

158821515

C.J.A. ORD. N° 6800/1190 P.I.C.A. (V.)

OBJ.: Remite informe solicitado en
Recurso de Protección I.C.A. de
Valparaíso, Rol N° 18.632-2019.

REF.: Resolución I.C.A. Valparaíso, de
fecha 05 de abril de 2021.

VALPARAÍSO, 15 ABR. 2021

DEL ALMIRANTE - COMANDANTE EN JEFE DE LA ARMADA

AL PRESIDENTE DE LA I. CORTE DE APELACIONES DE VALPARAÍSO

En respuesta a lo solicitado por esa Ilustrísima Corte de Apelaciones, mediante resolución citada en la referencia, adjunto envío a Us., el informe final sobre "Estudio de identificación y distribución de las partículas de carbón en los sedimentos marinos de la bahía Quintero –sector Ventana", entregado por la Universidad Andrés Bello, el 09 de abril del año en curso.

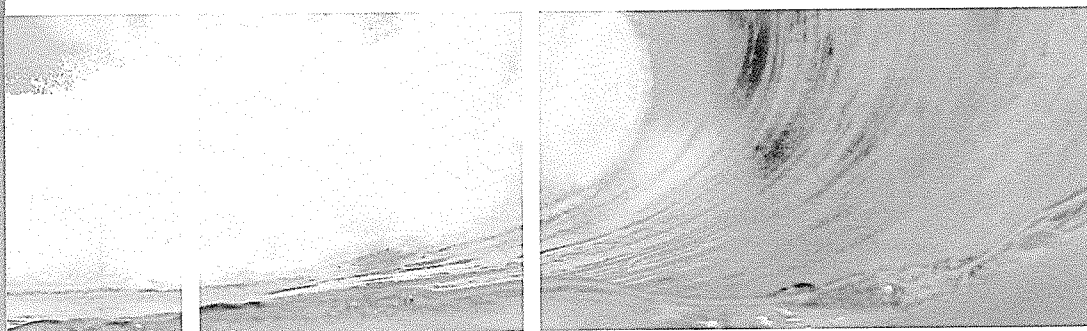
Saluda a Us. Ilma.

POR ORDEN DEL SR. C.J.A.



DANIEL MUÑOZ MIRANDA
CAPITÁN DE NAVÍO
SECRETARIO DEL SR. ALMIRANTE

ESTUDIO CIENTÍFICO INFORME FINAL



**“ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE CARBÓN
EN LOS SEDIMENTOS MARINOS DE LA BAHÍA QUINTERO – SECTOR VENTANA”**

09 de abril de 2021

INFORMACIÓN ADMINISTRATIVA

Documento:	INFORME FINAL "Identificación y distribución de las partículas de carbón en los sedimentos marinos de la bahía Quintero – Sector Ventana"
Elaborado para:	DIRECTEMAR Armada de Chile
Número de Licitación:	
Oferente:	UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO Facultad de Ingeniería – Geología
Fecha de Entrega:	09/abril/2021
Director de proyecto:	Cristián Rodrigo Ramírez
Elaborado por:	Cristián Rodrigo Ramírez, Oceanógrafo Nicolás Philippi Queirolo, Geólogo
Revisado por:	

Tabla de contenidos

1. Introducción.....	4
2. Metodología.....	5
Trabajo de terreno.....	5
Muestreo de sedimento.....	5
Levantamiento con sonar multihaz.....	9
Procesamiento de datos acústicos.....	11
Trabajo de laboratorio.....	11
3. Resultados.....	14
Granulometría, composición e identificación del carbón en muestras sedimentológicas.....	14
Morfología submarina.....	25
Backscatter.....	33
Registros de SBP.....	41
Registros visuales.....	42
Procesos de transporte de sedimentos.....	45
Estratigrafía y temporalidad.....	46
4. Conclusiones.....	50
5. Referencias.....	52
Anexo "A" Petrografía.....	53
Anexo "B" Difracción rayos X.....	77
Anexo "C" Microscopia SEM/EDS.....	111
Anexo "D" Testigos.....	189
Anexo "E" Geocronología.....	203

1. Introducción

Desde 2008, en la bahía Quintero se ha registrado en múltiples ocasiones la presencia de un material negro particulado en las playas de esta zona (Comisión de Recursos Naturales, 2011), estos eventos se han hecho más frecuentes en los últimos años y, actualmente, ocurren en promedio 10 veces al mes. Este material llega a las playas a través del oleaje y se acumula según los niveles de la marea, posteriormente, en la mayoría de los casos, este material es retirado manualmente y entregado a AES Gener y Puerto Ventanas, quienes financian la recolección y limpieza de este material en las playas de la bahía.

Este material negro particulado es identificado como carbón mineral combustionado y no combustionado proveniente de una planta de combustión de baja eficiencia (Cisternas, 2019). Si bien la distribución de este material es fácilmente identificable en las playas porque el color negro contrasta contra el color más claro de las arenas, compuestas principalmente por partículas de minerales comunes (cuarzos y feldespatos), la distribución de este material en el sedimento submarino de la bahía es desconocido, ya sea superficialmente o en el subfondo. Conocer la depositación histórica del carbón es necesaria debido a que el parque industrial emplazado en esta zona, comenzó con las primeras actividades en 1958 con la instalación de la termoeléctrica de CHILECTRA S.A., seguido de la Fundación ENAMI Ventanas (1964), Termoeléctrica Ventanas I y Puerto Ventanas (1966), Termoeléctrica Ventanas II (1977), Terminal marítimo de Oxiquim (1981), Terminal de Asfaltos y Combustibles Cordex (2000), Central Termoeléctrica Campiche (2008), Central Termoeléctrica Nueva Ventanas (Gener) (2010), entre otras. Sin embargo, ya existían actividades industriales a menor escala que utilizaban carbón en la zona, desde 1865 con la creación del Puerto Mayor de Quintero y el Ferrocarril Puerto para transporte de carga en 1924. Por lo tanto, los objetivos de este estudio son:

General

Determinar la distribución del carbón y su naturaleza, tanto superficial como temporal, en los sedimentos marinos de la bahía Quintero - Cta. Ventanas y su posible fuente de origen.

Específicos

1.- Determinar la presencia de carbón en los sedimentos marinos del fondo de la bahía, y su variación espacial y temporal.

2.- Determinar la morfología del fondo marino de la bahía Quintero, sector caleta Ventana y estimar potenciales áreas de acumulación y transporte.

