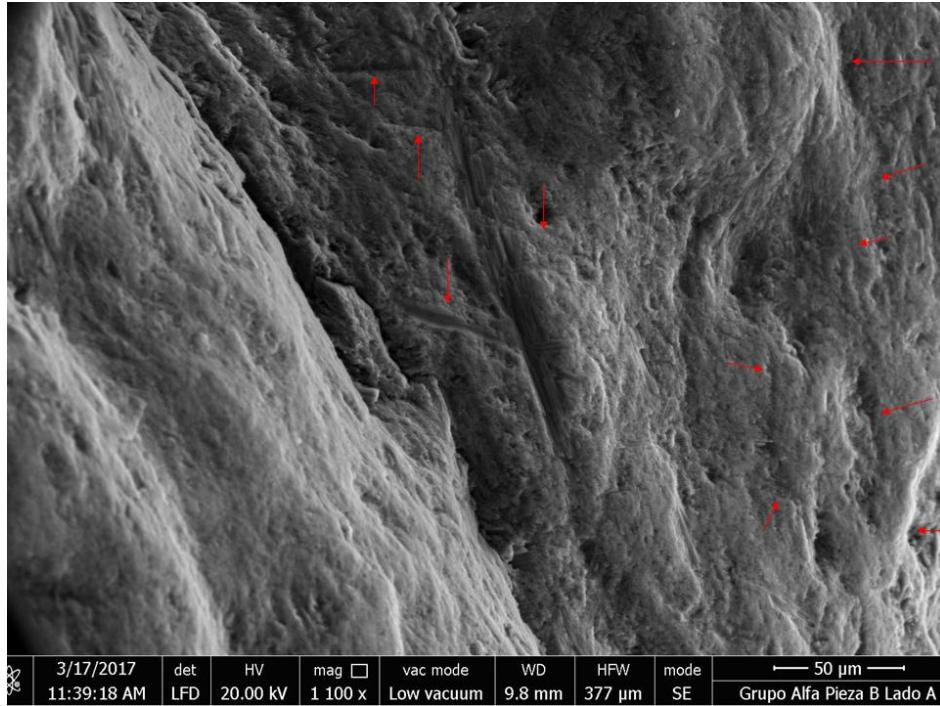


Figura 4-38. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Filo 3. Estrías y microlasqueos.

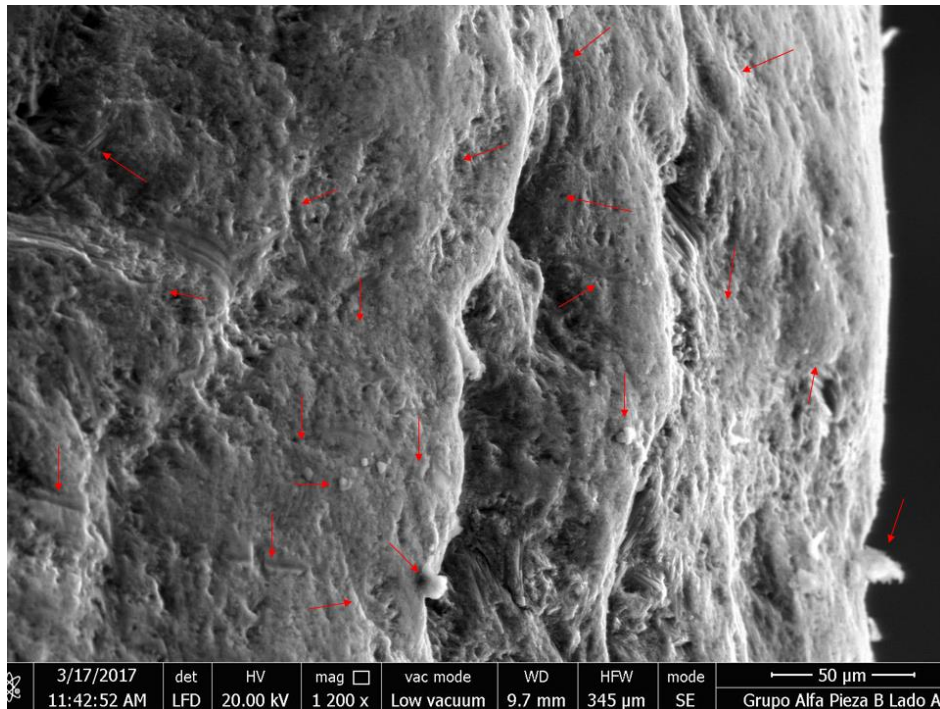


Figura 4-39. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Filo 3. Estrías, microresiduos, embotamiento y microlasqueos.



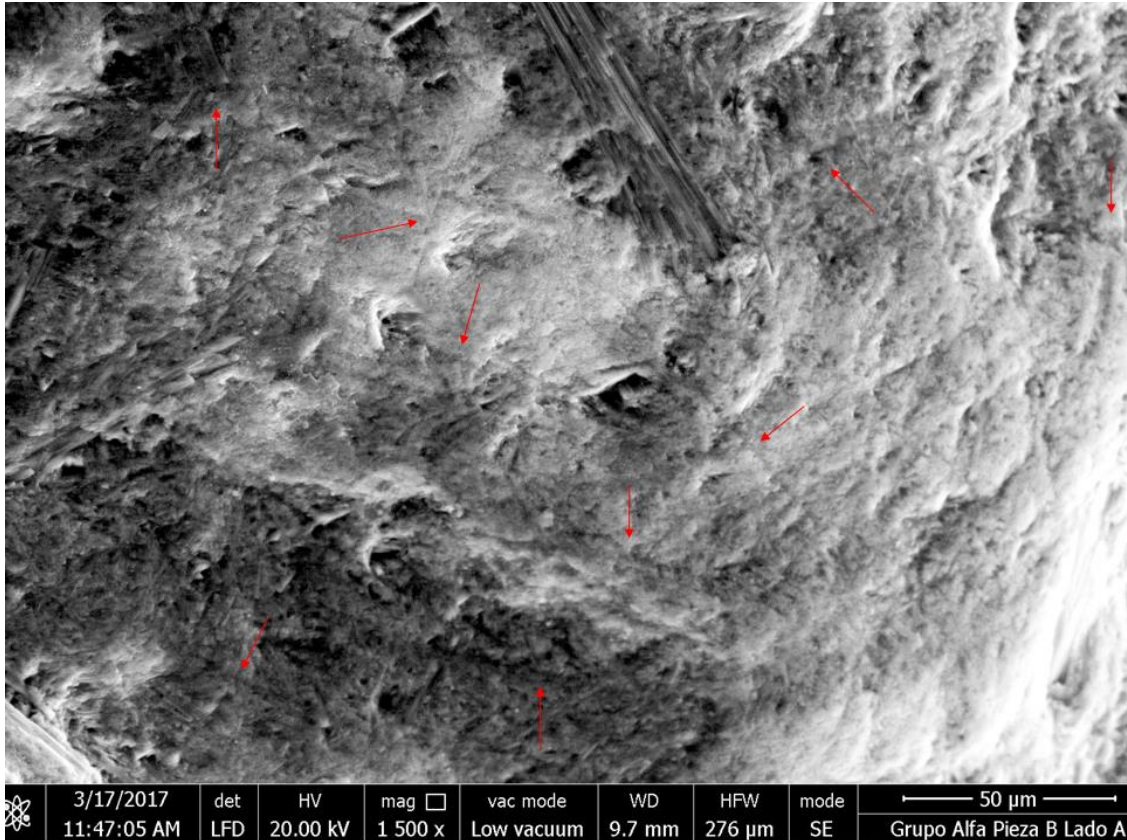


Figura 4-40. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado A Filo 3. Estrías.

*En el Lado B* presenta a lo largo del mismo numerosas estrías paralelas al filo (perpendiculares al sentido del uso ordinario del instrumento) (Fig. 4-42). En la zona superior (Fig. 4-41) y media (Fig. 4-44, Fig. 4-45) también se observan varios surcos en sentido del uso ordinario (perpendiculares al filo) y unos cuantos oblicuos al filo, ascendentes y descendentes, apareciendo dos particularmente prominentes en la zona inferior, inclinados hacia abajo. También se puede apreciar un embotamiento del filo y levantamiento concoidales con aristas redondeadas (Fig. 4-48, Fig. 4-49). El análisis elemental realizado a una de las hendiduras arrojó una señal muy baja de C y Ca (Fig. 4-43). Hay muy pocos microresiduos, donde un análisis elemental a uno de ellos indicó la presencia muy baja de S, Al, C, Ca y Fe (Fig. 4-46). Se encontró también Na y Cl (Fig. 4-47).

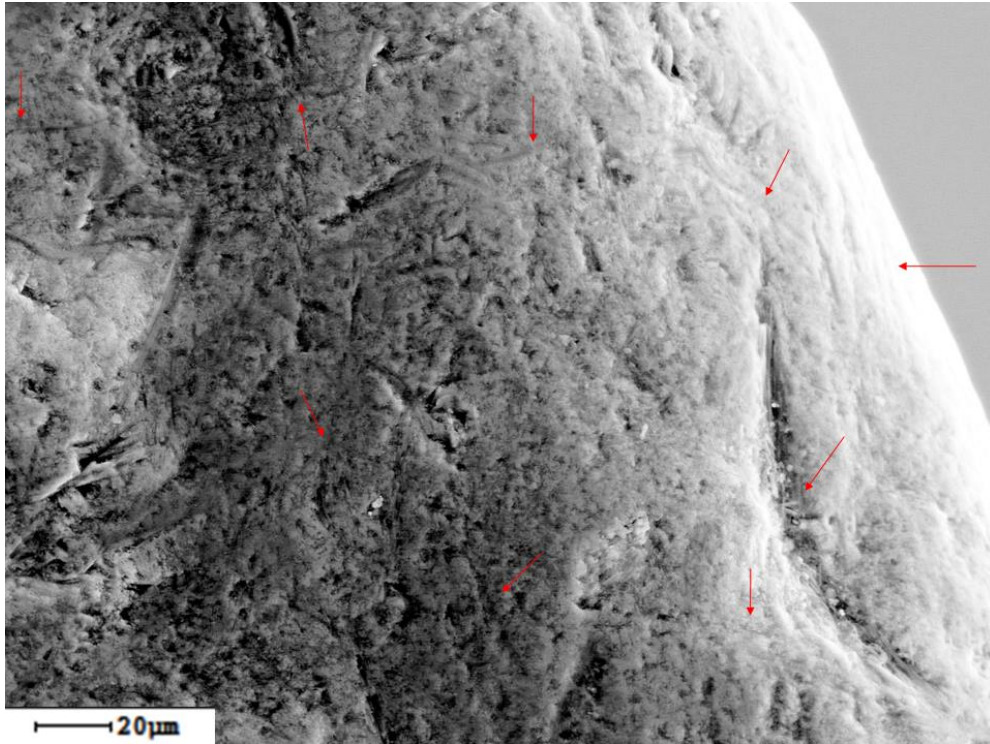


Figura 4-41. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B Filo 1. Estrías y microresiduos.

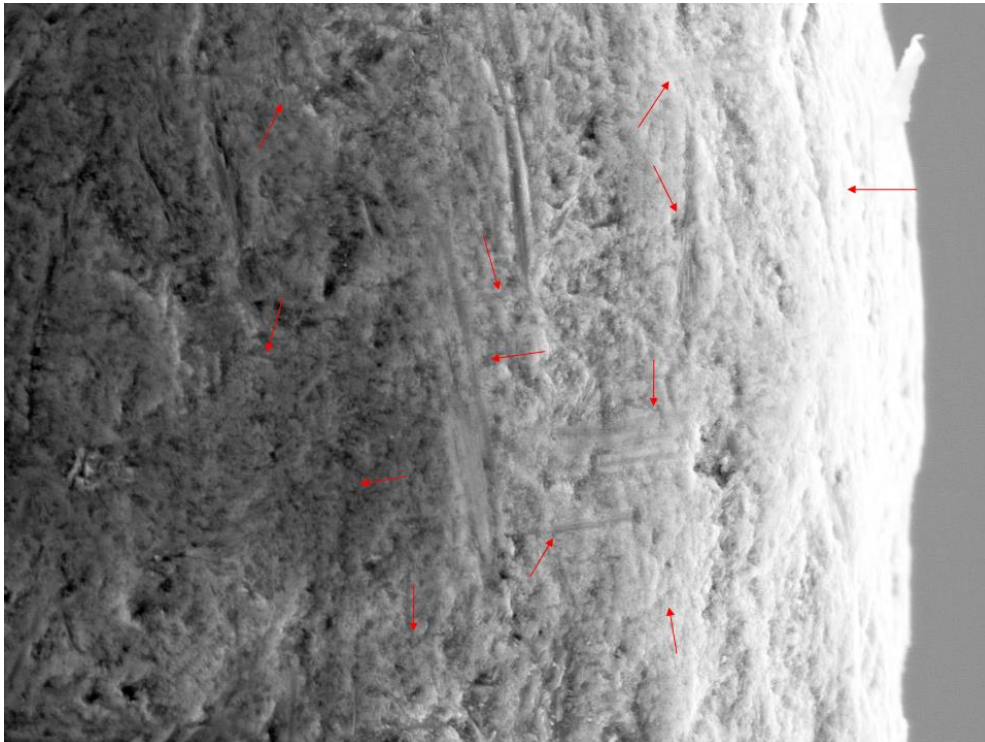


Figura 4-42. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B Filo 1. Estrías.

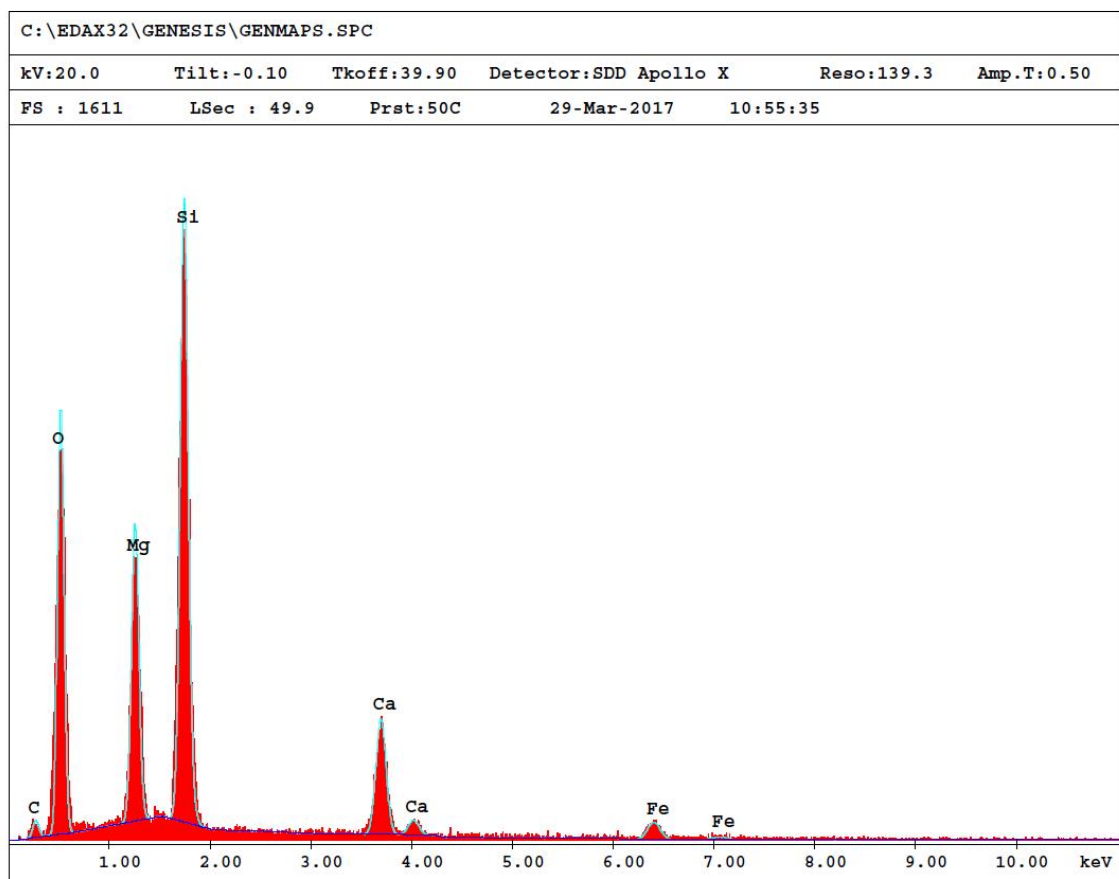
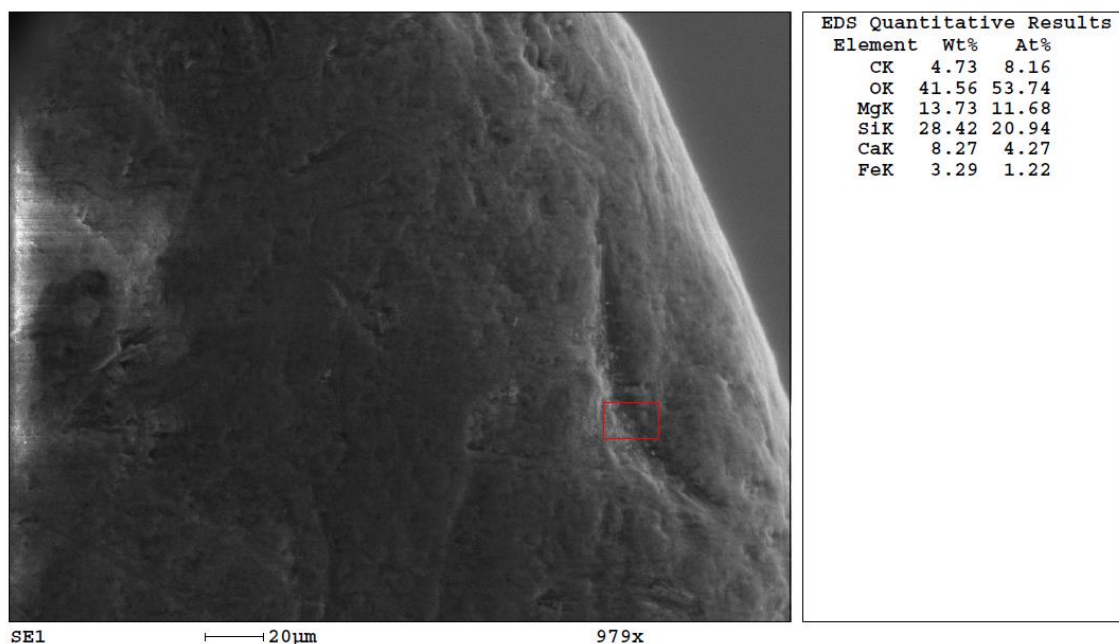


Figura 4-43. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado BFil0 1.

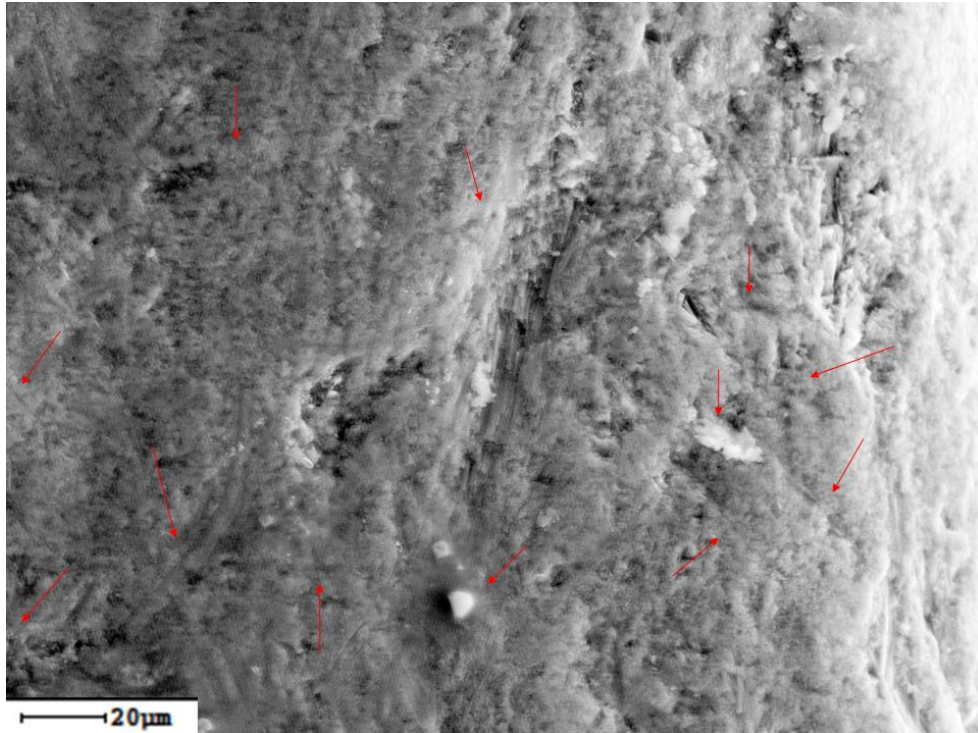


Figura 4-44. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B Filo 2. Estrías y microresiduos.

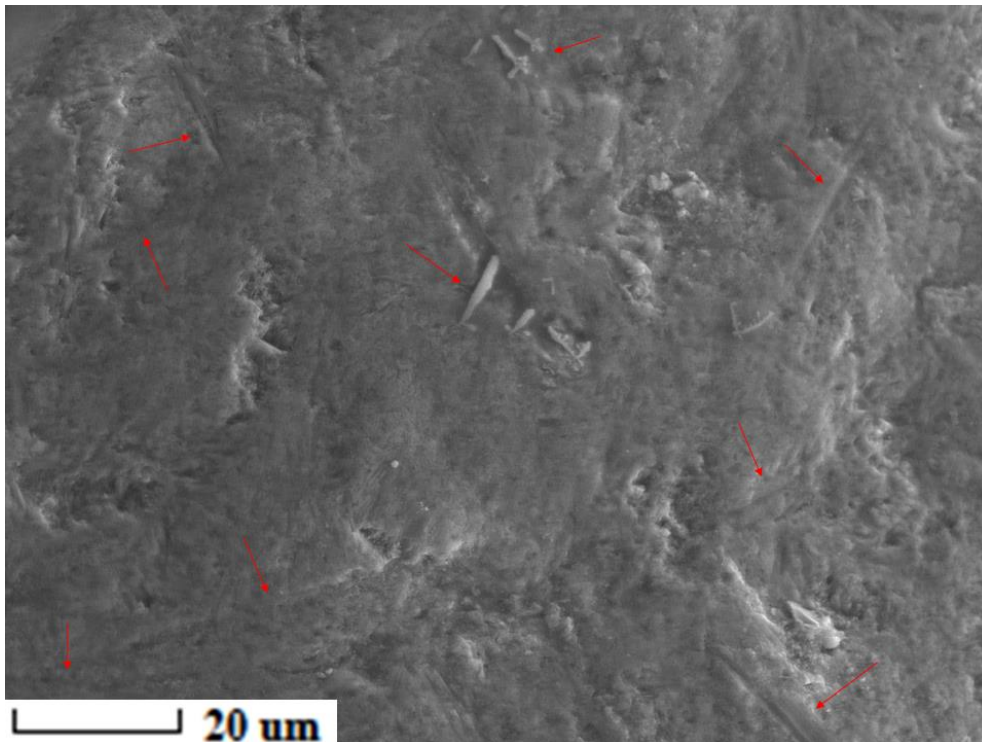


Figura 4-45. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B Filo 2. Estrías y microresiduos.

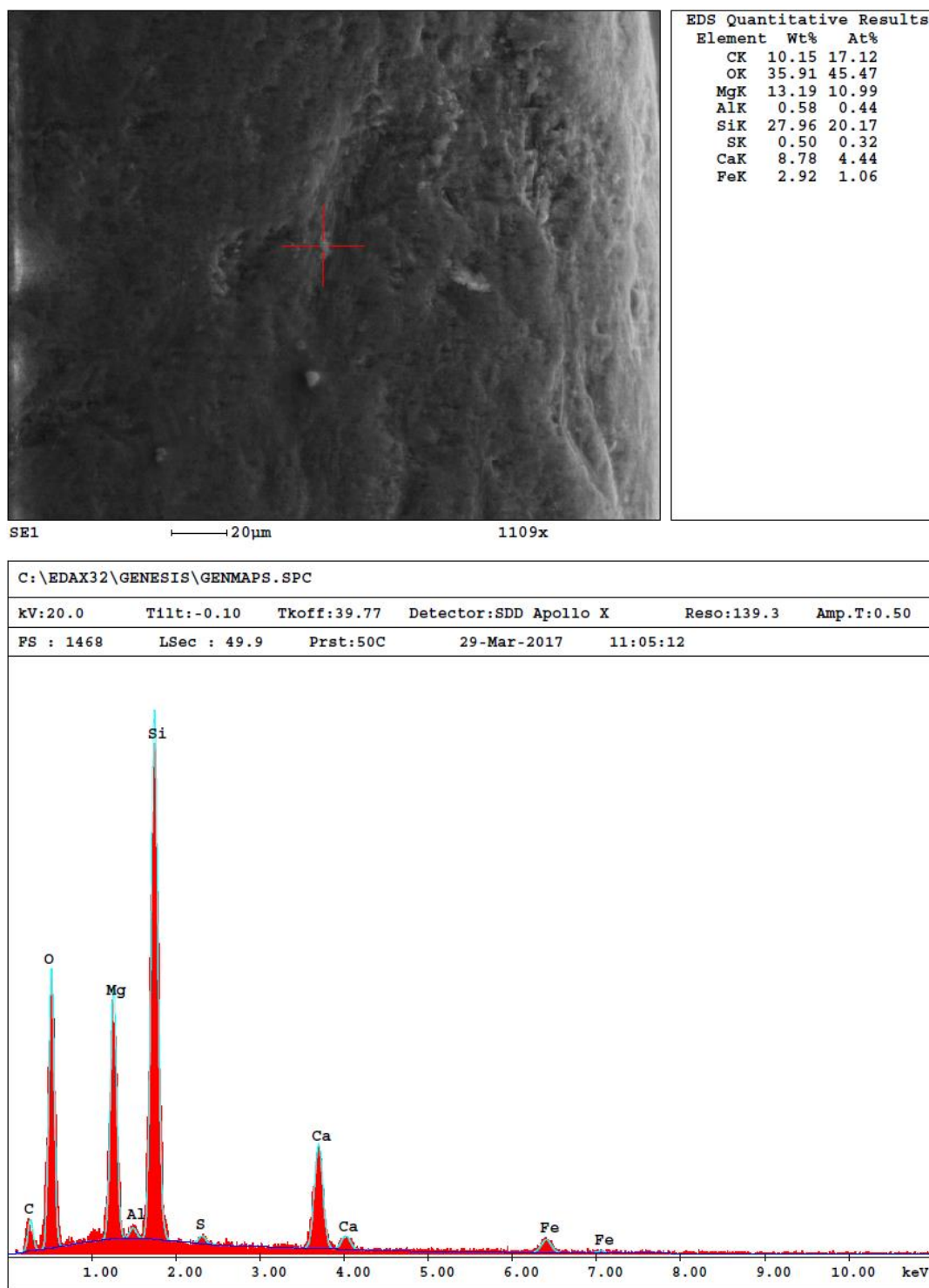


Figura 4-46. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B-Filo 2.

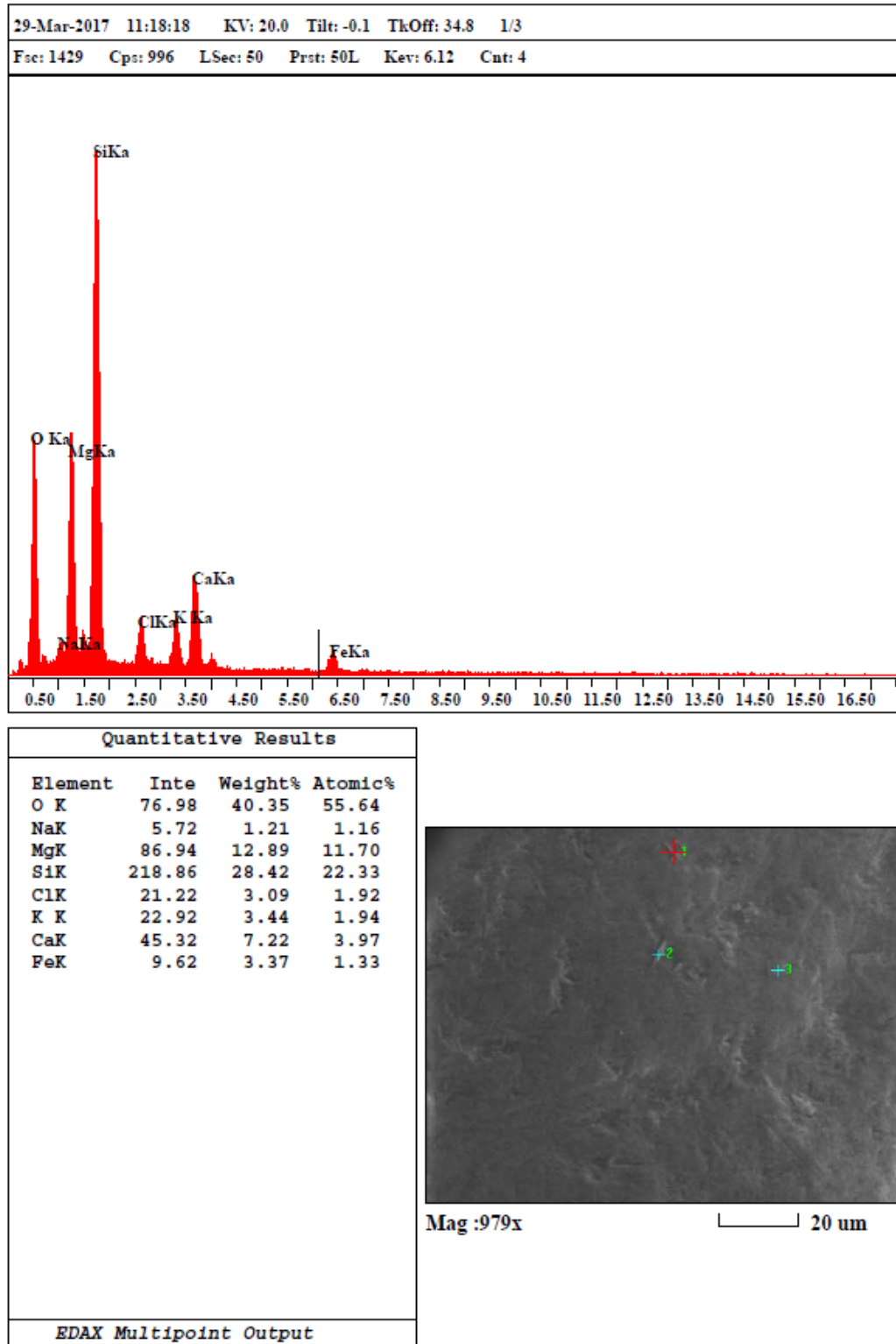


Figura 4-47. Análisis elemental de Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado BFil0 2.

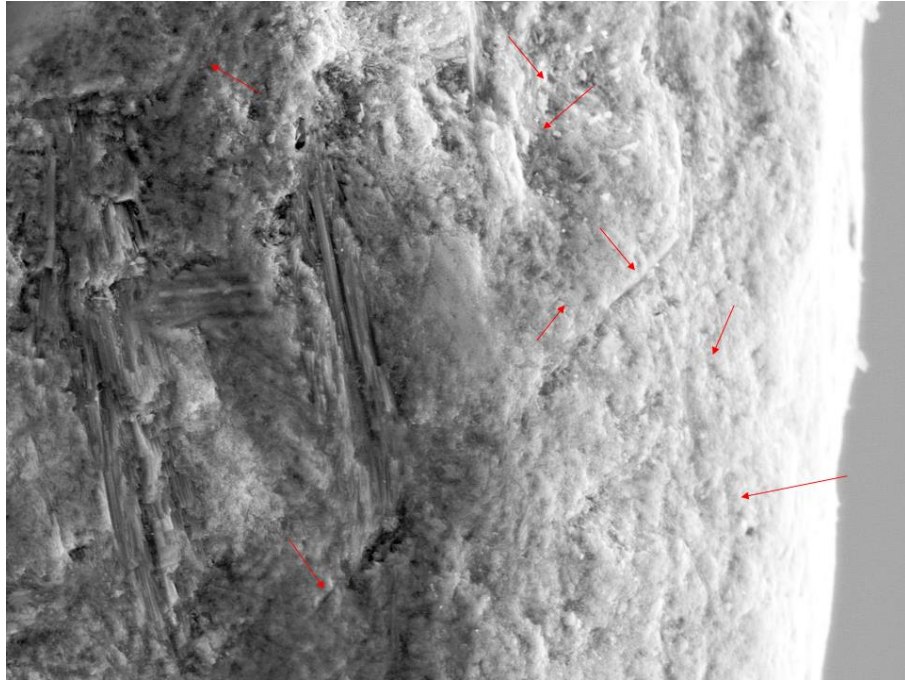


Figura 4-48. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B Filo 3. Estrías, microresiduos, embotamiento y microlasqueos.

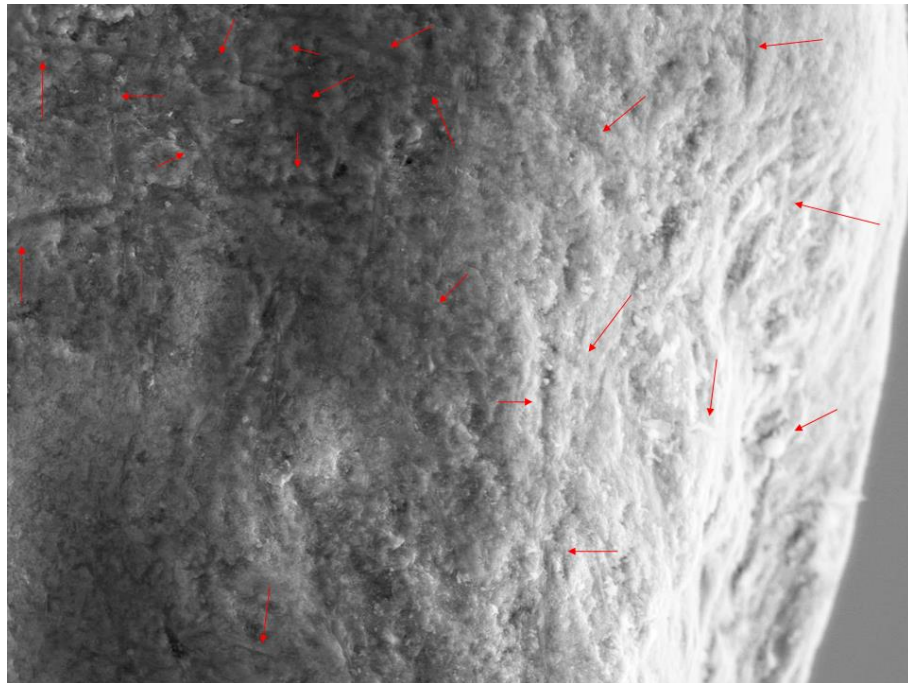


Figura 4-49. Micrografía. Grupo  $\alpha$  Pieza B-Lado B Filo 3. Estrías, microresiduos, embotamiento y microlasqueos.

### 4.1.3. Grupo $\beta$ Pieza A:

**Depósito:** Galpones de la Escuela de Arqueología de la UCV.

**Procedencia:** 4 Km saliendo de Valera, vía Agua Viva. (El Jobal, Edo. Trujillo).

**Material:** Sílex (Aluminosilicatos).

**Longitud máxima:**  $(35 \pm 1)$  mm. **Anchura máxima:**  $(16 \pm 1)$  mm. **Espesor máximo:**  $(4 \pm 1)$  mm.

**CARA A:** Podemos apreciar una superficie muy irregular, con un relieve bastante marcado y con apariencia altamente rugosa (Fig. 4-50, Fig. 4-51). Estas marcas son huellas características de la manufactura, probablemente durante proceso de alisado, y se encuentran a lo largo de toda la superficie de la microhacha. Aunque también, ésta marcada irregularidad puede deberse al proceso de erosión por el ambiente a lo largo de los años. El análisis elemental realizado sobre este lado de la microhacha nos arroja elementos que son característicos de la roca de la que fue hecho el útil, tales como O, Si, Al. Y otros cuyas señales captadas son bajas, pero que probablemente aparecen por contaminación de la pieza o porque el artefacto posee pequeñas betas de estos minerales, como C, K, Na, Mg, Ti y Fe (Fig. 4-52).

---



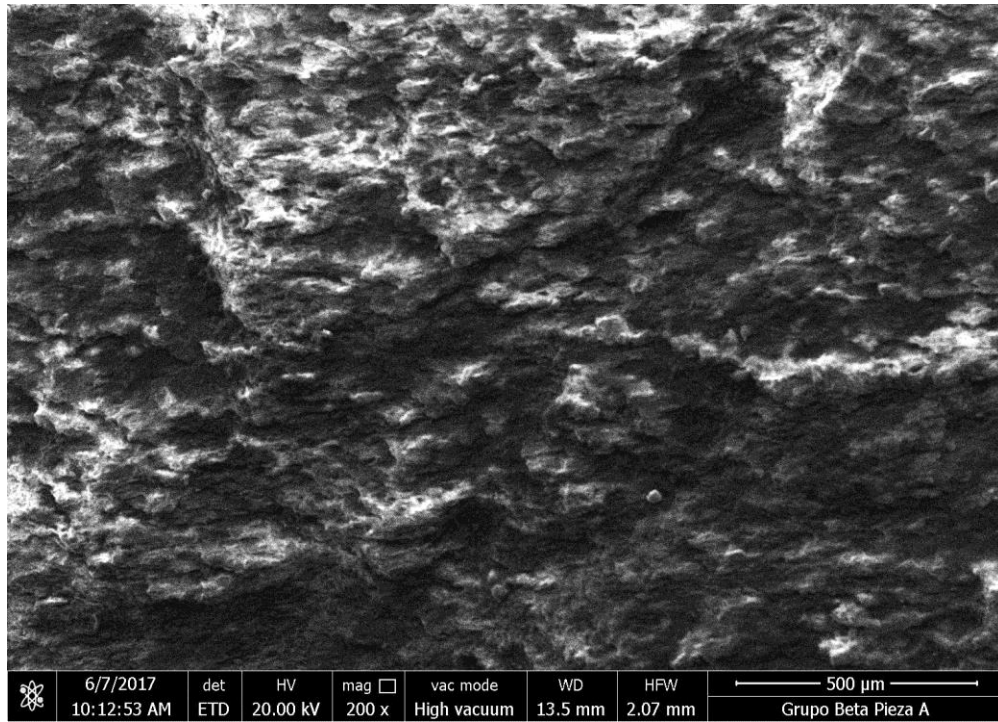


Figura 4-50. Micrografía. Grupo β Pieza A-Lado A Cara 1.