2. Metodología

2.1. Trabajo de terreno

2.1.1. Muestreo de sedimento superficial

El 8 de agosto de 2019 se obtuvieron 22 muestras de sedimentos superficiales del fondo de la bahía Quintero en el sector de caleta Ventana, con una draga manual Van Veen (SHOA) en una embarcación menor (DIRECTEMAR) que permitió la mejor aproximación a la costa y operación en aguas someras desde los ~5 m hasta los ~23 m de profundidad (Figs. 1 y 2). Además, el 12 de septiembre de 2019, se obtuvieron 6 muestras superficiales de sedimento con box corer durante el levantamiento hidrográfico realizado por el buque de la Armada de Chile AGS "Cabo de Hornos" (Figs. 1 y 3). Del total de muestras, no se consideraron 6 debido a que no contenían una cantidad suficiente para los análisis. Las muestras eliminadas corresponden a QV-01-B, QV-07, QV-14, QV-16, QV-17 y QV-BC-E4-A.

Los primeros puntos de muestreo fueron seleccionados en base a las geomorfologías submarinas observadas con imágenes satelitales y considerando una distribución homogénea de la malla de muestreo. Posteriormente las siguientes muestras fueron obtenidas en puntos con geomorfologías submarinas identificadas con la batimetría multihaz realizada el 8 de agosto de 2019.

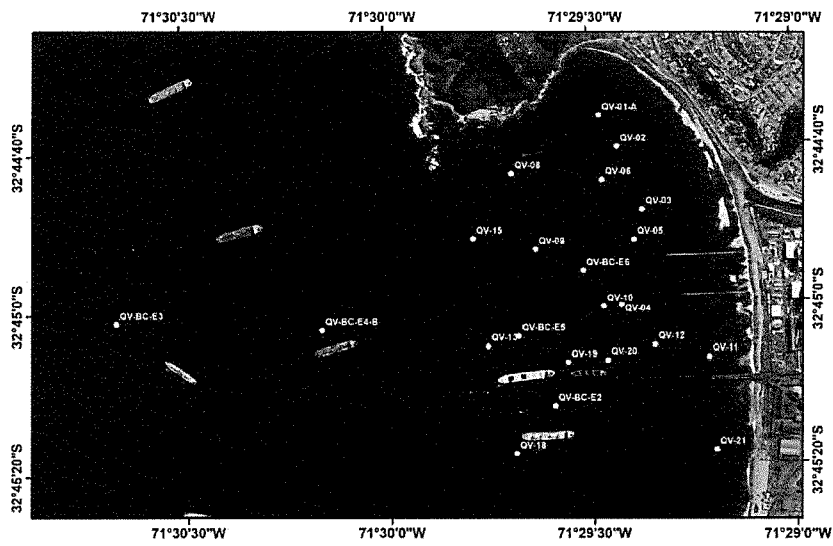


Figura 1. Área de estudio con las estaciones de muestreo de sedimento superficial obtenidas el 8 de agosto de 2019 (puntos amarillos con código "QV"), utilizando lancha LPM "Arcángel"; y el 12 de septiembre de 2019 (puntos amarillos con código "QV-BC"), utilizando el buque oceanográfico AGS "Cabo de Hornos".



Figura 2. Muestreo manual de sedimento marino con draga a bordo de la lancha LPM "Arcángel" (8 de agosto de 2019).



Figura 3. Muestreo de sedimento marino con box corer a bordo del buque AGS “Cabo de Hornos” (12 de septiembre de 2019).

2.1.2. Muestreo de testigos de sedimento subsuperficial

Los testigos o core de sedimento fueron obtenidos en puntos estratégicos de la bahía considerando representatividad de las distintas zonas y las variaciones del carácter acústico obtenido por el sonar multihaz del buque AGS “Cabo de Hornos” durante el levantamiento del 12 de septiembre de 2019.

Debido a que el tipo de sedimento es principalmente arena, no permitió la penetración del gravity corer, metodología que fue intentada en múltiples ocasiones a bordo del Buque “Cabo de Hornos”, por lo que fue necesario obtener todos los testigos de manera manual a través de buzos de la Armada de las capitanías de puerto de Valparaíso y Quintero, los días 17 y 25 de septiembre, y el 4 de octubre de 2019 (Fig. 4), obteniéndose nueve testigos, además de dos más en el Estero Campiche (código CAMP) (Fig. 5), por lo que en total se obtuvieron 11 en el área de estudio, los cuales variaron en longitud desde 12,14 cm a 29,13 cm. Los testigos obtenidos se encuentran indicados en la Tabla 4.



Figura 4. Muestreo de sedimento marino subsuperficial con tubos de PVC con buzos de la Armada de Chile (17 y 25 de septiembre de 2019 y 4 de octubre de 2019).



Figura 5. Área de estudio con las estaciones de muestreo manual de testigos de sedimento obtenidas los días 17 y 25 de septiembre de 2019 (de la 1 a la 6), y el 4 de octubre de 2019 (BK, To y CAMP).

2.1.3. Levantamiento con sonar multihaz

Dado el carácter discreto del método de muestreo de sedimento y las características del fondo marino de la bahía (sometido a alta energía de olas y corrientes), se hace necesario disponer de algún método que permita obtener evidencias de la distribución continua de los materiales que componen el fondo, así también de la dinámica asociada al transporte y su variabilidad. Por lo tanto, se realizaron levantamientos acústicos con sonar multihaz con la lancha hidrográfica del SHOA y con el buque AGS “Cabo de Hornos” (Fig. 6), para así obtener datos acústicos para construir modelos de la topografía submarina y de “backscatter”, los cuales pueden determinar los tipos de materiales del fondo marino, ayudado por los análisis de muestras de sedimentos (Rodrigo, 2006).

El levantamiento acústico realizado con el buque AGS “Cabo de Hornos” fue el día 12 de septiembre de 2019, donde se usó el sonar multihaz Kongsberg EM-710 con una frecuencia de 200 kHz. Las mediciones batimétricas fueron calibradas por velocidad del sonido “in situ”, realizando dos lances de SVP (“sound velocity profiler”), una en la entrada sur de la bahía Quintero y otra al centro del área de estudio (en el sector de norte de la bahía). Además, el sistema de posicionamiento utilizado fue DGPS con errores < 1 m. Del mismo modo, se realizaron 2 levantamientos acústicos a bordo de la lancha hidrográfica SHOA: el día 8 de agosto de 2019 y el 29 de noviembre de 2019, donde se utilizó el Sistema Multihaz Reson SeaBat 7125, con frecuencias de 200 y 400 Hz.