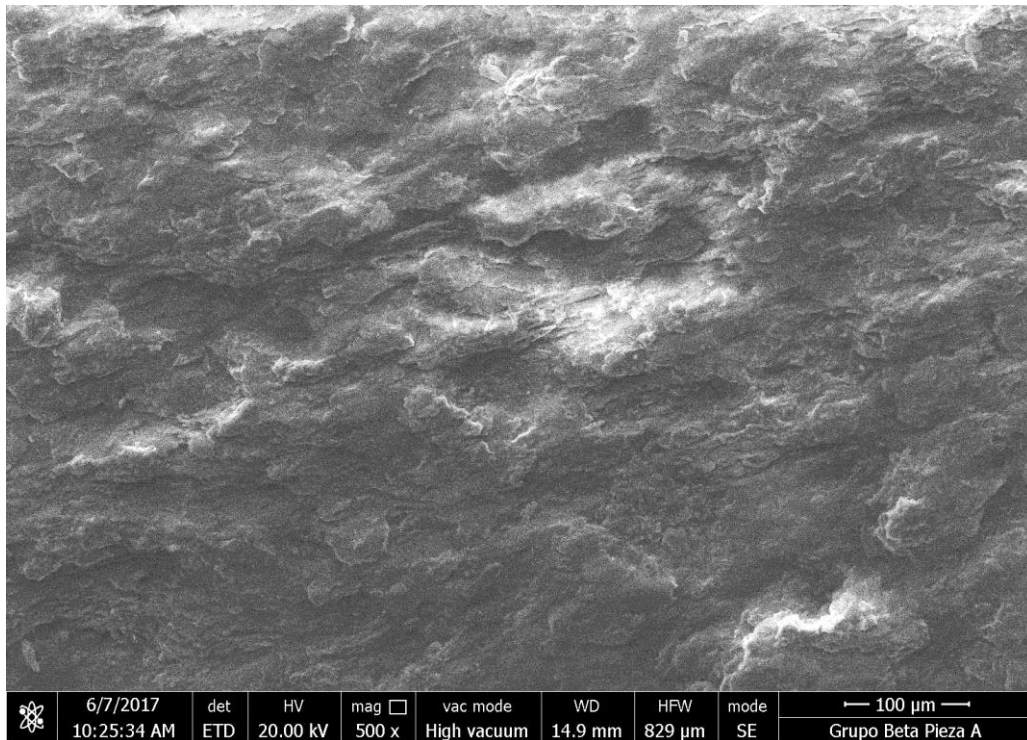


Figura 4-51. Micrografía. Grupo β Pieza A-Lado A Cara 2.

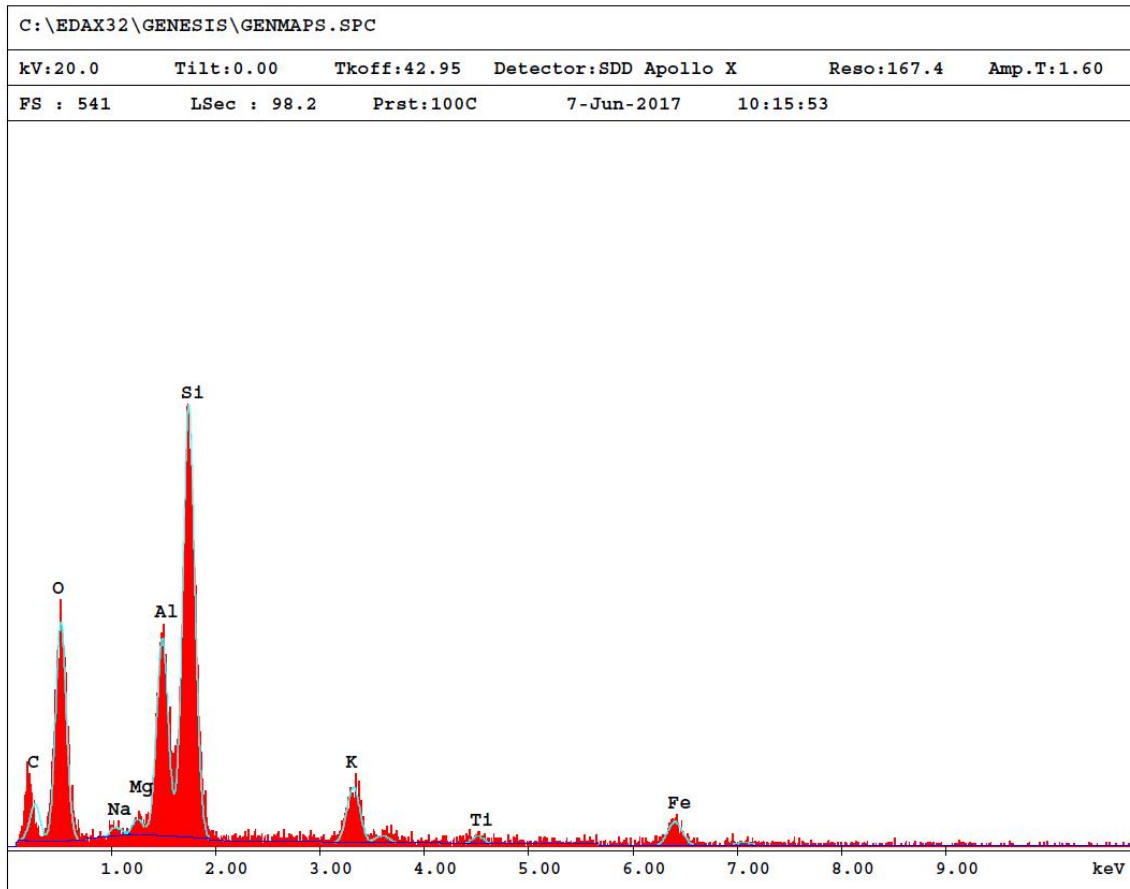
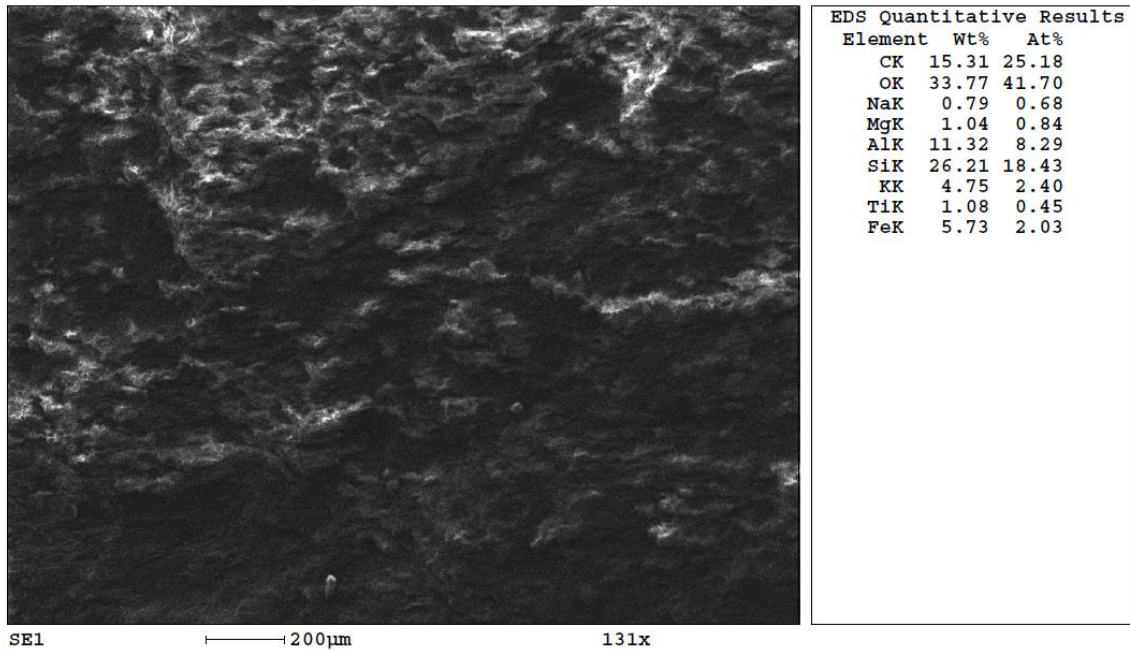


Figura 4-52. Análisis elemental de Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Cara 1.

**CARA B:** Presenta la misma superficie irregular, con los mismos pliegues y protuberancias que podemos apreciar en la cara A de la misma pieza (Fig. 4-53). No ahondaremos más en la descripción topográfica de esta cara ya que es similar en todos los sentidos a la cara A, demostrando una uniformidad entre las zonas no activas del artefacto. El análisis elemental en esta cara nos refleja que los elementos con mayor proporción siguen siendo Si, Al y O, correspondientes a los elementos de la roca base, y en menor proporción aparecen B, Na, K y Fe (Fig. 4-54).

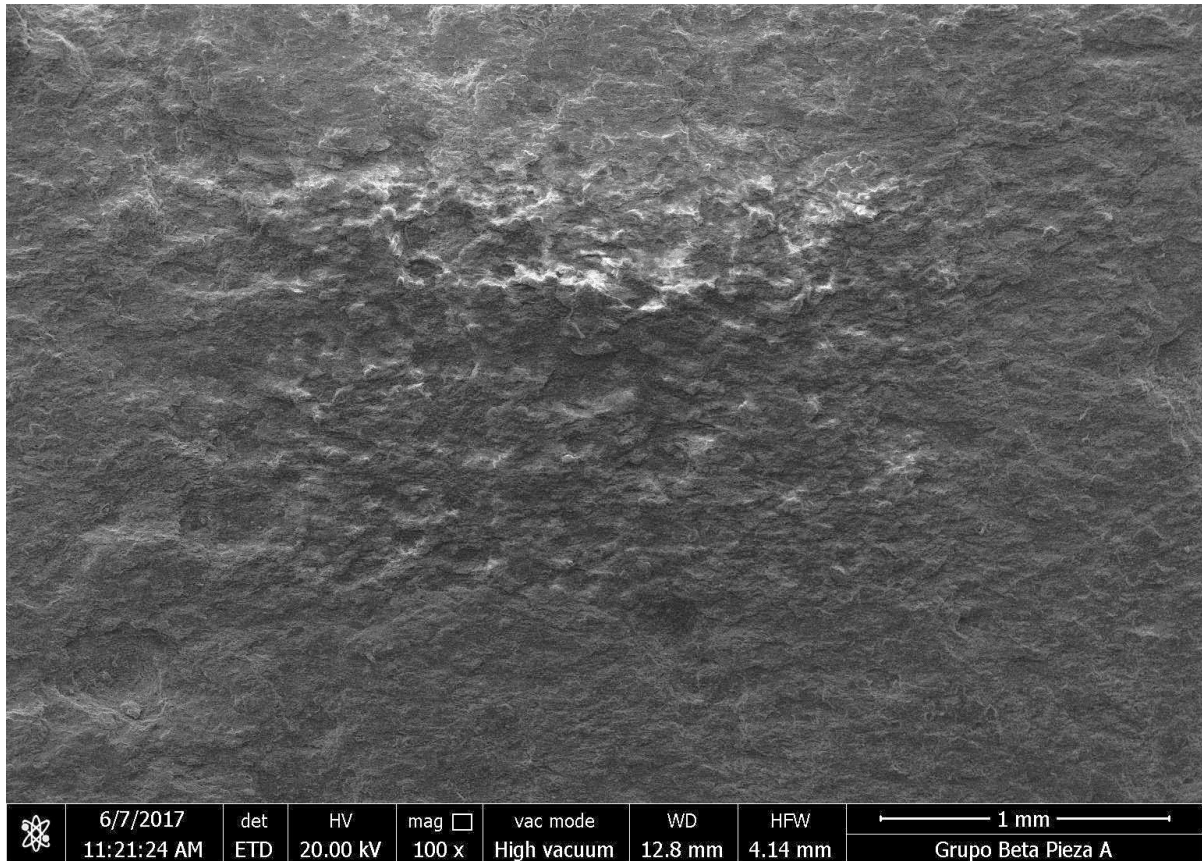


Figura 4-53. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Cara 1.

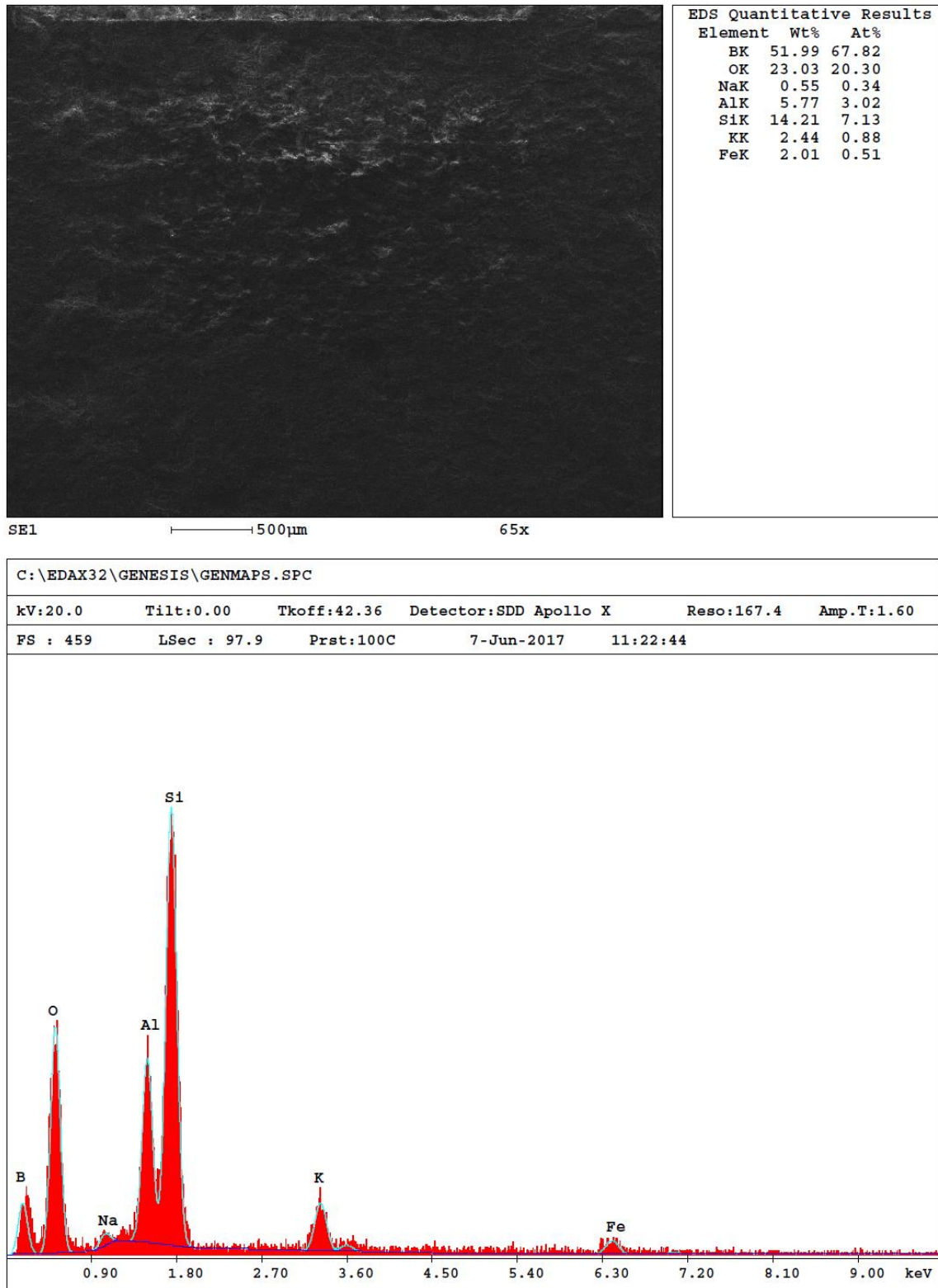


Figura 4-54. Análisis elemental de Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Cara 1.

**FILO:** Se aprecia redondeado y no parece conservarse afilado. En general la marca de uso que más predomina en las imágenes es el microlasqueo, levantamientos concoidales a lo largo de esta área, y algunas pocas estrías (Fig. 4-57). También aparecen unos pocos microresiduos. El mayor rastro de uso se observa en las inmediaciones del filo, y luego cambia de manera muy marcada en ocasiones, mientras se aleja de la zona activa.

*En el Lado A*, en las inmediaciones del filo podemos describir la superficie como una especie de granulado, muy rugosa pero uniforme en esta zona, con algunas secciones donde se observa desprendimientos considerables de la roca base (Fig. 4-55). En la sección superior aparecen algunas estrías en sentido oblicuo al del uso ordinario, en dirección descendente (Fig. 4-59). En la sección media se observan este mismo tipo de marcas (Fig. 4-61) y unas cortas perpendiculares al filo (Fig. 4-62). Ya en la sección inferior aparecen unas estrías que van en el mismo sentido del uso ordinario del artefacto (Fig. 4- 63), y aparece una en sentido oblicuo ascendente (Fig. 4-65). Sin embargo, la huella de uso más clara viene dada por una serie de levantamientos concoidales, unos microlasqueos que marcan una clara diferencia entre la superficie granulada y rugosa, y ésta escalonada y un poco más lisa (Fig. 4-67). Tanto en la sección superior como en la sección inferior se encontraron unos escasos microresiduos. El análisis elemental realizado a estos dio como resultado una muy alta presencia de C, y en menor proporción S y otros elementos como Ca, Mg, K, Ti, Fe, Cl, Na, Cr y B. (Fig. 4-56, Fig. 4-58, Fig. 4-60, Fig. 4-64, Fig. 4-66)

---

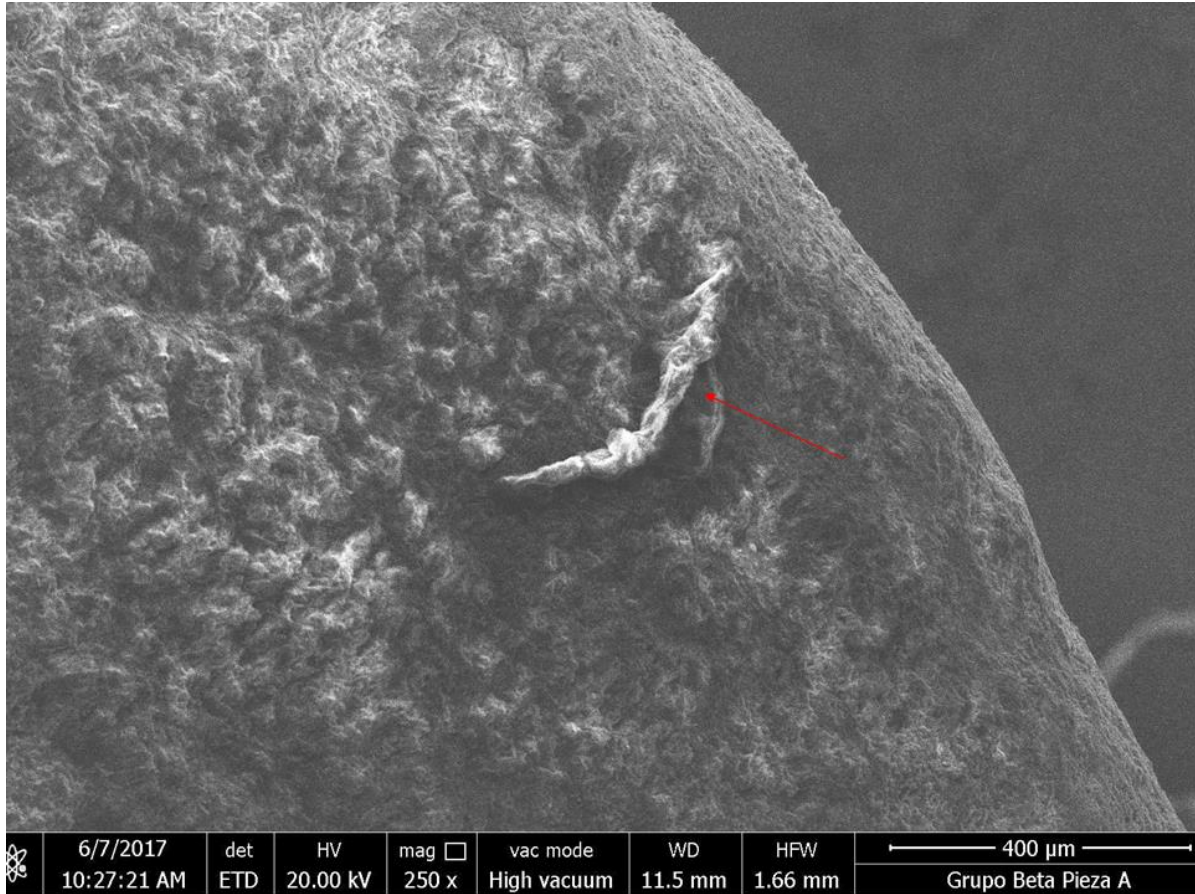


Figura 4-55. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 1. Microresiduo.

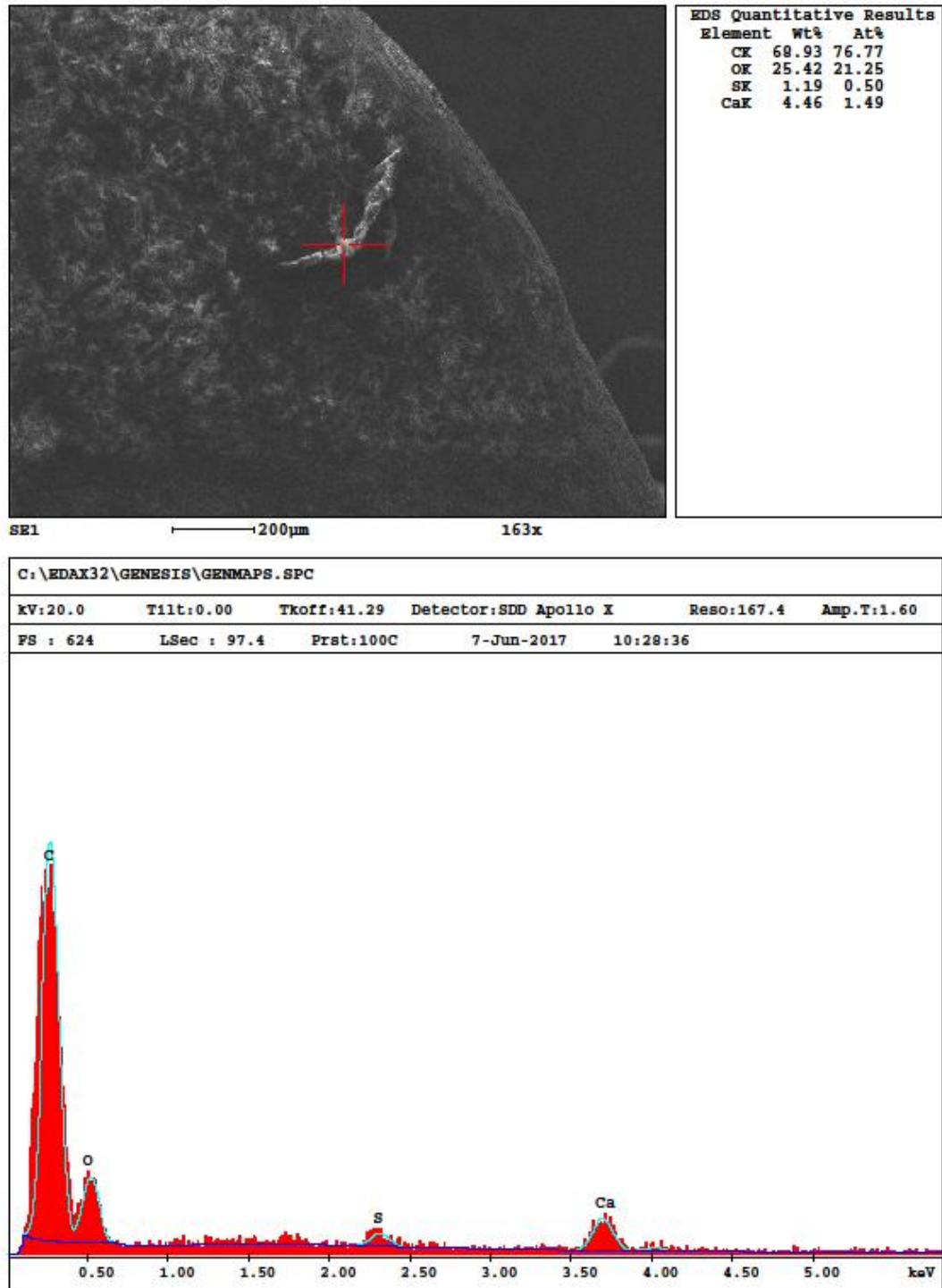


Figura 4-56. Análisis elemental de Grupo β Pieza A-Lado A Filo 1.

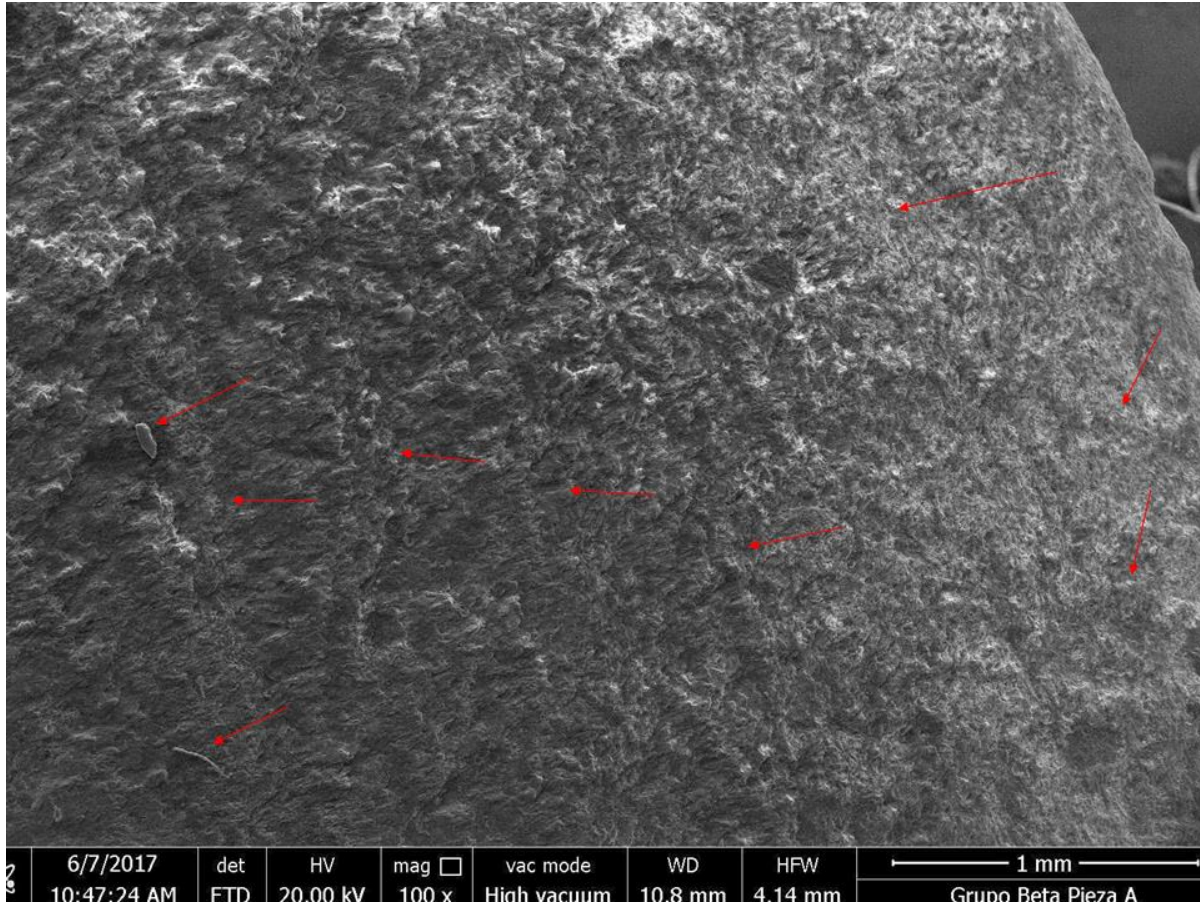


Figura 4-57. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 1. Microresiduo, embotamiento y microlasqueo.



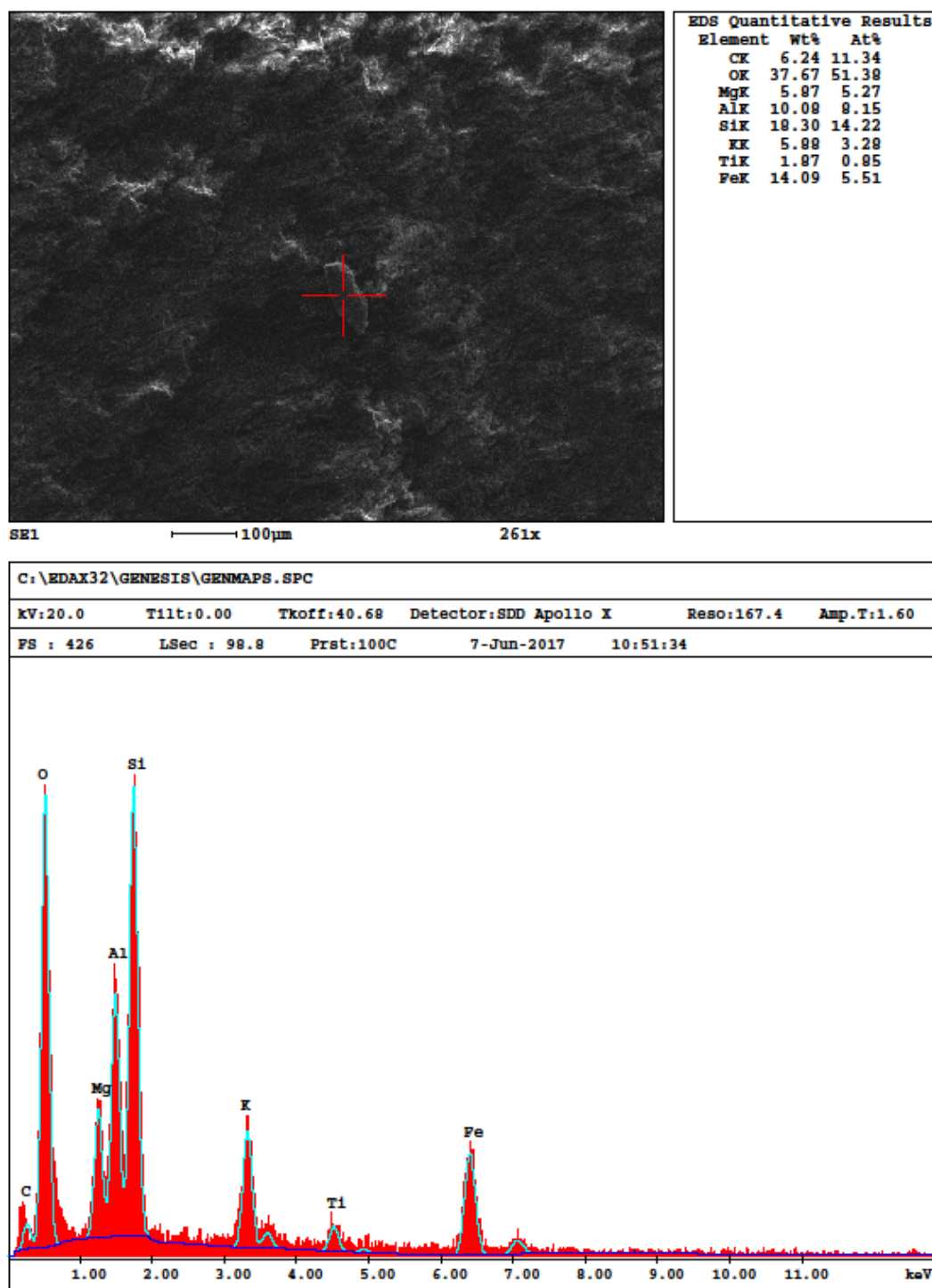


Figura 4-58. Análisis elemental de Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 1.

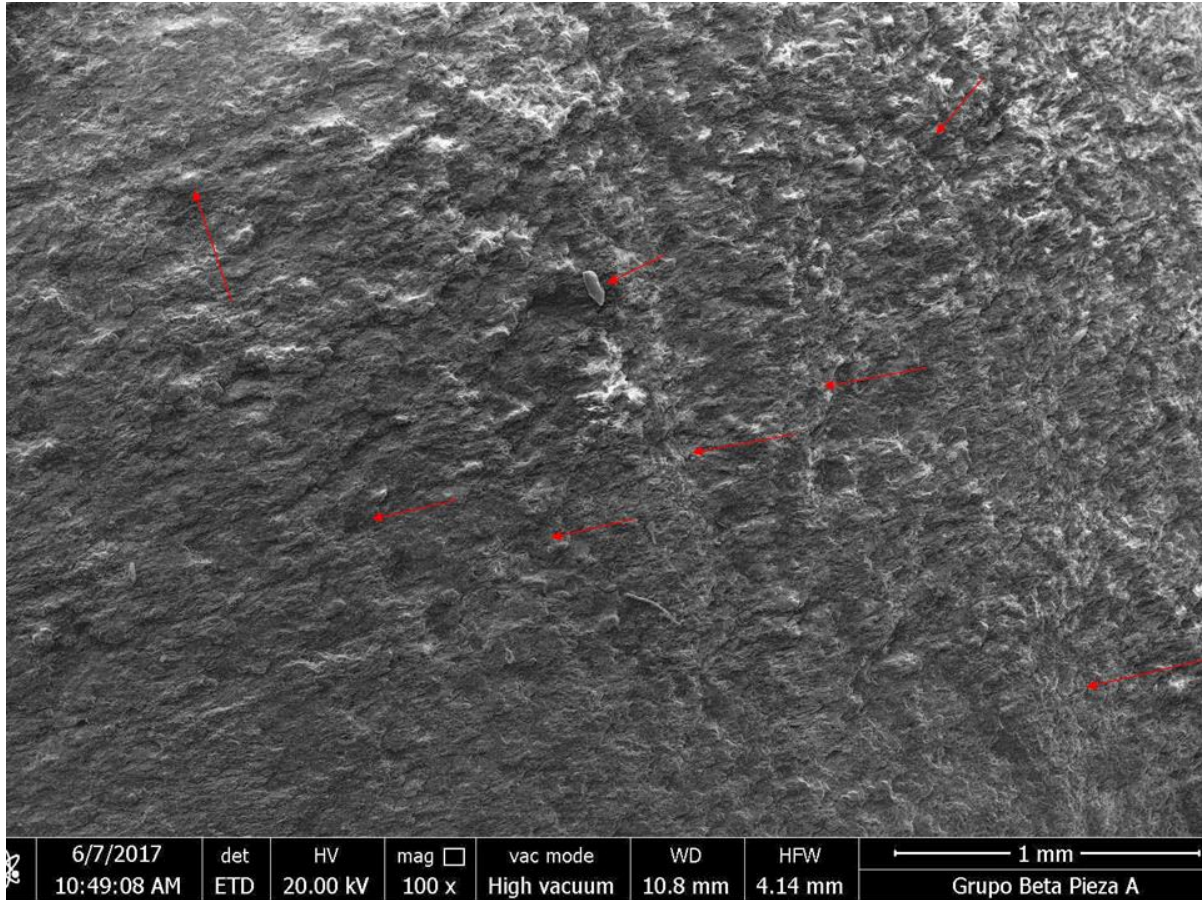


Figura 4-59. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 1. Microresiduo, estría y microlasqueo.

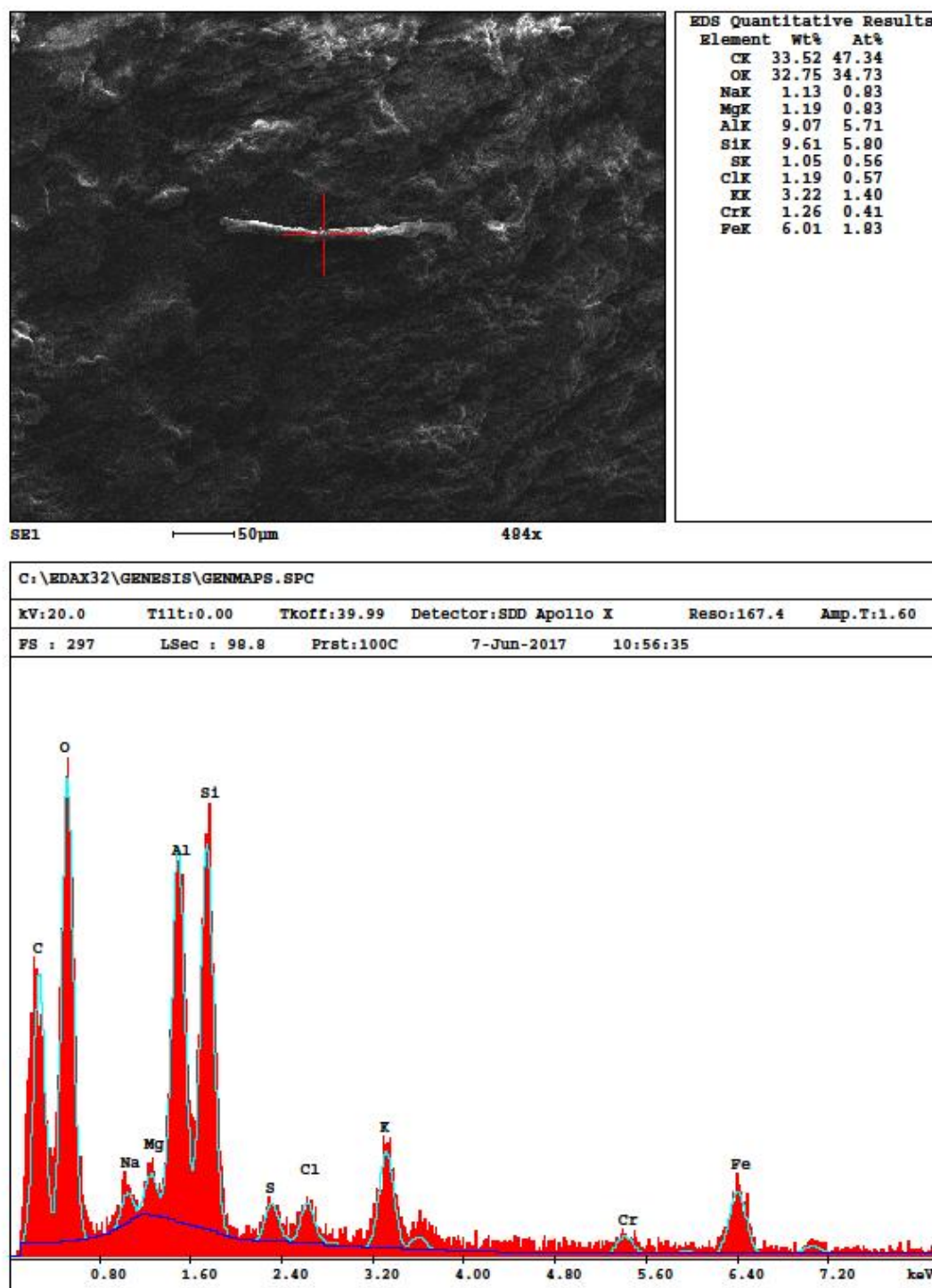


Figura 4-60. Análisis elemental de Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 1.