Figura 6. Operación de los sistemas de sonares multihaz. Izquierda: a bordo del buque AGS “Cabo de Hornos”, el 12 de septiembre de 2019; derecha: a bordo de la lancha hidrográfica SHOA, el 29 de noviembre 2019.

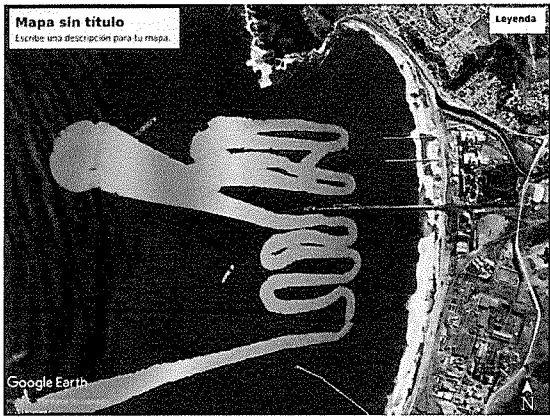


Figura 7. Ejemplo de la cobertura batimétrica obtenida con el sistema multihaz del buque AGS “Cabo de Hornos”, el 12 de septiembre de 2019.

2.1.4. Levantamiento con perfilador de subfondo

Durante el levantamiento multihaz a bordo del buque AGS “Cabo de Hornos”, también se obtuvieron datos de perfilador de subfondo (SBP), utilizando el sistema Kongsberg SBP-120, el cual se deriva del mismo sistema multihaz a bajas frecuencias (~3.5 kHz), para penetración y determinación estratigráfica del fondo marino (Fig. 8).

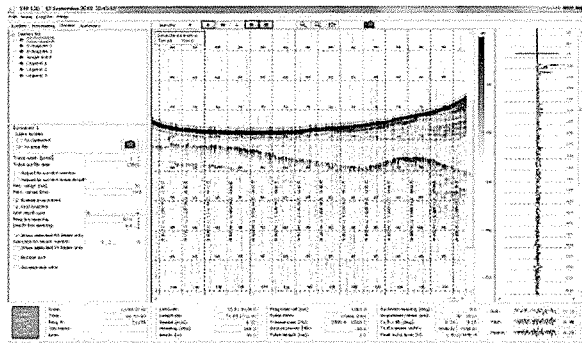


Figura 8. Ejemplo de un registro con perfilador de subfondo, obtenido a bordo del buque AGS “Cabo de Hornos”, el 12 de septiembre de 2019, costa afuera de la bahía Quintero.

2.2. Procesamiento de los datos acústicos

Los datos batimétricos fueron procesados con el software MBSsystem (Caress et al., 2017) en el Laboratorio de Geofísica (LGF) de la UNAB de Viña del Mar, donde se eliminaron datos automáticamente con un módulo de pre-procesamiento y luego manualmente con editores en 3D (Fig. 9). Las correcciones de los datos de backscatter también se realizaron con el mismo software y se ajustó la energía acústica recibida al transductor, en función del ángulo de crecimiento de los "beams". Para ambos tipos de datos se crearon grillas digitales utilizando el algoritmo de interpolación de "mínima curvatura" (Wessel et al., 2017), obteniéndose una resolución espacial de 0.25 m.

A partir de las grillas, se crearon mapas con el software GMT (Wessel et al., 2017). El mapa batimétrico o de la topografía submarina también fue visualizado con el programa Fledermaus de QPS para identificar con más facilidad estructuras. Luego, los resultados sedimentológicos fueron correlacionados con los acústicos para crear modelos integrados de los tipos de materiales del fondo y de la dinámica de sedimentos.

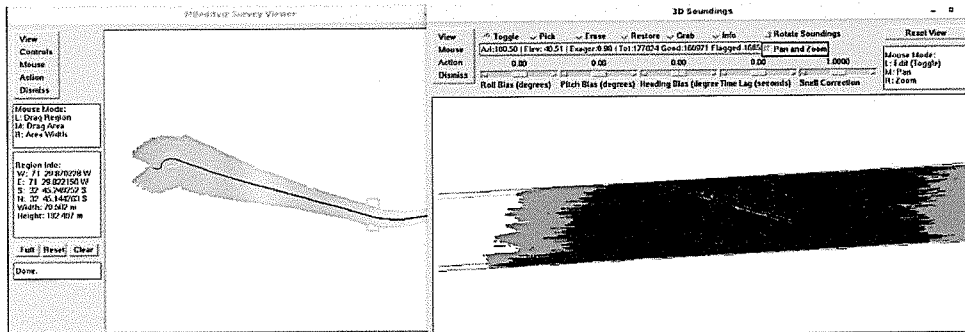


Figura 9. Edición de datos batimétricos con el programa MBSsystem, obtenidos durante el levantamiento multihaz a bordo del buque AGS "Cabo de Hornos", el 12 de septiembre de 2019, en la bahía Quintero. Los puntos rojos corresponden a datos eliminados por considerarse erróneos, es decir, fuera del rango estadístico aceptable.

2.3. Trabajo de laboratorio

2.3.1. Granulometría y mineralogía en sedimento superficial

El análisis granulométrico fue realizado en el laboratorio de sedimentología de la UNAB (Viña del Mar) según procedimiento estándar, primero secando la muestra en un horno a temperatura controlada de 40°C durante

por lo menos 24 horas. Posteriormente, el sedimento seco fue tamizado en mallas #10 (2 mm), #18 (1 mm), #30 (0,595 mm), #60 (0,250 mm) y #100 (0,149 mm) para determinar el porcentaje en peso de cada una de las distribuciones de tamaño.

Para determinar la composición mineralógica preliminar de las muestras e identificar las partículas de carbón, se realizaron análisis visuales con lupa binocular en el laboratorio de petrografía de la Universidad Andrés Bello (Viña del Mar). Se estimó una concentración según la cantidad de granos en el rango visual de la lupa. En una segunda etapa, se confeccionaron briquetas de sedimentos para su análisis petrográfico con un microscopio polarizante Nikon ECLIPSE LV100POL en los laboratorios de microscopía óptica de la Universidad Andrés Bello. En una tercera etapa se realizaron análisis en muestras seleccionadas con un microscopio electrónico (SEM/EDS) y difracción de Rayos X.

Finalmente, los resultados de los datos de carbón mineral de cada estación fueron integrados en mapas interpolados por el método de inverso a la distancia y se determinó la tendencia de la distribución espacial superficial de las partículas de carbón.

Cabe señalar que el método de interpolación de inverso a la distancia consiste en estimar un valor intermedio desconocido en base a los valores conocidos más próximos al punto que se quiere estimar. Los valores obtenidos fueron calculados con el software ArcGIS y el método se rige según la ecuación:

$$z_p = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{z_i}{(d_i)^\alpha}}{\sum_{i=1}^n (1/d_i)^\alpha}$$

Donde:

z_p : Valor estimado en el Punto p .

n : Número de puntos usado en la interpolación.

z_i : Es el valor conocido en el i -ésimo punto.

d_i : Distancia desde el punto conocido i al punto a estimar p

α : Potencia del inverso de la distancia

2.3.2. Tomografía computarizada en cores de sedimento

Antes de la apertura de los testigos, se realizaron análisis con tomografía computarizada de rayos-X en el Centro de Imagenología del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, con equipo SOMATOM Definition Edge, de Siemens (Fig. 10) para obtener un modelo 3D de las estructuras internas de los sedimentos al interior del tubo. Luego de este proceso, los testigos fueron congelados para no alterar las estructuras al abrirlos con sierra en su sección longitudinal, esto fue realizado en el laboratorio de sedimentología de la Universidad Andrés Bello. Las

secciones descubiertas fueron analizadas con lupas binoculares en el laboratorio de petrografía de la Universidad Andrés Bello.

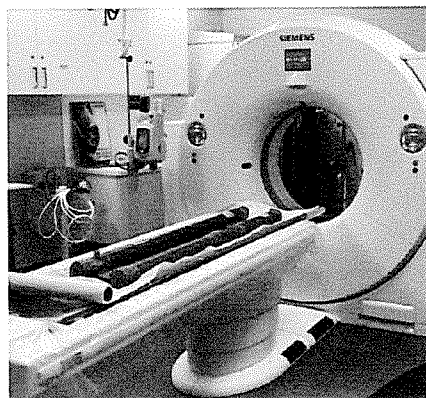


Figura 10. Equipo para obtener tomografía computarizada, modelo SOMATOM Definition Edge, marca Siemens, del Hospital Clínico de la Universidad de Chile.

2.3.3. Datación por radiocarbono en cores de sedimento

Debido a la naturaleza del sedimento de todos los testigos, granos muy poco consolidados y relativamente gruesos, no fue posible datar los testigos por el método geocronológico del ^{210}Pb , método que se había propuesto inicialmente, ya que este método requiere sedimentos de partículas micrométricas que permitan acumulación de este isótopo, por lo que se optó por datar los testigos a través de ^{14}C con fragmentos de conchas presentes en distintas secciones de cada testigo. En total se seleccionaron 6 muestras de las cuales 4 correspondieron a fragmentos de conchas de bivalvos y 2, a materia orgánica vegetal. Las muestras fueron analizadas en Miami, EE. UU., por Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory. El detalle de las muestras datadas se encuentra en la Tabla 5.

Las edades obtenidas (Conventional Radiocarbon Ages) fueron corregidas para los efectos de fraccionamiento total, con datos de calibración de Hogg et al. (2013) y Reimer et al. (2013), acreditadas según las normas ISO/IEC 17025:2005.

Las edades convencionales de radiocarbono (Conventional Radiocarbon Ages) y los sigmas (de error) fueron redondeados al múltiplo de 10 más cercano y tuvieron un valor mínimo de ± 30 años, según la norma establecida en la Conferencia Internacional de Radiocarbono de 1977.

2.3.4. Difracción de Rayos X (DRX)

La difracción de Rayos X se realizó a 9 muestras en el Laboratorio de Análisis de Sólidos de la Universidad Andrés Bello (LAS-UNAB) en un Difractómetro D8 Advance con detector lineal LynxEye para muestras policristalinas. Las muestras bajo las 5.000 cuentas no fueron aptas para la cuantificación. La identificación se realizó automáticamente con el software Diffrac Suite (Diffrac.EVA v4.1) y la base de datos del COD (Crystallography Open Database, versión 2018). El detalle de las muestras analizadas se encuentra en la Tabla 6.

2.3.5. Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Espectroscopia de Energía Dispersiva (EDS)

Los análisis con SEM/EDS se realizaron en el Laboratorio Central de Microscopía del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México en 17 muestras. La caracterización se realizó en el microscopio electrónico de barrido de alta resolución JEOL JSM 7800F, el cual está equipado con un detector de EDS de la marca Oxford Instruments, Modelo X-maxn. Se localizaron las zonas para estudiar en un microscopio óptico y se marcaron las partículas de interés. Para la adquisición de imágenes se utilizaron electrones secundarios a 1 kV. El voltaje de aceleración para los EDS fue de 10kV. Para el análisis se obtuvieron tres EDS de la muestra de control (QV-PV-A), para confirmar los porcentajes patrones de los elementos químicos carbono, oxígeno y azufre en partículas de carbón.

3. Resultados

3.1. Granulometría, composición e identificación del carbón en muestras sedimentológicas

El 100% de las muestras (22 en total) de sedimentos superficiales del fondo de la Bahía Quintero sector caleta Ventana, correspondió a sedimentos tipo arena (clasificación textural), en rangos de porcentajes de tamaños que variaron entre 90,6% a 100% (2 mm y 0,062 mm) y tamaños limo-arcilla, entre 0% a 9,4% ($< 0,062$ mm). La Tabla 1 resume los resultados obtenidos. En el Anexo "A" se presentan descripciones detalladas de cada muestra.

Las muestras fueron obtenidas entre profundidades de 5 a 50 m, siendo éstas compuestas principalmente de granos de cuarzo (> 60%) y de materiales líticos. Materiales biogénicos con mayores proporciones (restos de conchas de bivalvos y otros) fueron encontrados asociados principalmente a sitios alejados de la costa. No hubo una distinción entre los tipos de arena (clasificación granulométrica) y sus componentes, por ejemplo, el cuarzo dominó en las muestras independientemente del tamaño del grano, así también la presencia del carbón.

El 68 % de las muestras presentaron carbón, siendo las muestras QV-01, QV-04, QV-12 y QV-20, las que presentaron una mayor concentración, siendo la QV-20, aquella con una mayor concentración en relación con las demás, con un valor de 2 %. Esta última muestra se ubicó al costado norte del muelle Ventanas. En general, las muestras con mayores concentraciones se localizaron cercanas a la QV-20. Sólo trazas muy pequeñas se encontraron en las demás muestras, por lo anterior, es que se asignó un valor de 0,01 % de concentración, dada la dificultad de cuantificar con los métodos visuales.