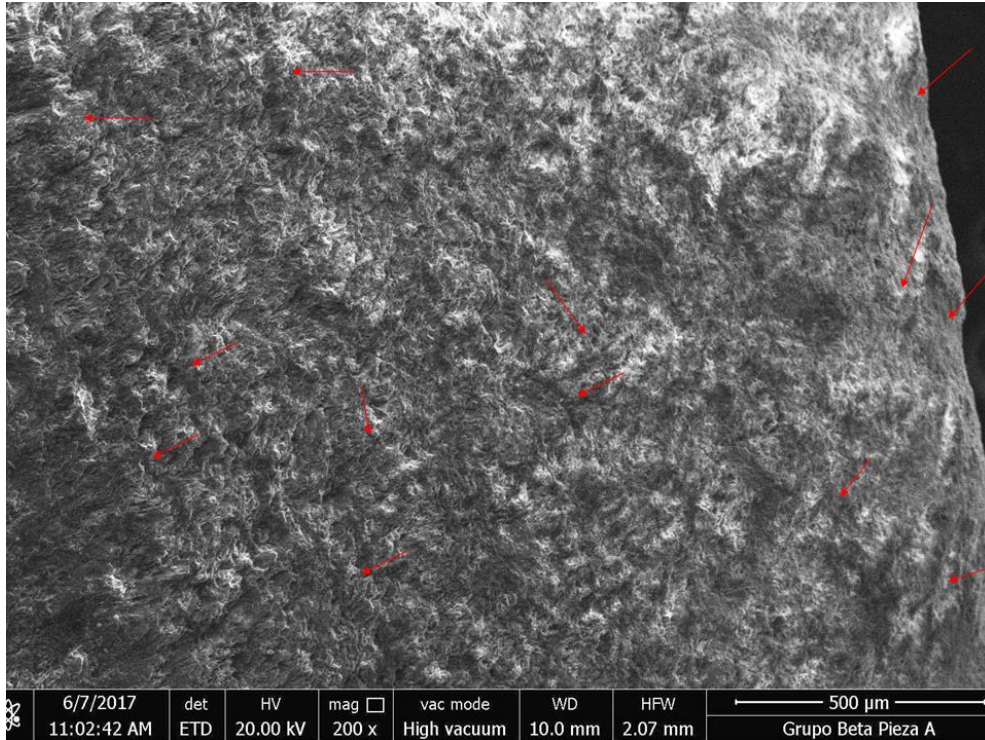


Figura 4-61. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 2. Estría y microlasqueo.

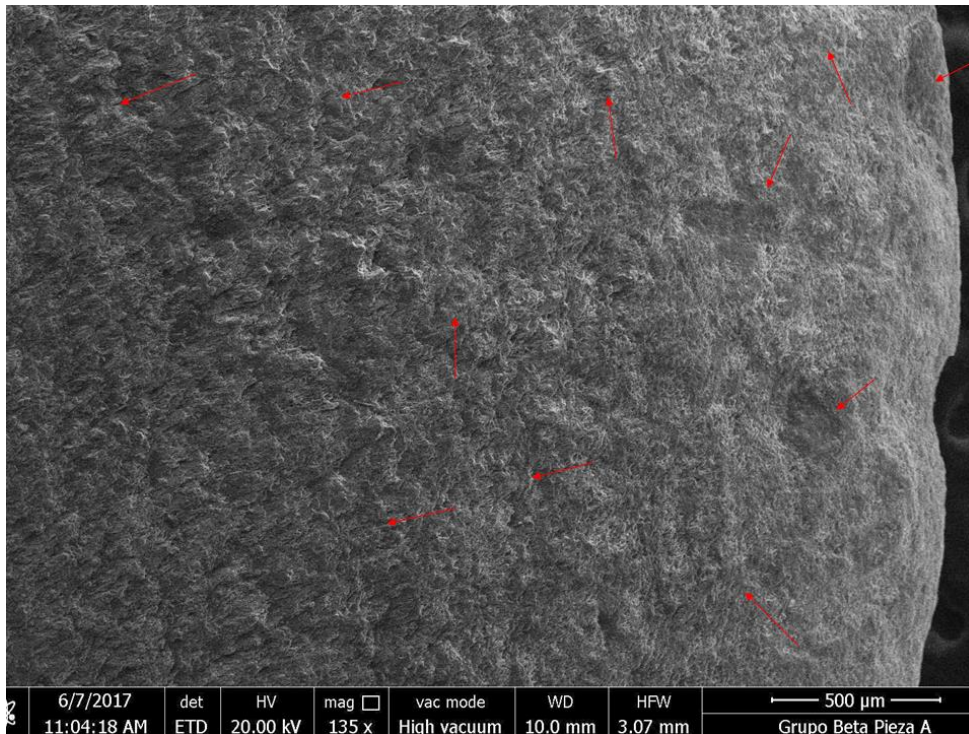


Figura 4-62. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 2. Estría, embotamiento y microlasqueo.

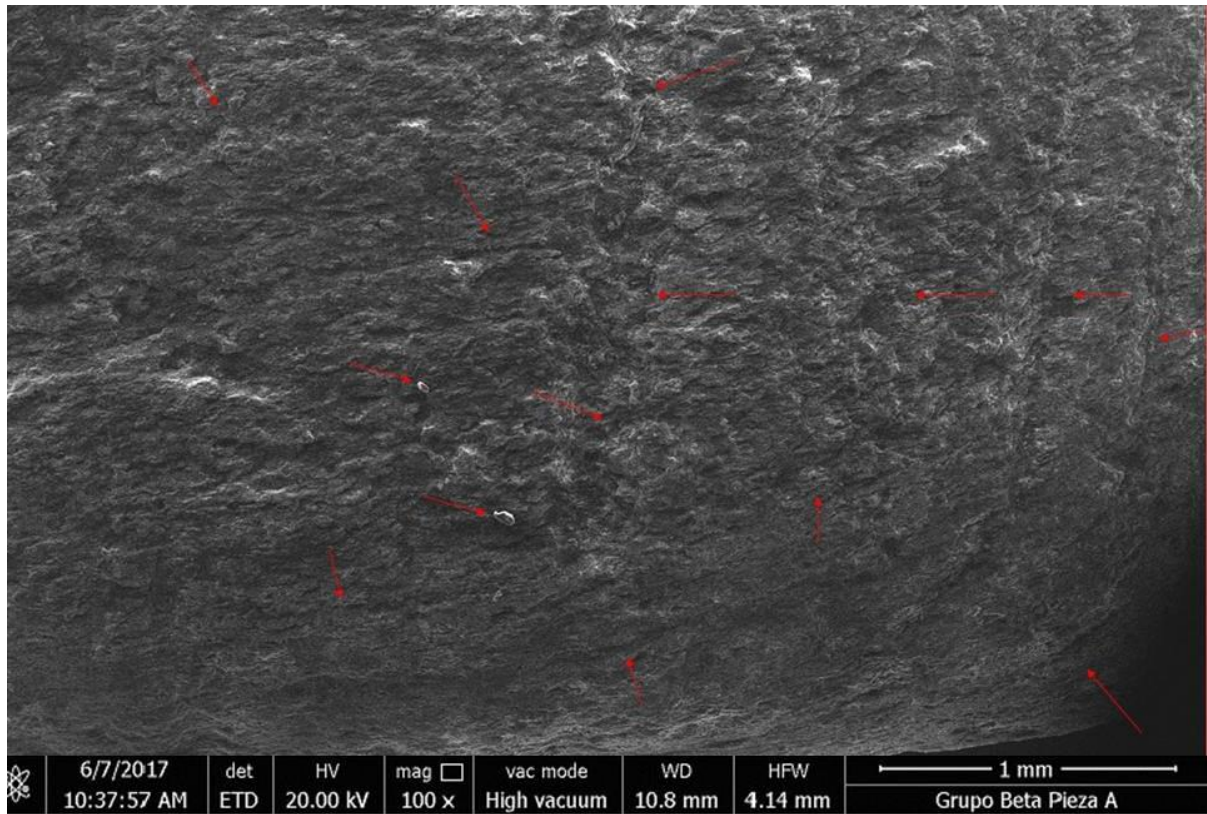


Figura 4-63. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 3. Micropulido, estría, microresiduo y microlasqueo.

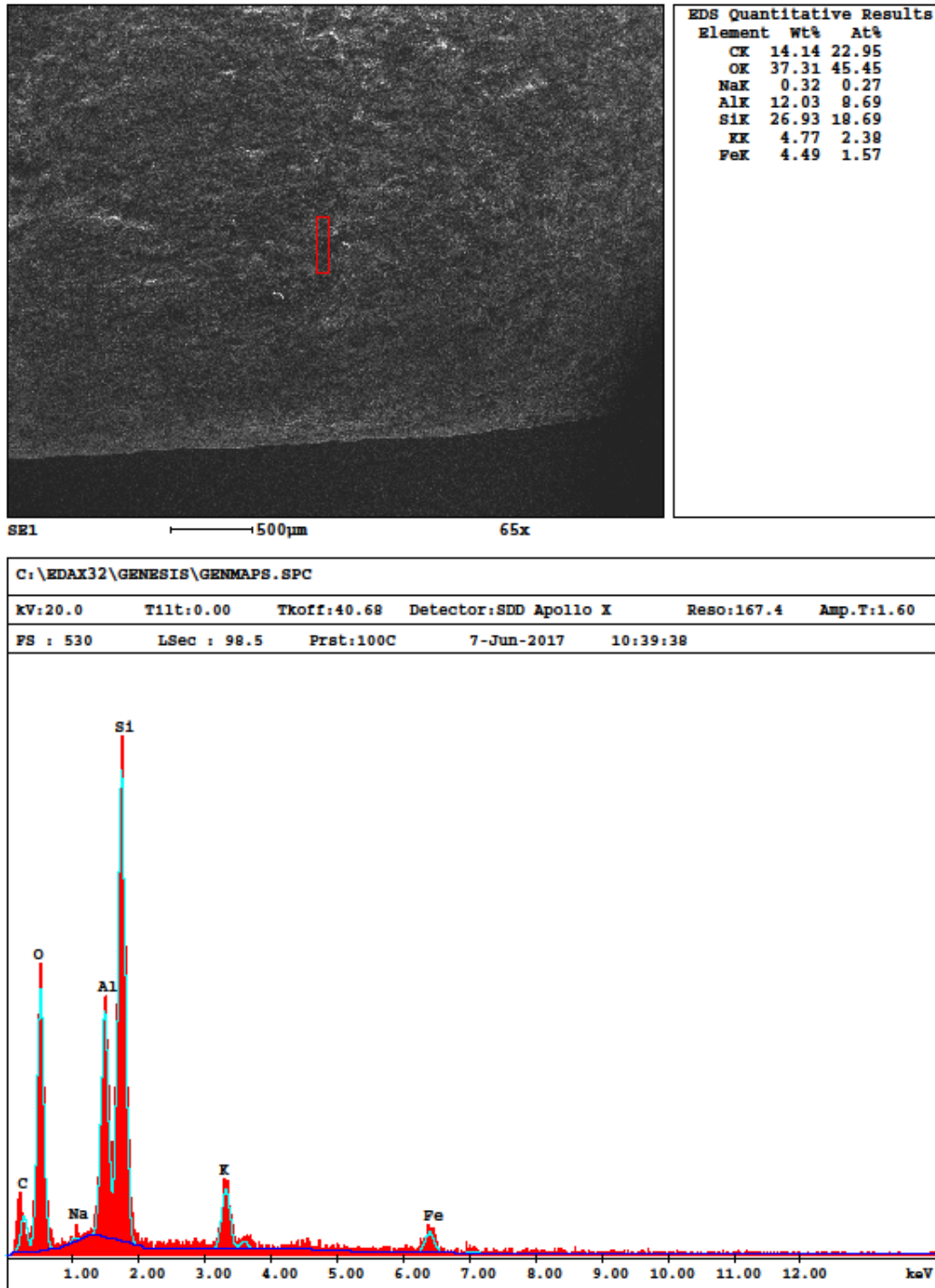


Figura 4-64. Análisis elemental de Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 3.

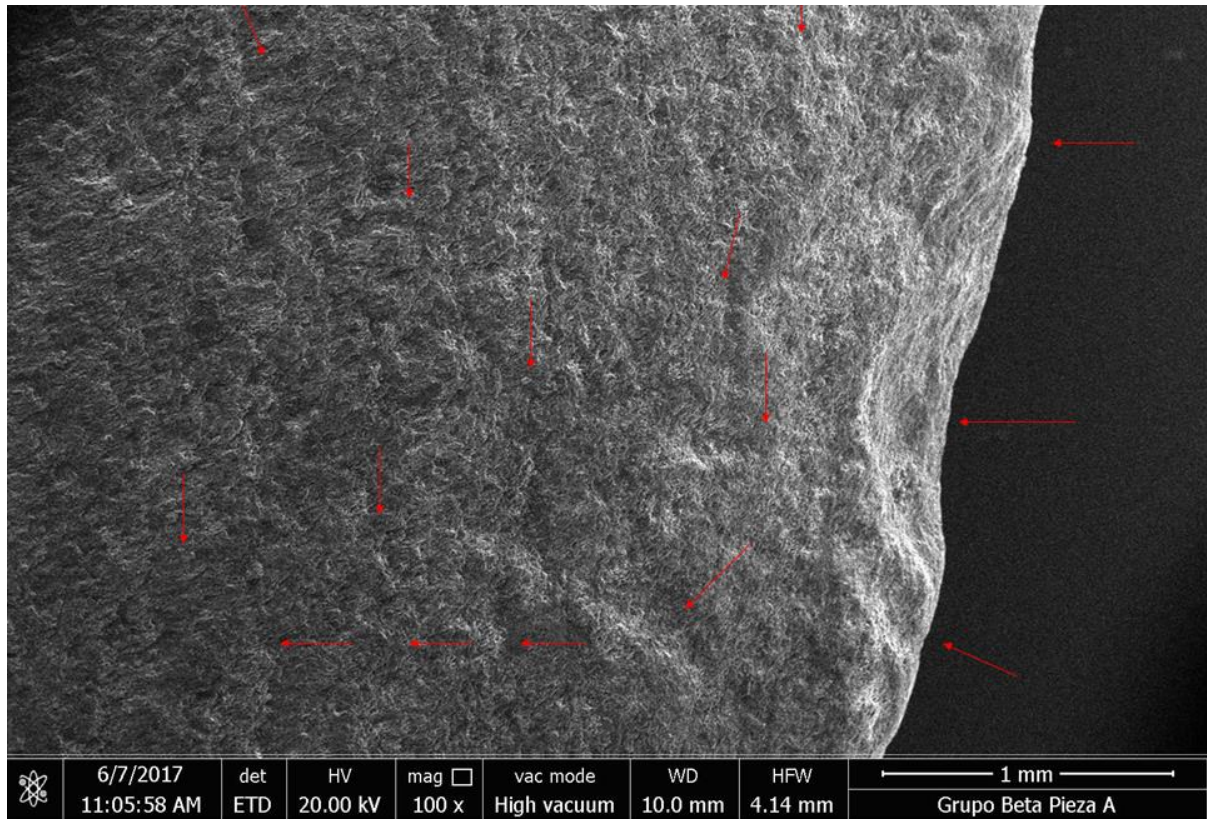


Figura 4-65. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 3. Micropulido, embotamiento y microlasqueo.

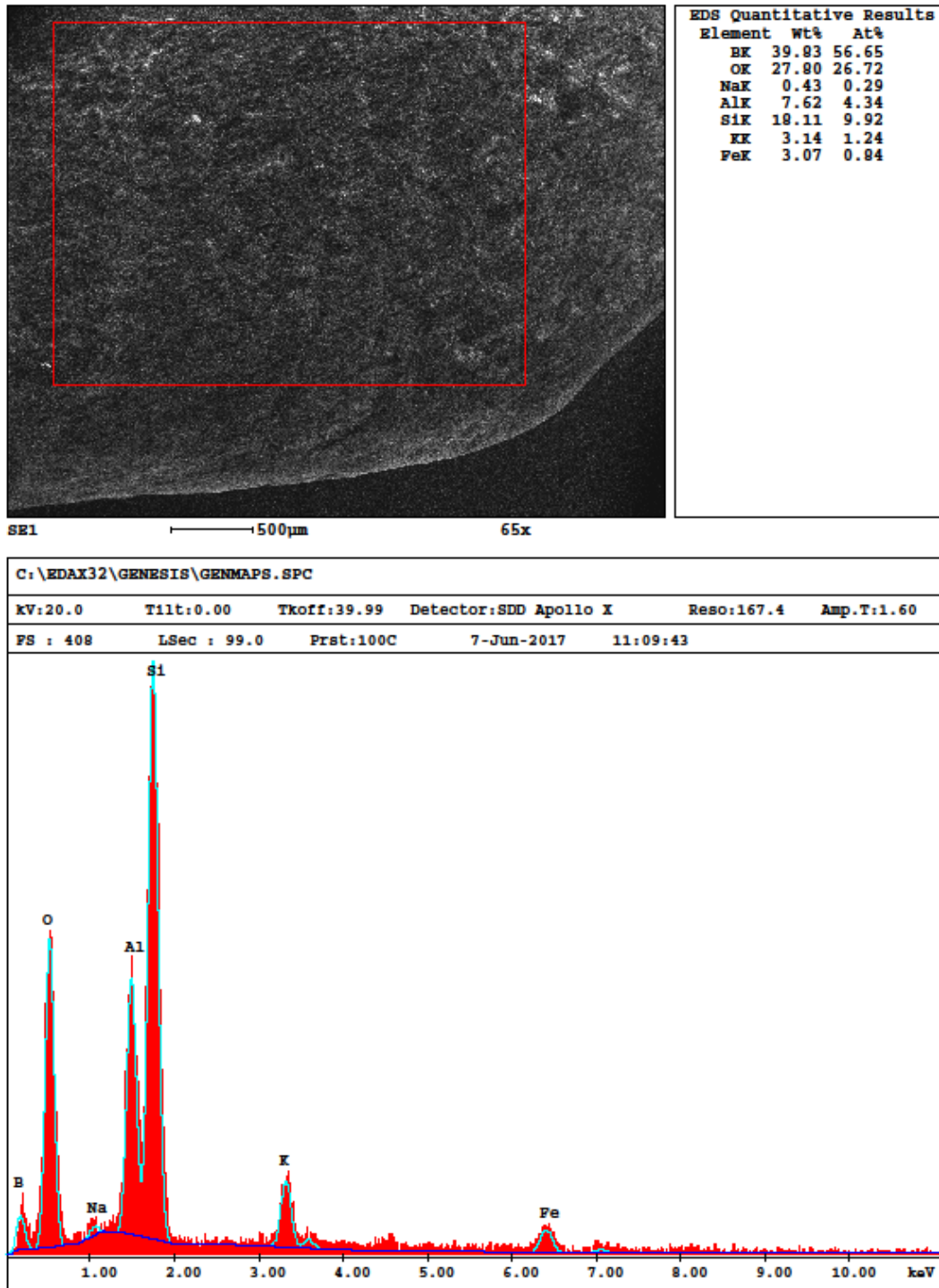


Figura 4-66. Análisis elemental de Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 3.