La figura 11 muestra el mapa de la tendencia de la distribución espacial de la concentración de carbón en el área de estudio. En general, el carbón se encuentra distribuido sobre el fondo del mar en toda el área de estudio ubicado en la bahía Quintero sector caleta Ventana. Las máximas concentraciones, según esta metodología, se encuentran entre el muelle Ventanas y las tuberías AES GENER Unidad 1 y 2 y Unidad 2 y 3, específicamente en el sector central del muelle. Mayores concentraciones también se encontraron en el sector próximo a la playa norte de caleta Ventana, casi en frente de las instalaciones de los pescadores artesanales.

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico y % estimativo de carbón mineral según petrografía binocular (partículas $\geq \sim 0,5$ mm) en las muestras superficiales del fondo marino de la Bahía de Quintero-Ventana.

Muestra	Latitud	Longitud	Profundidad [m]	Distribución de tamaños de grano [%]			Clasificación textural [Folk, 1974]	Clasificación granulométrica	Componente principal	Carbón [%]
				Grava [> 2 mm]	Arena [2 mm - 0,062 mm]	Limo - Arcilla [$< 0,062$ mm]				
QV-01-A	32°44'36.3"S	71°29'27.9"W	5,3	-	100	-	Arena	Arena muy fina	Cuarzo (75%)	1,00
QV-02	32°44'40.3"S	71°29'25.3"W	7,6	-	97,4	2,6	Arena	Arena muy fina	Cuarzo (65%)	0,10
QV-03	32°44'48.3"S	71°29'21.7"W	8,5	-	99,7	0,3	Arena	Arena fina	Cuarzo (67%)	0,00
QV-04	32°45'00.3"S	71°29'25.0"W	12	-	99,2	0,8	Arena	Arena fina	Cuarzo (60%)	0,50
QV-05	32°44'52.0"S	71°29'23.0"W	9,5	-	98,9	1,1	Arena	Arena muy fina	Cuarzo (78%)	0,00
QV-06	32°44'44.5"S	71°29'27.6"W	11,4	-	98,7	1,3	Arena	Arena muy fina	Cuarzo (65%)	0,20
QV-08	32°44'43.5"S	71°29'41.0"W	10,5	-	99,9	0,1	Arena	Arena media	Bivalvos (39%) Líticos (30%)	0,10
QV-09	32°44'53.0"S	71°29'37.6"W	14,6	-	99,2	0,8	Arena	Arena fina	Cuarzo (65%)	0,02
QV-10	32°45'00.5"S	71°29'27.7"W	13,8	-	99,2	0,8	Arena	Arena media	Cuarzo (80%)	0,01
QV-11	32°45'06.8"S	71°29'12.2"W	8,1	-	99,1	0,9	Arena	Arena fina	Cuarzo (63%)	0,00
QV-12	32°45'05.2"S	71°29'20.2"W	14,1	-	99,5	0,5	Arena	Arena media	Cuarzo (68%)	1,00
QV-13	32°45'05.0"S	71°29'44.9"W	17,5	-	99,9	0,1	Arena	Arena muy gruesa	Cuarzo (44,89%) Líticos (25%)	0,01
QV-15	32°44'51.6"S	71°29'46.8"W	18	-	100,0	0,0	Arena	Arena muy gruesa	Líticos (40%) Cuarzo (35%)	0,01
QV-18	32°45'18.4"S	71°29'41.0"W	22,6	-	100,0	0,0	Arena	Arena gruesa	Cuarzo (62%)	0,00
QV-19	32°45'07.1"S	71°29'33.1"W	17,8	-	99,5	0,5	Arena	Arena fina	Cuarzo (70%)	0,40
QV-20	32°45'06.9"S	71°29'27.2"W	13,7	-	99,8	0,2	Arena	Arena fina	Cuarzo (70%)	2,00
QV-21	32°45'18.4"S	71°29'11.4"W	7,5	-	99,8	0,2	Arena	Arena fina	Cuarzo (70%) Cuarzo (55%)	0,00
QV-BC-E2	32°45'12.5"S	71°29'35.2"W	17	-	99,2	0,8	Arena	Arena fina	Feldespatos potásico (26,8%) Cuarzo (33%)	0,20
QV-BC-E3	32°45'01.3"S	71°30'39.7"W	54	-	90,6	9,4	Arena	Arena muy fina	Gastrópodos (25%)	0,01
QV-BC-E4-B	32°45'02.6"S	71°30'09.4"W	30	-	99,8	0,2	Arena	Arena muy gruesa	Conchas (50%) Líticos (40%)	0,00
QV-BC-E5	32°45'03.9"S	71°29'40.3"W	18	-	99,9	0,1	Arena	Arena muy gruesa	Líticos (45%) Cuarzo (40%)	0,00
QV-BC-E6	32°44'55.8"S	71°29'30.6"W	15	-	99,5	0,5	Arena	Arena fina	Cuarzo (73,39%)	0,01

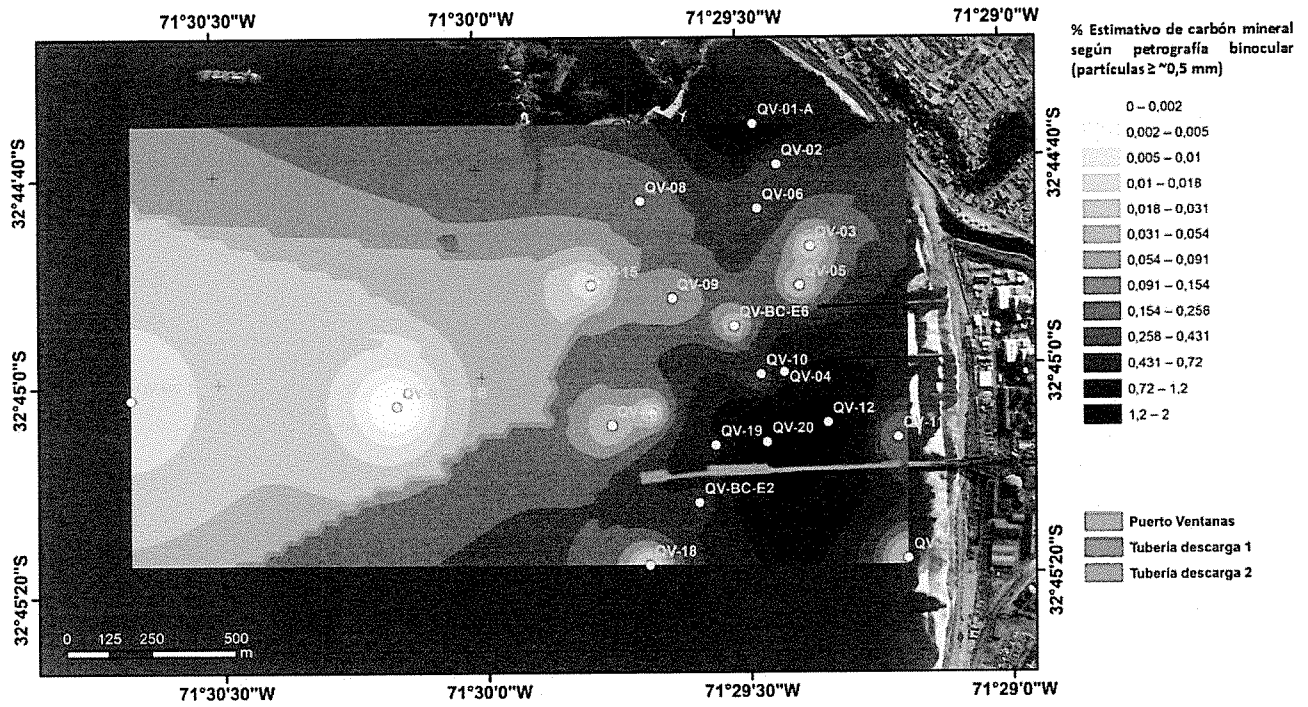


Figura 11. Mapa interpolado de la tendencia de la distribución espacial de la concentración de partículas carbón mineral ($\geq \sim 0,5$ mm), según petrografía binocular, en el fondo marino superficial en el área de estudio. El método de interpolación corresponde al inverso a la distancia (IDW). Se indica la posición y los números correlativos de las estaciones de muestreo, así como la concentración de cada sitio en escala de color.

3.2. Difracción de Rayos X (DRX)

Los resultados de difracción de Rayos X indican que en promedio un 53,13% de las partículas fueron reconocidas como fases cristalinas, mientras que el 46,87% restante corresponden a partículas sin identificar (amorfas). Entre los grupos minerales identificados se encuentran feldespatos, óxidos, aluminosilicatos, micas, piroxenos, fosfatos, carbonatos, olivinos, zeolitas, perovskitas, arcillas, carburos, anfíboles, sulfuros, cloruros y carbón mineral. Entre los minerales con mayores porcentajes semi-cuantitativos identificados en las muestras se encuentran: plagioclasas, cuarzos, feldespatos potásicos, piroxenos y muscovitas. En el Anexo "B" se muestran los resultados en detalle.

Las fases en base a carbono se identifican como carbonatos, carburos y carbón mineral. Entre los carbonatos se encuentran calcita, dolomita, vaterita, rodocrosita y siderita, entre los carburos cementita y moissanita y entre el carbón mineral, lignito y carbón puro (carbono y/o grafito).

La muestra de control (QV-PV-A), la cual corresponde a arena negra de un evento de varamiento, presenta un valor semi-cuantitativo de 4,95% de carbono puro más lignito, siendo la única muestra en la que se reconoce lignito a través de este método. Las muestras de fondo marino varían entre 0% a 2,21% (semi-cuantitativo) de carbono puro, encontrándose el valor más alto en la muestra QV-11 (Fig. 12). Los carbonatos y carburos no se consideran porque corresponden a minerales que existen naturalmente, ya sea como fragmentos de otros minerales o rocas transportados por los procesos geológicos sedimentarios hasta la bahía, porque constituyen la estructura cristalina de las conchas de bivalvos y gastrópodos o porque cristalizan *in situ* con los iones disueltos que se encuentran en el agua y/o los sedimentos.

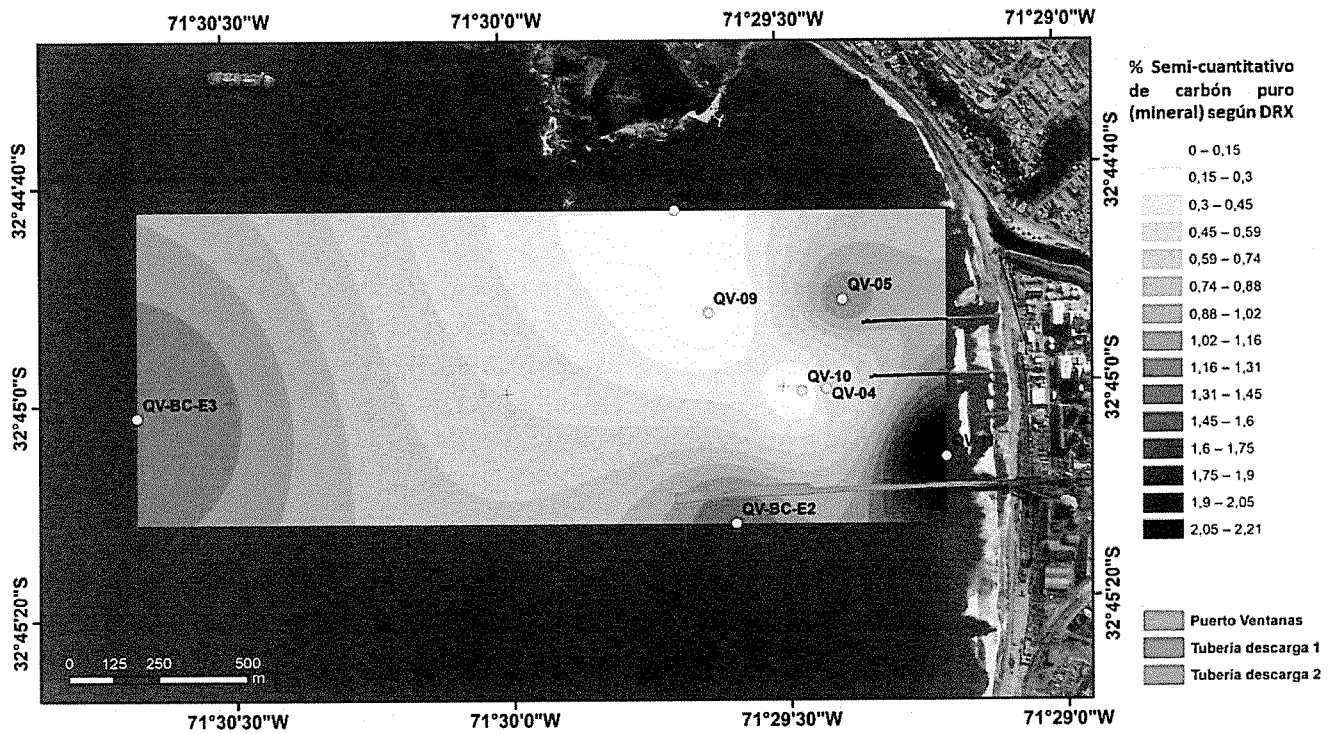


Figura 12. Mapa interpolado de la tendencia de la distribución espacial de la concentración de carbón puro (mineral), según DRX, en el fondo marino superficial en el área de estudio. El método de interpolación corresponde al inverso a la distancia (IDW). Se indica la posición y los números correlativos de las estaciones de muestreo, así como la concentración de cada sitio en escala de color.