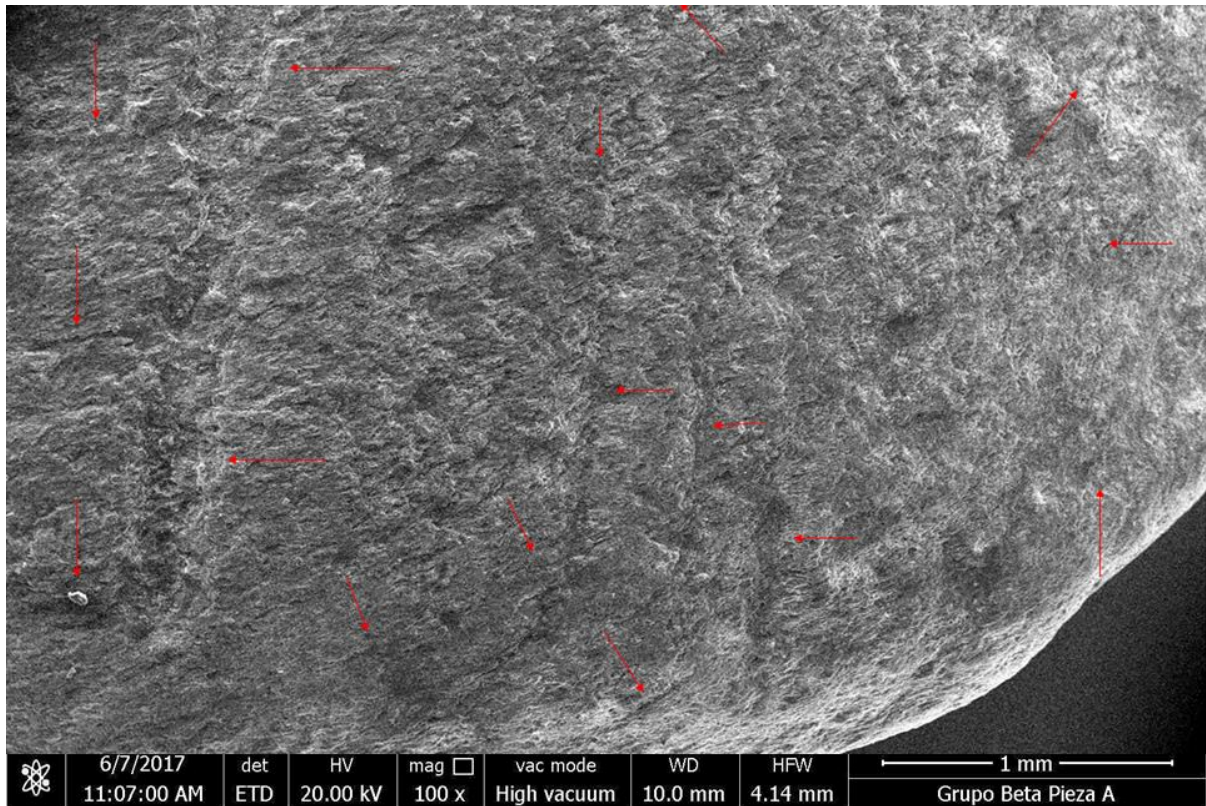


Figura 4-67. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado A Filo 3. Microlasqueo y estrías.

*En el Lado B*, lo primero que llama la atención es una estría oblicua en sentido descendiente en la sección superior del filo (Fig. 4-68), bastante larga y marcada. Seguido de esto podemos apreciar las ya características marcas escalonadas de microlasqueos, así como también podemos describir las inmediaciones del filo como bastante irregulares, y con desprendimientos uniformes de roca base. Se observa también el contraste marcado entre una superficie con apariencia granulada, a una un poco más uniforme, contraste que aparece junto a las marcas de levantamientos concoidales, y también se aprecia la presencia menor de microresiduos (Fig. 4-70). En la sección intermedia vuelve a presentarse los microlasqueos con las mismas características morfológicas anteriormente descritas (Fig. 4-72). También hacen presencia un par de hendiduras largas y notorias, más o menos paralelas entre sí y en sentido oblicuo descendiente, que parecen converger en un mismo punto justo en la zona del filo (Fig. 4-73). En la sección inferior del útil aparecen los mismos tipos de levantamientos concoidales (Fig. 4-75) y se pueden observar unas cuantas estrías en sentido oblicuo descendiente (Fig. 4-76), la mayoría paralelas entre sí, y podemos notar que dos de ellas

convergen en un punto en la zona más inmediata al filo (Fig. 4-78). El análisis elemental realizado a los microresiduos nos señaló una alta presencia de C (Fig. 4-69, Fig. 4-77), seguida en menores proporciones de Na, Fe, S, Cl, K, Ti, B y Ca (Fig. 4-71, Fig. 4-74, Fig. 4-79).

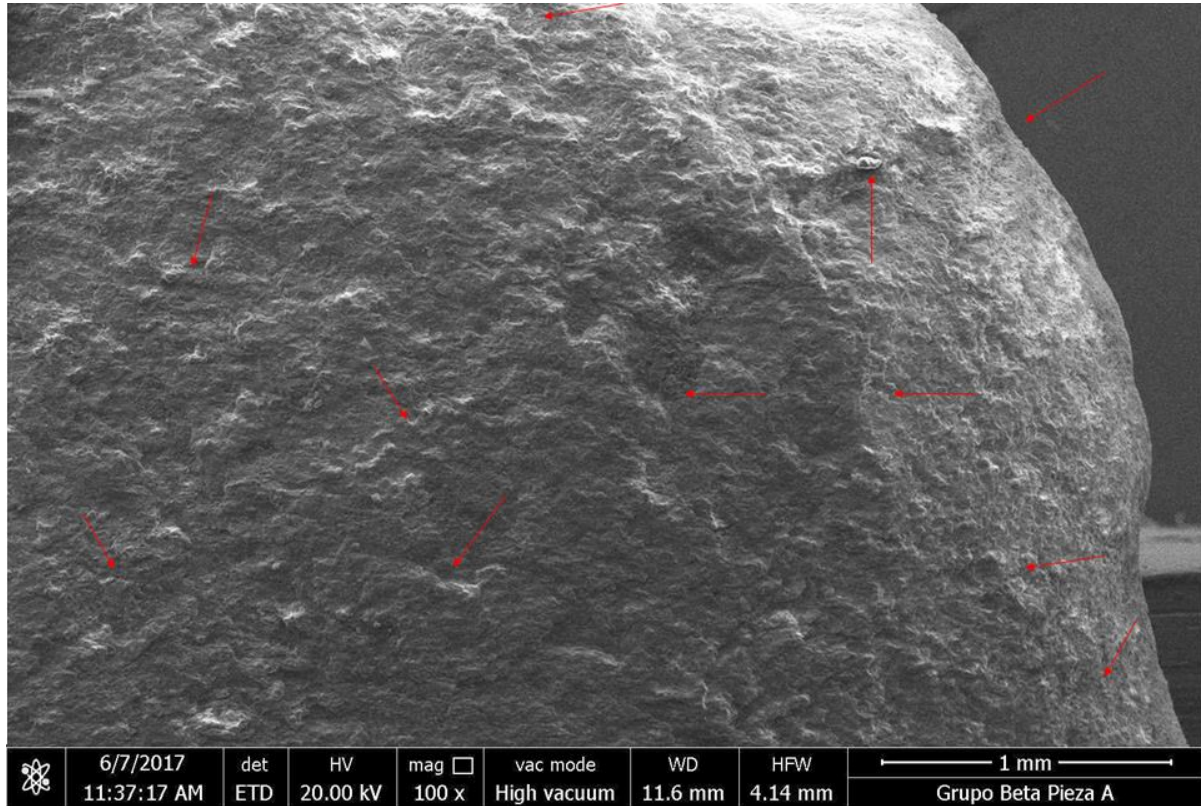


Figura 4-68. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Filo 1. Microlasqueo, estrías, micropulido y embotamiento.

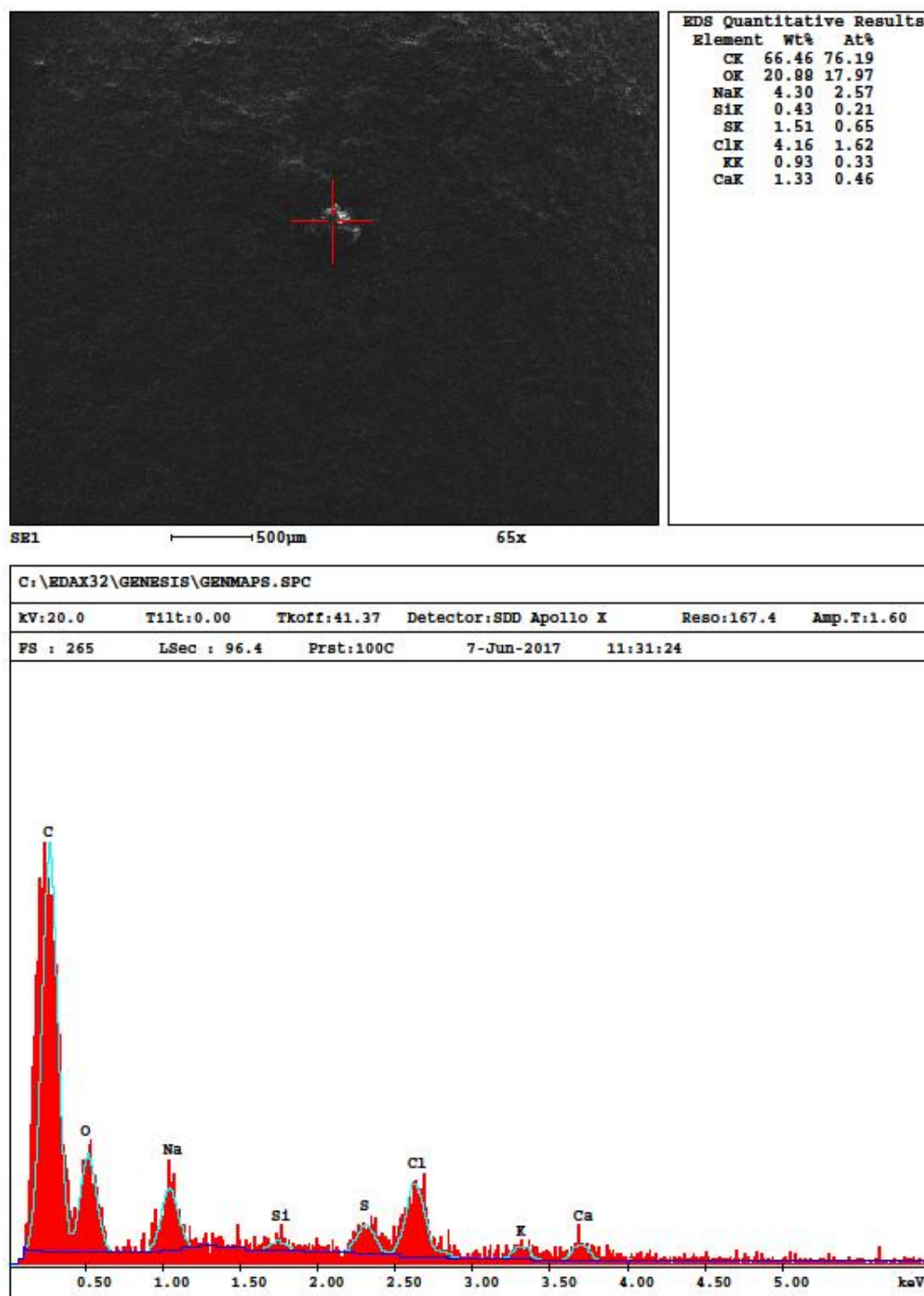


Figura 4-69. Análisis elemental de Grupo β Pieza A-Lado B Filo 1.

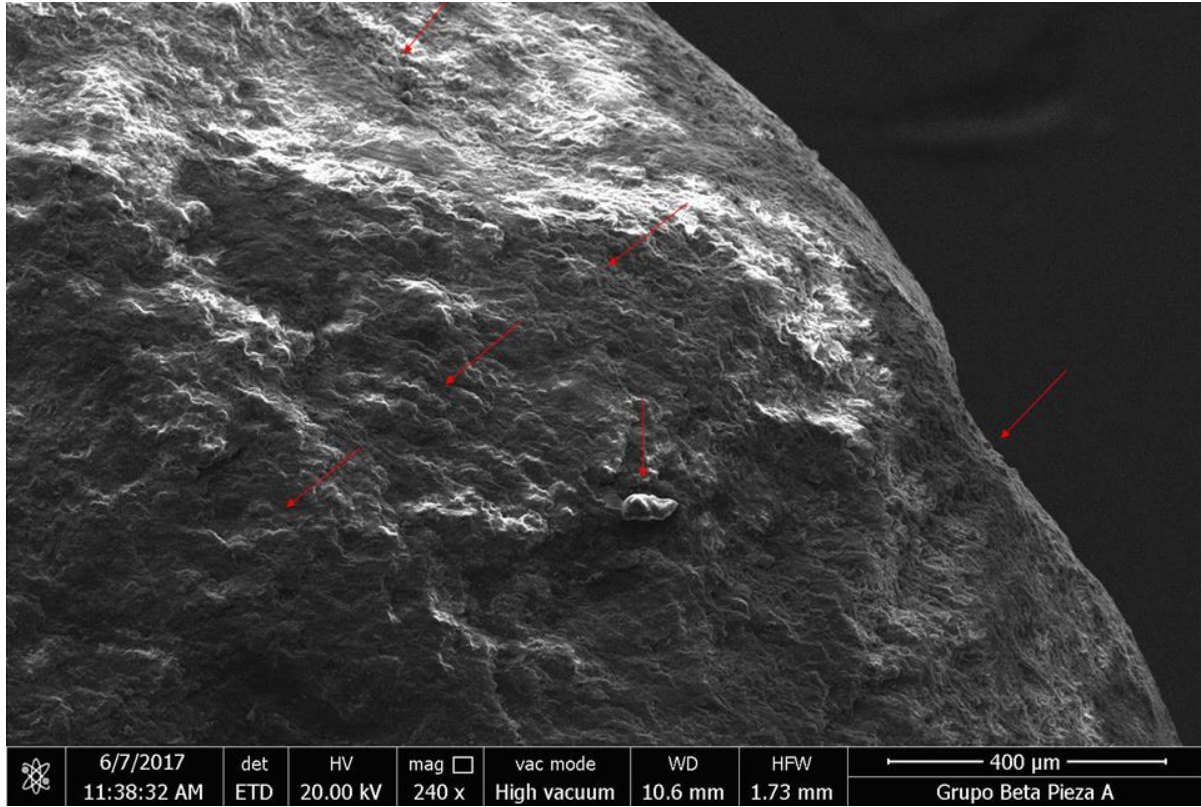


Figura 4-70. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Filo 1. Microlasqueo y microresiduo.

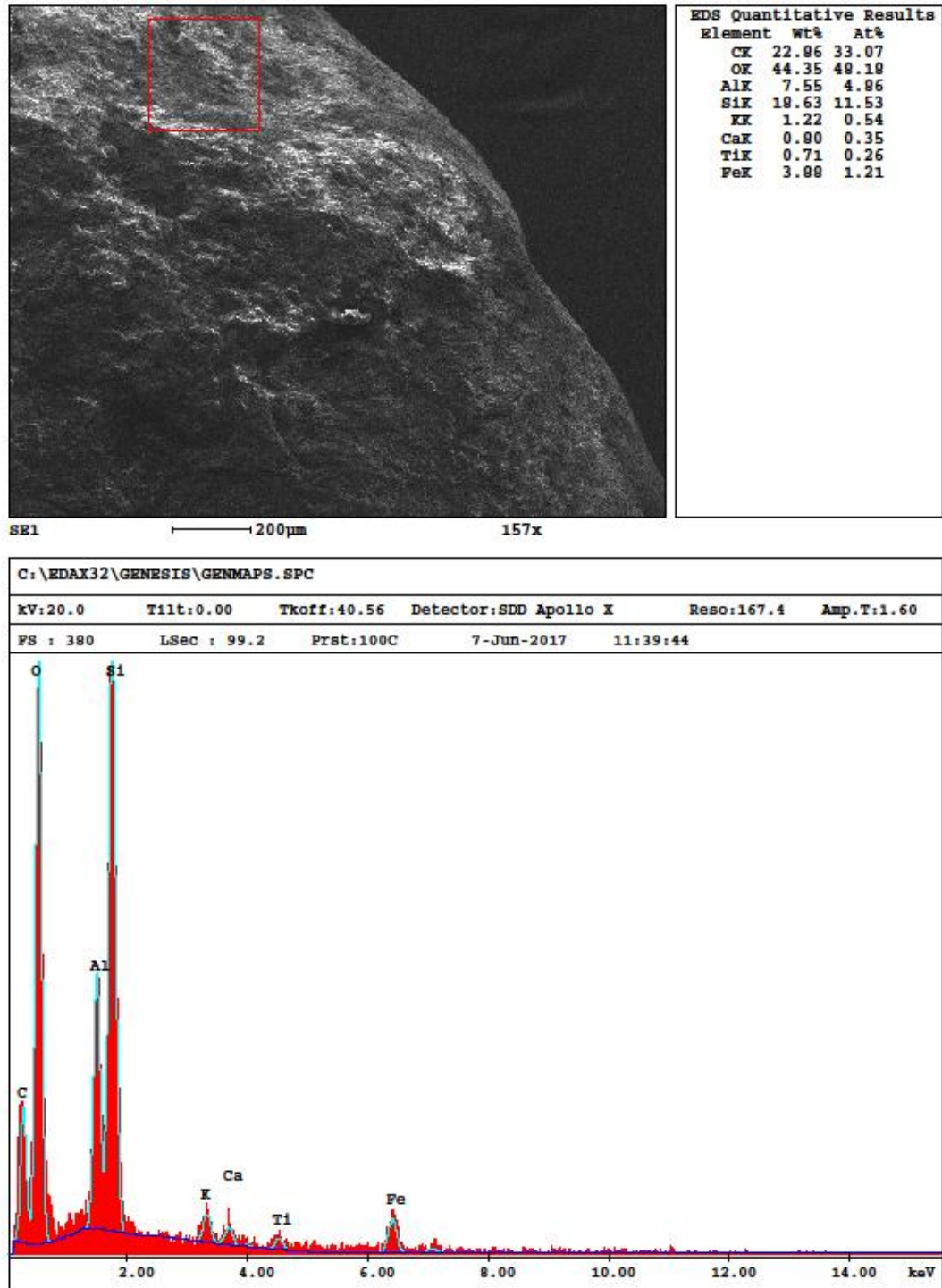


Figura 4-71. Análisis elemental de Grupo β Pieza A-Lado B Filo 1.

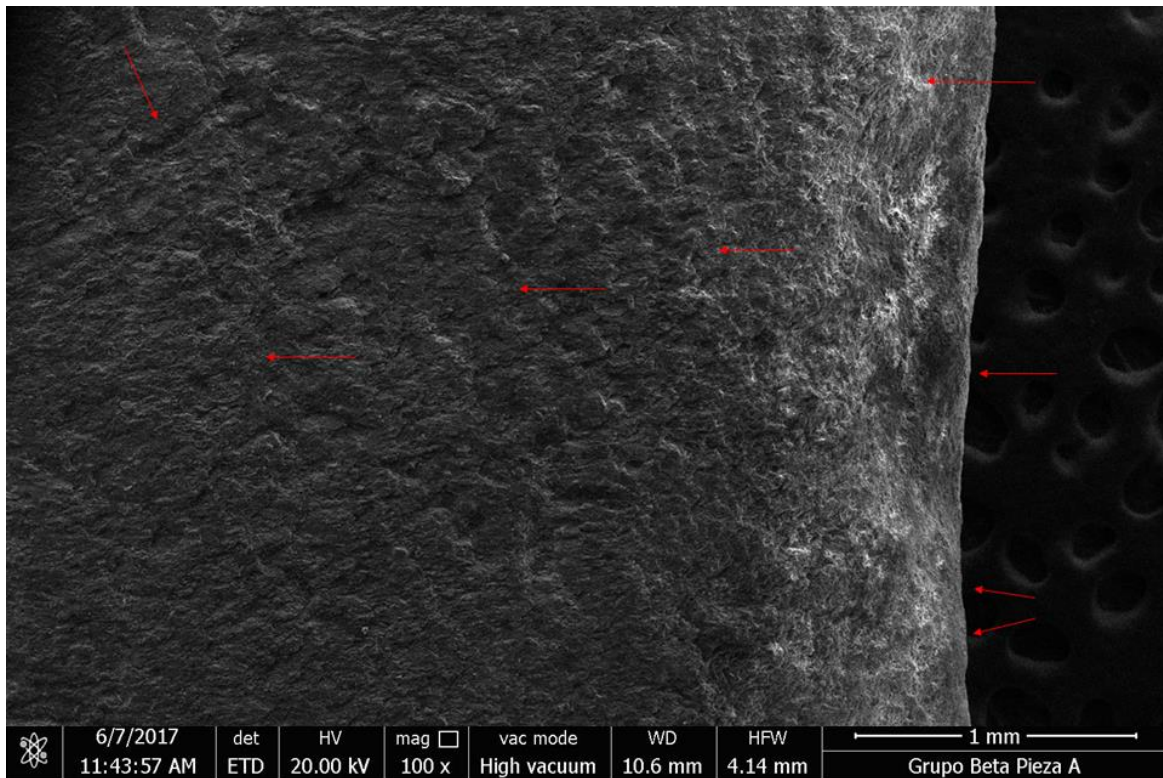


Figura 4-72. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Filo 2. Microlasqueo.

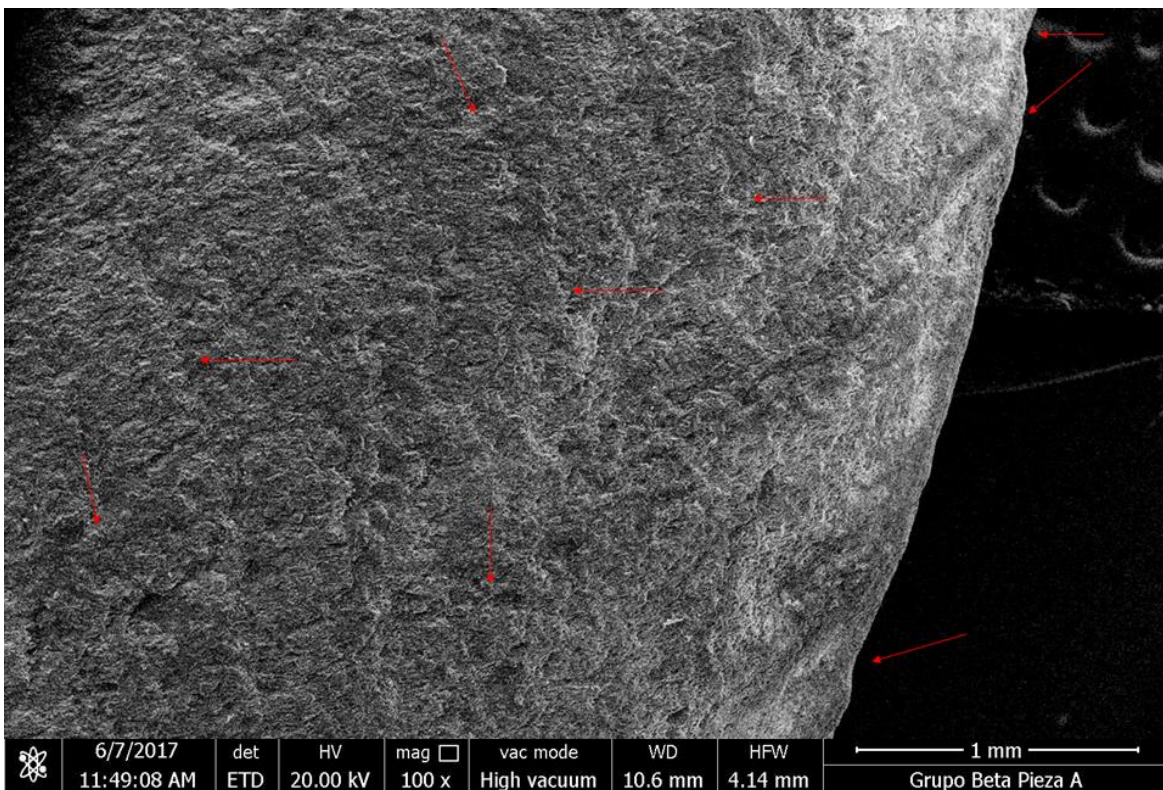


Figura 4-73. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Filo 2. Estría y microlasqueo.

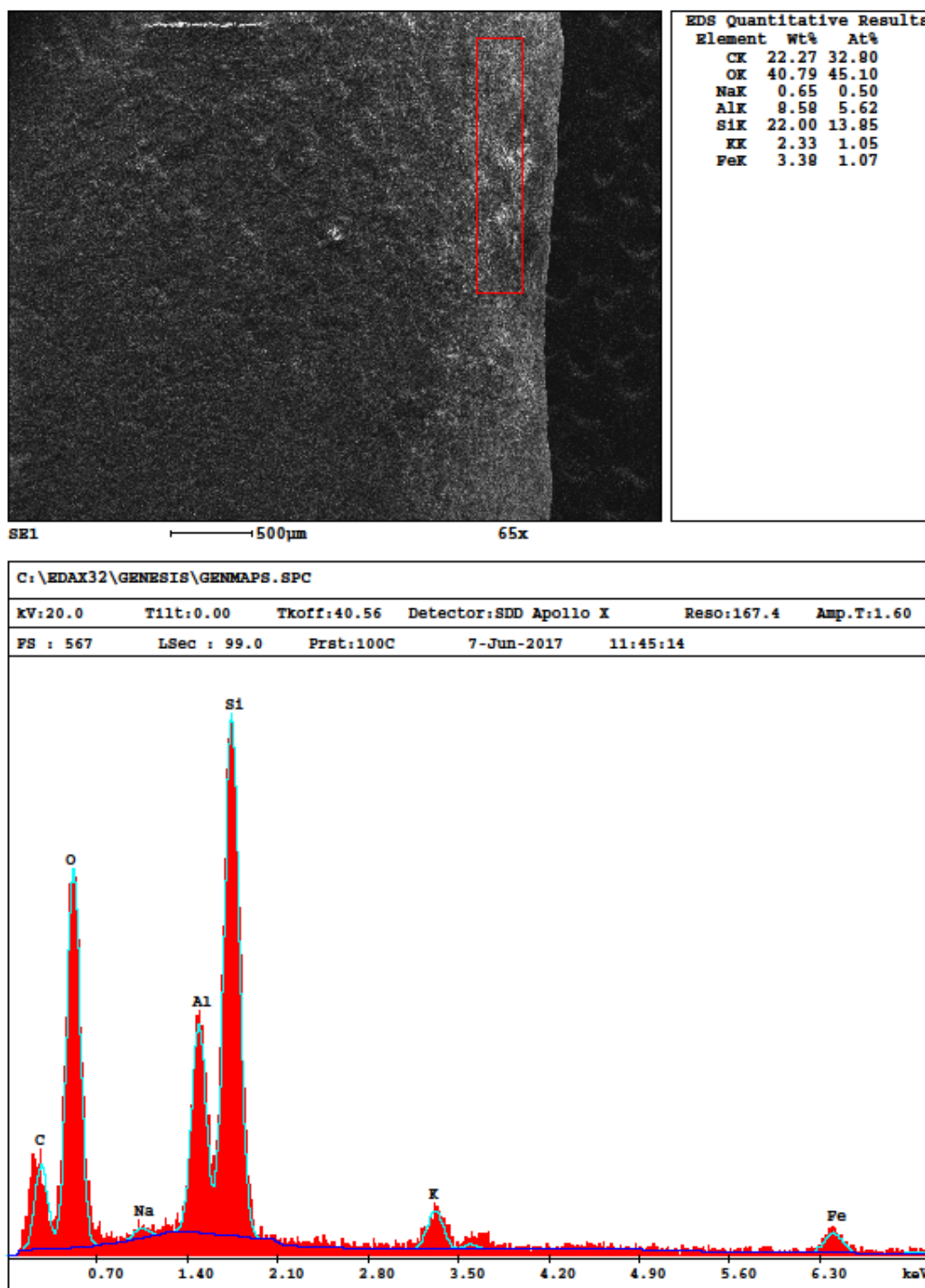


Figura 4-74. Análisis elemental de Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Filo 2.

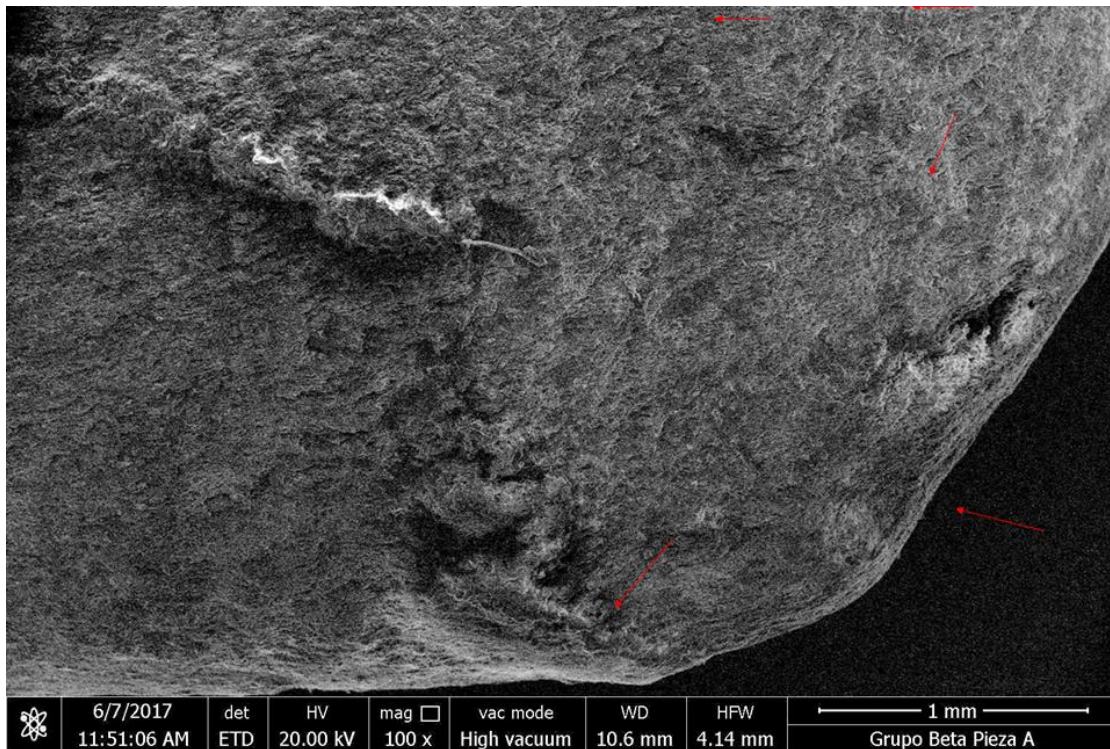


Figura 4-75. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Filo 3. Estría, micropulido y microlasqueo.

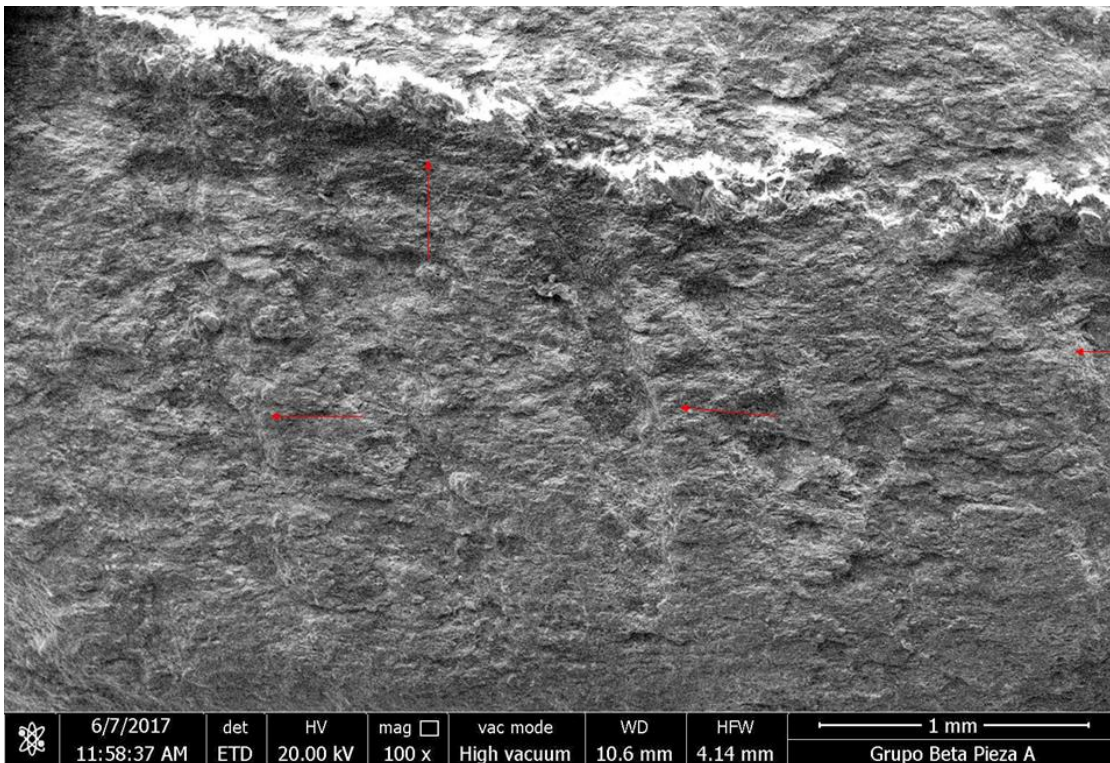


Figura 4-76. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Filo 3. Zoom a la beta mineral.



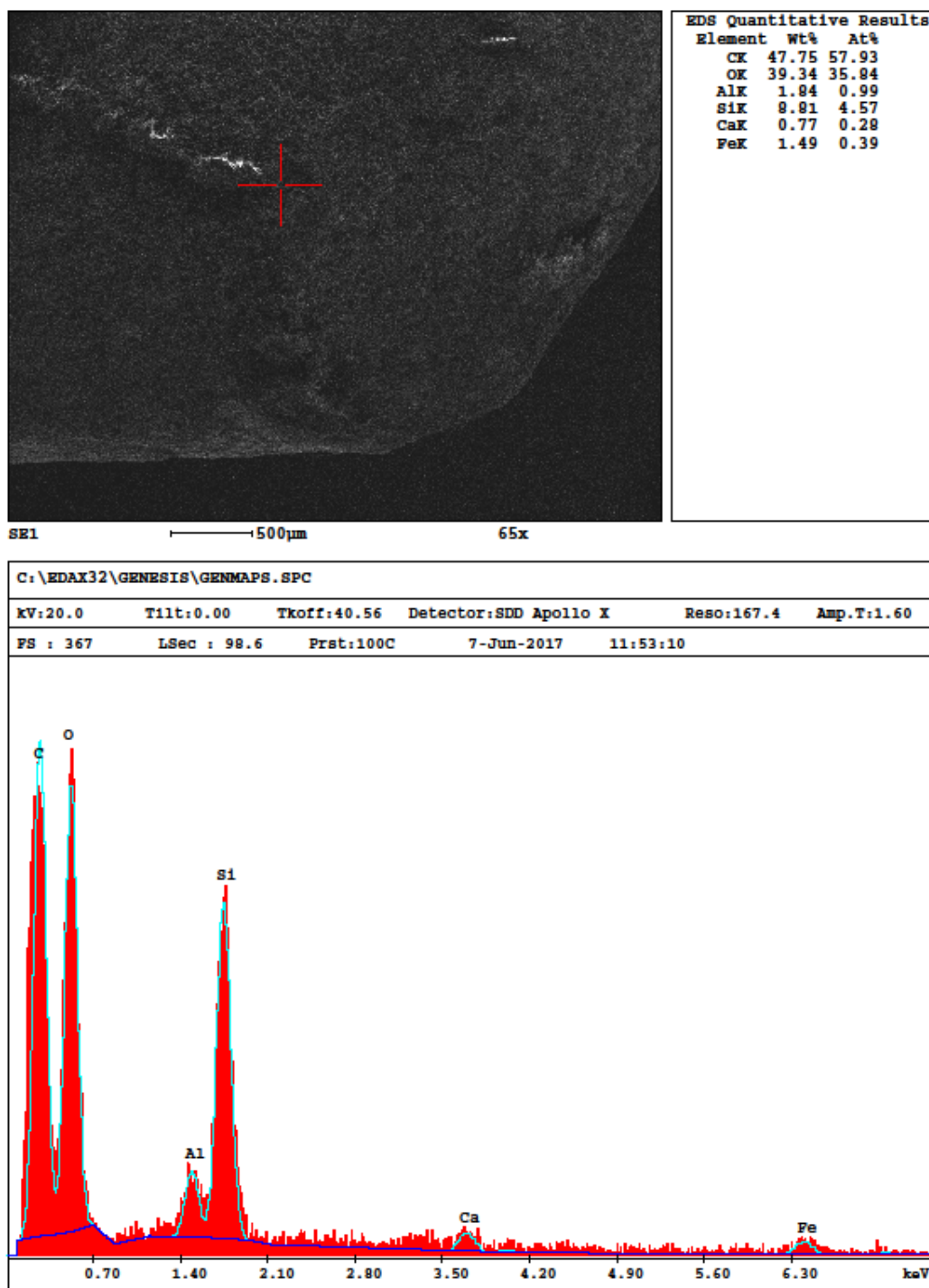


Figura 4-77. Análisis elemental de Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Filo 3.