3.3. Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) y Espectroscopia de Energía Dispersiva (EDS)

Las partículas especificadas analizadas en cada muestra indican que el 43,75% corresponden a partículas de carbón mineral, mientras que el 56,25% restante corresponden a minerales de óxidos de hierro tales como magnetioferrita, qandilita, hematita, ilmenita, högbomita, además de aluminosilicatos y piroxenos. Las partículas de carbón mineral contienen entre un 39,98% a 94,53% de carbono (Tabla 2), y en menor porcentaje presentan azufre, aluminio, silicio, hierro y/o magnesio. Las partículas de óxidos de hierro presentan carbono debido a la contaminación con la resina epoxi hasta en un 14,28%, como excepción la muestra QV-19 presenta un 32,43% de carbono, sin embargo, esto se debe a que la zona de lectura del SEM/EDS consideró parte de una zona de resina epoxy. Entre las partículas de carbón mineral se identifican cinco sin combustionar y dos combustionadas (Tabla 2). Las partículas combustionadas han perdido sus volátiles por lo que pueden ser clasificadas según su contenido de carbón fijo. Considerando que el rango de carbono en estas partículas varía de 53,17% a 84,83%, se clasifican como carbón bituminoso, coincidente con la clasificación realizada por Cisternas (2019) en base a la reflectancia de la vitrinita en partículas varadas de carbón. La figura 13 muestra el mapa interpolado de la tendencia de la distribución espacial del % de carbono.

Tabla 2. Clasificación de partículas analizadas con SEM/EDS según su composición elemental.

Muestra	Latitud	Longitud	Profundidad [m]	Carbono (%)	Mineral
QV-21	32°45'18.4"S	71°29'11.4"W	7,5	94,53	Carbón
QV-13	32°45'05.0"S	71°29'44.9"W	17,5	84,83	Carbón combustionado
QV-BC-E3	32°45'01.3"S	71°30'39.7"W	54	81,54	Carbón
QV-12	32°45'05.2"S	71°29'20.2"W	14,1	81,1	Carbón
QV-BC-E4-B	32°45'02.6"S	71°30'09.4"W	30	75,17	Carbón
QV-02	32°44'40.3"S	71°29'25.3"W	7,6	53,17	Carbón combustionado
QV-BC-E6	32°44'55.8"S	71°29'30.6"W	15	39,98	Carbón
QV-19	32°45'07.1"S	71°29'33.1"W	17,8	32,43	Piroxeno
QV-03	32°44'48.3"S	71°29'21.7"W	8,5	14,28	Qandilita
QV-20	32°45'06.9"S	71°29'27.2"W	13,7	13,06	Magnetioferrita
QV-BC-E2	32°45'12.5"S	71°29'35.2"W	17	9,41	Qandilita
QV-04	32°45'00.3"S	71°29'25.0"W	12	5,84	Aluminosilicato
QV-08	32°44'43.5"S	71°29'41.0"W	10,5	4,81	Hematita
QV-09	32°44'53.0"S	71°29'37.6"W	14,6	4,29	Ilmenita
QV-18	32°45'18.4"S	71°29'41.0"W	22,6	4,09	Högbomita
QV-11	32°45'06.8"S	71°29'12.2"W	8,1	3,12	Högbomita



Figura 13. Mapa interpolado de la tendencia de la distribución espacial del % de Carbono en partículas específicas de carbón mineral de cada muestra según los datos de SEM/EDS en el fondo marino superficial en el área de estudio. El método de interpolación corresponde al inverso a la distancia (IDW). Se indica la posición y los números correlativos de las estaciones de muestreo, así como la concentración de cada sitio en escala de color.

3.4. Normalización de datos e interpolación final

Debido a que los datos de carbón mineral o carbono fueron obtenidos a través de distintas metodologías y, por lo tanto, distintas escalas valóricas, se consideró realizar una estandarización o normalización de los datos para poder compararlos e interpolarlos en único mapa de datos, que indique la distribución de las partículas contaminantes de carbón en el fondo marino de la bahía.

La normalización considera el valor mínimo y máximo obtenido según cada metodología y llevada a una escala de 10 puntos máximos, a modo de ejemplo si una metodología resultó con un valor máximo de 2%, ese valor equivaldría a 10 puntos, y si en otra el valor máximo es 56%, ese valor también equivaldría a 10 puntos. Finalmente se seleccionan para la interpolación el valor máximo obtenido entre todas las metodologías para cada muestra (Tabla 3).

El mapa de interpolación final (Fig. 14) indica que los valores máximos de presencia de partículas de carbón mineral se concentran en un radio de 500 m alrededor de las tuberías de descarga de AES Gener con peaks aislados de menor intensidad en la zona norte y oeste. Cabe señalar que Cisternas (2019) detectó carbón mineral en la tubería de descarga de agua de la Unidad 2 de AES Gener, por lo que la presencia de este peak en el fondo marino de la bahía tendría relación con la descarga de esas partículas a través de estas tuberías. Tanto en este trabajo, como en Cisternas (2019) se encontraron partículas de carbón combustionado, lo que indica que estas partículas provienen de una etapa posterior a su utilización en una caldera.

Tabla 3. Datos de Carbón mineral y Carbono según cada metodología. Los valores de cada metodología se encuentran normalizados en escala de 0 a 10. El valor máximo normalizado representa el valor máximo de cada punto entre todos los valores normalizados de todas las metodologías.