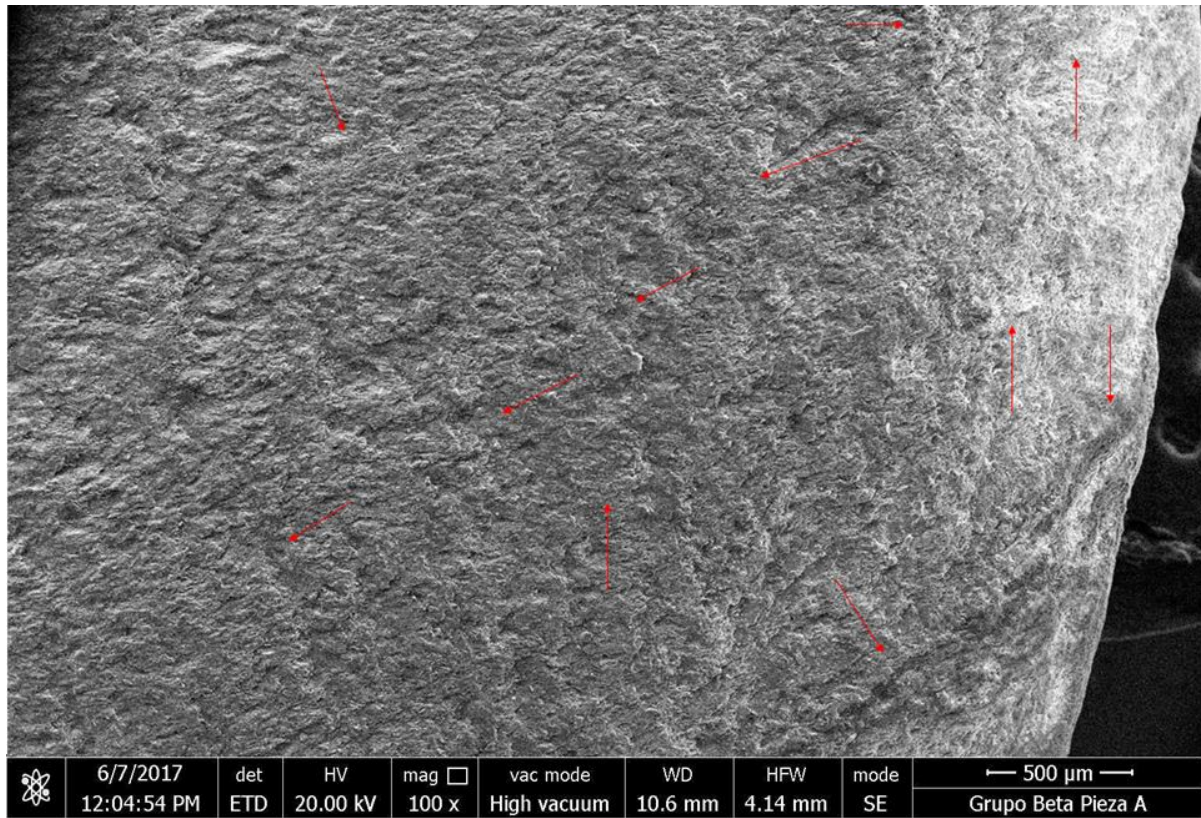


Figura 4-78. Micrografía. Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Filo 3. Estrías, micropulido y microlasqueo.

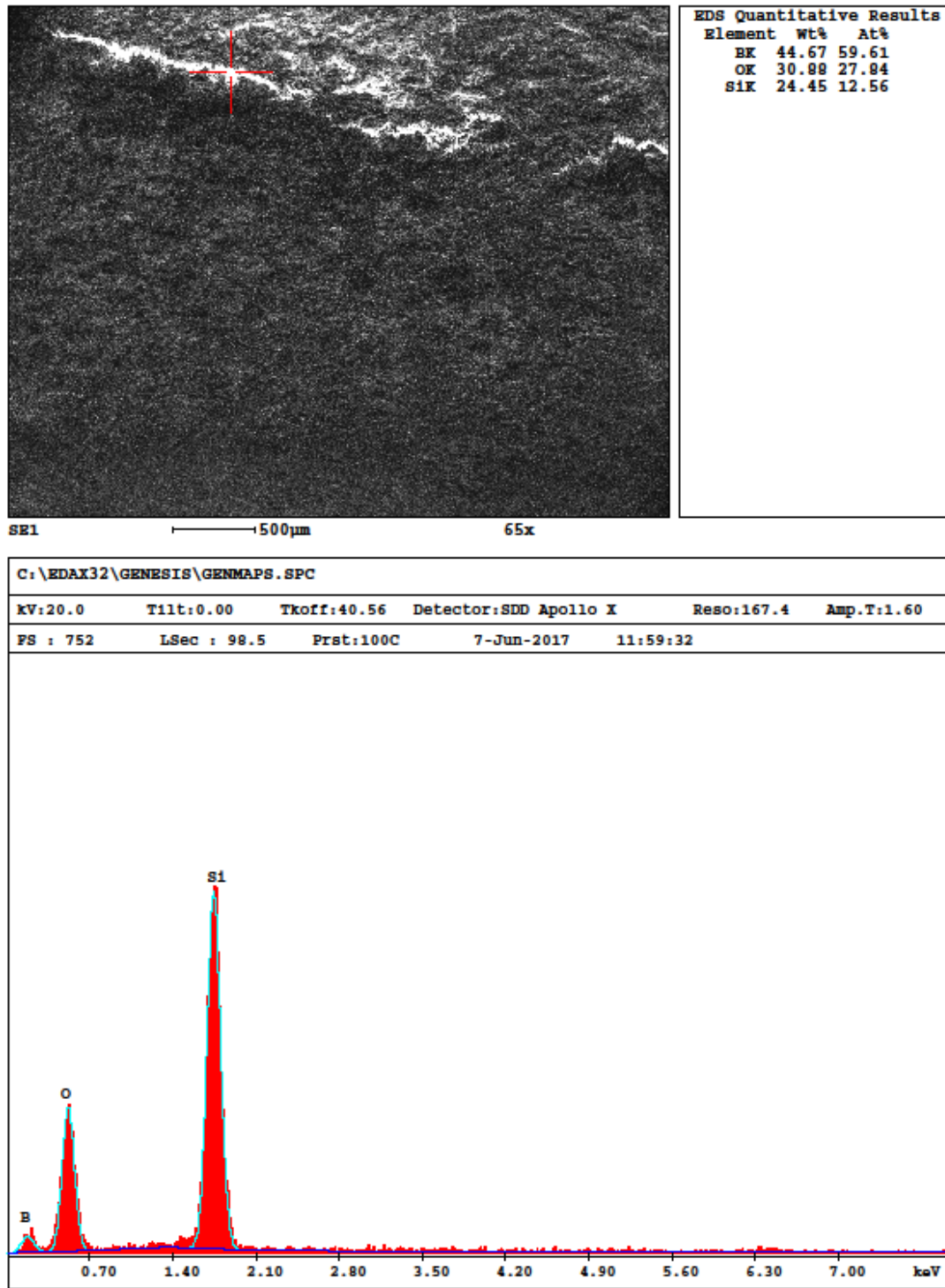


Figura 4-79. Análisis elemental de Grupo  $\beta$  Pieza A-Lado B Filo 3.

---

---

# CAPÍTULO 5

---

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se logró establecer una metodología experimental para el estudio traceológico de piezas líticas arqueológicas, utilizando un Microscopio Electrónico de Barrido. Esta metodología consistió en la recolección sistemática y análisis de imágenes de zonas específicas de la superficie de las piezas y en el análisis de Rayos X característicos para la detección de elementos presentes en las mismas.

Dadas la importancia de preservar las piezas en su estado original, debido a su valor histórico y arqueológico, en el método propuesto se adoptó la modalidad de microscopía electrónica de barrido en modo ambiental, lo cual permitió un proceso de preparación previa de la muestra que no alteró de manera significativa sus características.

La metodología implantada permitió detectar e identificar rastros microscópicos que denotan uso en las herramientas estudiadas y su diferenciación con las huellas de manufactura.

El análisis de Rayos X Característicos detectó la presencia de Si, Al, O, Mg y Ca, asociados a la composición de la roca utilizada para la fabricación de las piezas estudiadas. Igualmente se detectaron elementos como Fe, Na, Ti, Cl, K, Mg, Ca, O, Al, S, N, B, Cr, que pudiesen encontrarse incorporados como producto del uso de las piezas o por una contaminación de ambiente menor, resaltándose la detección de C en algunos microresiduos, asociado posiblemente a la presencia de materia orgánica.

Se registraron imágenes de las marcas que se pudieron encontrar en los artefactos, y se realizó un análisis de carácter indicativo. Se logró determinar la presencia de posibles marcas de uso en todas las hachas, y en las tres muestras aparecen el mismo tipo de marcas,

---

por ejemplo: Estrías, Microslasqueos, Micropulido. En el presente trabajo se establece una metodología que permitiría realizar futuros estudios traceológicos a nivel microscópico de piezas líticas, o piezas arqueológicas en general, en Venezuela.

Una posible extensión para el campo de la Arqueología y la Física Experimental por igual pudiera ser realizar un estudio traceológico experimental de muestras simuladas<sup>[8]</sup>, es decir, reproducir bajo condiciones controladas de laboratorio unas réplicas de las piezas de interés, usando una roca de la misma composición y las mismas técnicas de manufactura que se usaban en el período correspondiente. Luego, darle metódicamente a estas réplicas el mismo uso que se asume pudo haber tenido las piezas originales, para posteriormente, con la ayuda del Microscopio Electrónico de Barrido, comparar las imágenes obtenidas de las huellas de uso en las réplicas, con las encontradas en las piezas originales. Esto podría optimizar el estudio traceológico microscópico al controlarse los factores que generan las huellas tanto de uso como de manufactura.

En último lugar sería interesante para el área de Tribología Física, analizar las marcas de uso de las piezas y su dependencia con la dureza y demás propiedades físicas de la roca con la que está hecho el artefacto arqueológico. Esto permitiría hacer un cálculo aproximado de la fuerza necesaria y el ángulo de acción que debió aplicar el usuario del artefacto para generar dicho tipo de marca, y quizás hasta estimar sobre qué superficie fue utilizada la pieza arqueológica.

---

---

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ipohorski, M. (2011). Una mirada al microscopio electrónico de barrido. *Hojitas de Conocimiento*, (4), pp. 51-52.
- [2] Fabregas, R. (1992). Estudio funcional de útiles pulimentados: Experimento de tala y análisis de microdesgaste. *Spal*, (1), pp. 107-123. doi: 10.12795/spal.1992.i1.06.
- [3] Jardón Giner, P. (1996). *Funcionalidad de las industrias líticas del paleolítico superior: Tipología, tecnología y función de los raspadores* (Tesis doctoral). Universitat de València, Valencia.
- [4] Martín Lerma, I. (2008). Análisis microscópico de la industria lítica: La traceología. *PANTA REI. Revista digital de Ciencia y Didáctica de la Historia*, (3), pp. 15-26.
- [5] Jackson, D. (1989). Instrumentos líticos y microhuellas de uso del sitio Ta-2E-7 Radal Siete Tazas. *Revista Chilena de Antropología*, (8), pp. 63-76. doi: 10.5354/0719-1472.2011.17602
- [6] Cochin, C. (2014). Estudio traceológico de herramientas prehispánicas en piedra andesítica en la región de Michoacán, México. *Arqueología*, (47), pp. 33-50.
- [7] Santander, B., Olivares Rojas, G. y López Mendoza, P. (2014). La Microscopía como Herramienta Metodológica en Zooarqueología y Tafonomía en Chile: Casos y Perspectivas. *Revista Chilena de Antropología*, (30), pp. 36-41. doi: 10.5354/0719-1472.2015.36263
- [8] Santander, B. y López Mendoza, P. (2012). Análisis de Microhuellas de Uso Mediante Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) de Artefactos Óseos de un Sitio Arcaico Tardío del Valle de Mauro (Región de Coquimbo, Chile): Aportes para una Reconstrucción Contextual. *Revista Chilena de Antropología*, (26), pp. 129-150. doi: 10.5354/0719-1472.2013.26557
- [9] Cruxent, J.M. y Rouse, I. (1982). *Arqueología Cronológica de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Ernesto Armitano Editor.
-

- 
- [10] Vega Sosa, C. (1975). Artefactos en Piedra Pulida del México Prehispánico. *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia*, Séptima época, (tomo 5), pp. 209-270.
- [11] Piñerúa, F. (2008). *Venezuela Desde sus Orígenes*. Caracas, Venezuela: La Casa Tomada.
- [12] Vicente Santos, J. (2010). El estudio de las marcas de uso, un gran desconocido. *El futuro del pasado*, 1, pp. 97-107.
- [13] Cueto, M. (2012). Manufactura, utilización y análisis de huellas de uso sobre artefactos líticos tallados en rocas silíceas de la meseta central de Santa Cruz. Diseño y desarrollo del Programa Experimental. En Kuperszmit, N., Lagos Mármol, T., Mucciolo, L. y Sacchi, M. (Comps), *Entre pasados y presentes III: Estudios contemporáneos en Ciencias Antropológicas* (pp. 762-781). Buenos Aires: Mnemosyne. Recuperado el 13 de febrero de 2018 de: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/25839/Documento\\_completo.E.%202012%20Manufactura%20utilizacion%20y%20huellas%20de%20uso....pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/25839/Documento_completo.E.%202012%20Manufactura%20utilizacion%20y%20huellas%20de%20uso....pdf?sequence=1)
- [14] García González, D. (2005). Método para el estudio de las herramientas de piedra pulimentada. *Arqueología y Territorio*, (2), pp. 133-151. Recuperado el 13 de febrero de 2018 de: [https://www.ugr.es/~arqueologyterritorio/Artics2/Arti2\\_9.htm](https://www.ugr.es/~arqueologyterritorio/Artics2/Arti2_9.htm)
- [15] Ardanuy Abad, M. (2014). Curso solutrense: “La traceología: el estudio de las huellas de uso en la industria lítica” [Entrada en blog]. ¡Que la Prehistoria os acompañe! Recuperado el 14 de febrero de 2018 de: <http://cazadores-recolectores.blogspot.com/2014/07/curso-solutrense-la-traceologia-el.html>
- [16] Diamond, G. (1979). The nature of so-called polish surface on stone artefacts. En Hayden, B. (Ed.), *Lithic Use-Wear Analysis. Studies in Archaeology* (pp. 159-166). New York: Academic Press.
- [17] Witthoft, J. (1967). Glazed polish on flint tools. *American Antiquity*, (32), pp. 383-388. doi: 10.2307/2694666.
-

- [18] Anderson-Gerfaud, P. (1981). *Contribution méthodologique a l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques*. Tesis doctoral. Université de Bordeaux I, Burdeos.
- [19] Leroi-Gourhan, A. (1971). *El gesto y la palabra*. Caracas: Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela.
- [20] Semenov, S. A. (1964). *Prehistoric technology: an experimental study of the oldest tools and artefacts from traces of manufacture and wear*. Great Britain: Redwood Press Limited.
- [21] Crabtree, D. E. (1972). *An Introduction to Flintworking*. Pocatello: Idaho State University Museum.
- [22] Winckler, G. (1999). Terminología del Análisis Lítico en Arqueología. Universidad de Buenos Aires, Argentina, Museo Etnográfico "Juan B. Ambrosetti", Recuperado el 16 de octubre de 2017 de: <http://www.winckler.com.ar/>
- [23] HST130mcc (2014). *The Stone Age*. [Presentación online]. Recuperado el 16 de octubre de 2017 de: <https://www.slideshare.net/HST130mcc/the-stone-age-34652920>
- [24] Martínez Orellana, A. (2010). *Microanálisis por dispersión de energías de Rayos-X (XEDS). Conceptos básicos*. España: Universidad de Málaga. Recuperado el 17 de octubre de 2017 de: <https://www.uma.es/sme/nueva/Documentos/EDXS.pdf>
- [25] Reed, S. J. B. (2005). *Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology*. Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511610561
- [26] Encinas Esteban, J. L. (Marzo de 2011). Fundamentos [Entrada en un blog]. Microscopía Electrónica de Barrido en el CICC. Recuperado el 28 de Octubre de 2017 de: <http://microscopia-electronica-cicc-inc.blogspot.com/2011/03/fundamentos.html>
- [27] Ecured. (2013). Microscopio-barrido [Imagen]. Recuperado el 28 de Octubre de 2017 de: <https://www.ecured.cu/Archivo:Microscopio-barrido.jpg>
-



- 
- [28] Kimseng, K. y Meissel, M. (2001). *Short overview about the ESEM Environmental Scanning Electron Microscope* [archivo PDF]. Recuperado el 20 de octubre de 2017 de: [http://www.adgroup.vn/upload/technical/1372825687\\_esem-bilingual-vietnamese.pdf](http://www.adgroup.vn/upload/technical/1372825687_esem-bilingual-vietnamese.pdf)
- [29] Massigoge, A. y Pal, N. (2011). Producción y uso de artefactos líticos en contextos cazadores-recolectores del Área Interserrana (Argentina): análisis integral de la diversidad tecno-morfológica y funcional. *Revista Española de Antropología Americana*, Vol. 41, (1), pp. 51-73. doi: 10.5209/rev\_REAA.2011.v41.n1.3
- [30] Albaida-ccnn. (Octubre de 2015). Lupa binocular [Entrada en blog]. Con-Ciencia. Recuperado el 28 de Octubre de 2017 de: <http://albaida-ccnn.blogspot.com/2015/10/lupa-binocular.html>
- [31] Gibaja Bao, J. (2006). Reflexiones en torno a las características formales de los útiles líticos: una visión desde el análisis traceológico. *Promontoria*, Año 4, Número 4. pp 53-67.
- [32] Hayat, M. A. (1981). *Fixation for electron microscopy*. New York, USA: Academic Press, INC.
- [33] Dykstra, M. J. (1993). *Biological electron microscopy: theory, techniques and troubleshooting*. New York, USA: Plenum Press.
- [34] von Ardenne, M. (1938). Das Elektronen-Rastermikroskop. Praktische Ausführung. *Zeitschrift Für Physik*, Vol. 19, (11), pp. 407 - 416.
- [35] von Ardenne, M. (1938). Das Elektronen-Rastermikroskop. Theoretische Grundlagen. *Zeitschrift Für Physik*, Vol 109, (9 – 10), pp.553 - 572. doi: 10.1007/BF01341584.
-