Muestra	Latitud	Longitud	Profundidad [m]	Petrografía		DRX		SEM/EDS		Valor Máximo Normalizado
				Carbón mineral [%]	Carbón mineral Normalizado	Carbón mineral [%]	Carbón mineral Normalizado	Carbono [%]	Carbono Normalizado	
QV-01-A	32°44'36.3"S	71°29'27.9"W	5,3	1,00	5,00	-	-	-	-	5,00
QV-02	32°44'40.3"S	71°29'25.3"W	7,6	0,10	0,50	-	-	53,17	5,62	5,62
QV-03	32°44'48.3"S	71°29'21.7"W	8,5	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00
QV-04	32°45'00.3"S	71°29'25.0"W	12	0,50	2,50	0,58	2,62	-	-	2,62
QV-05	32°44'52.0"S	71°29'23.0"W	9,5	0,00	0,00	1,14	5,16	-	-	5,16
QV-06	32°44'44.5"S	71°29'27.6"W	11,4	0,20	1,00	-	-	-	-	1,00
QV-08	32°44'43.5"S	71°29'41.0"W	10,5	0,10	0,50	0,00	0,00	-	-	0,50
QV-09	32°44'53.0"S	71°29'37.6"W	14,6	0,02	0,10	0,00	0,00	-	-	0,10
QV-10	32°45'00.5"S	71°29'27.7"W	13,8	0,01	0,05	0,00	0,00	-	-	0,05
QV-11	32°45'06.8"S	71°29'12.2"W	8,1	0,00	0,00	2,21	10,00	-	-	10,00
QV-12	32°45'05.2"S	71°29'20.2"W	14,1	1,00	5,00	-	-	81,10	8,58	8,58
QV-13	32°45'05.0"S	71°29'44.9"W	17,5	0,01	0,05	-	-	84,83	8,97	8,97
QV-15	32°44'51.6"S	71°29'46.8"W	18	0,01	0,05	-	-	-	-	0,05
QV-18	32°45'18.4"S	71°29'41.0"W	22,6	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00
QV-19	32°45'07.1"S	71°29'33.1"W	17,8	0,40	2,00	-	-	-	-	2,00
QV-20	32°45'06.9"S	71°29'27.2"W	13,7	2,00	10,00	-	-	-	-	10,00
QV-21	32°45'18.4"S	71°29'11.4"W	7,5	0,00	0,00	-	-	94,53	10,00	10,00
QV-BC-E2	32°45'12.5"S	71°29'35.2"W	17	0,20	1,00	1,32	5,97	-	-	5,97
QV-BC-E3	32°45'01.3"S	71°30'39.7"W	54	0,01	0,05	1,30	5,88	81,54	8,63	8,63
QV-BC-E4-B	32°45'02.6"S	71°30'09.4"W	30	0,00	0,00	-	-	75,17	7,95	7,95
QV-BC-E5	32°45'03.9"S	71°29'40.3"W	18	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00
QV-BC-E6	32°44'55.8"S	71°29'30.6"W	15	0,01	0,05	-	-	39,98	4,23	4,23

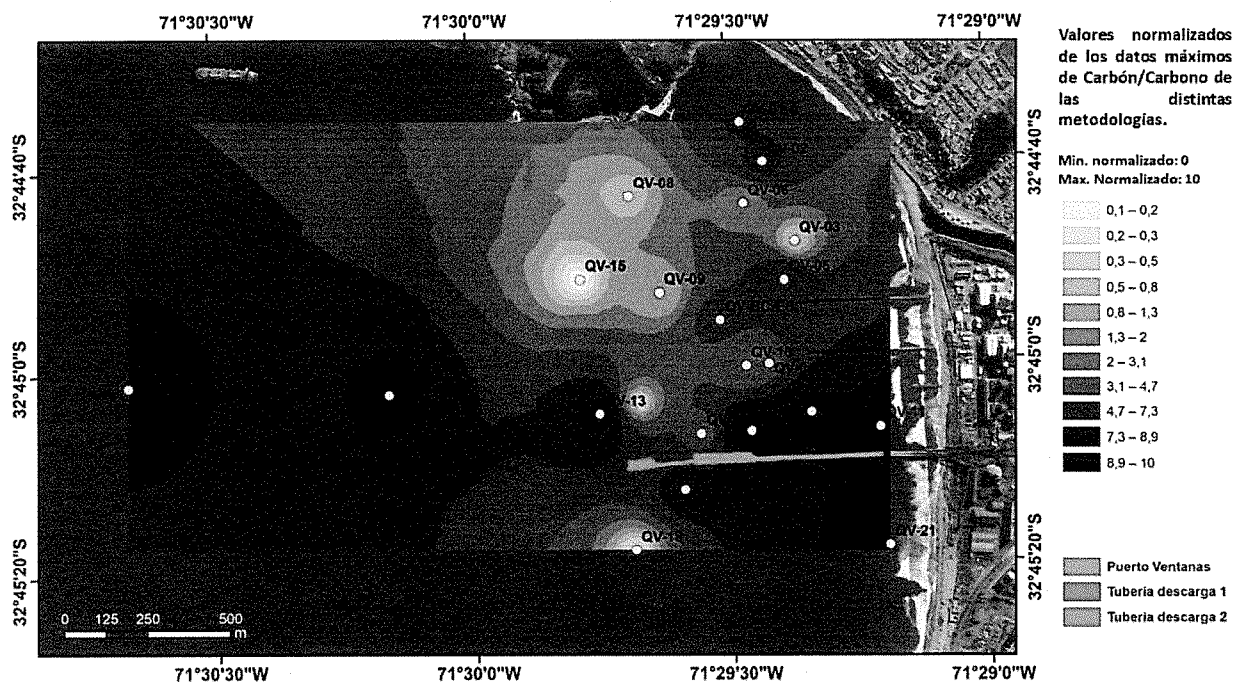


Figura 14. Mapa interpolado de la tendencia de la distribución espacial de los datos normalizados máximos de Carbón/Carbono de las distintas metodologías. El valor mínimo de normalización es 0 y el valor máximo de normalización es 10. Tanto el valor mínimo como máximo de normalización representan el valor mínimo y máximo obtenidos según cada metodología. La normalización de los datos solo considera el dato máximo obtenido entre todas las metodologías por cada muestra. El método de interpolación corresponde al inverso a la distancia (IDW). Se indica la posición y los números correlativos de las estaciones de muestreo, así como el valor de cada en escala de color.

3.2. Morfología submarina

En el sector exterior del muelle Ventanas, las profundidades fluctuaron entre los ~10 y ~60 m, presentándose el fondo marino relativamente plano en las partes más someras (entre 10 y 25 m) (Figs. 15). En el área de caleta Ventana, es decir, al interior de la parte norte de la bahía, las profundidades son menores a 10 m, por lo que se considera un fondo marino muy somero (Fig. 16).

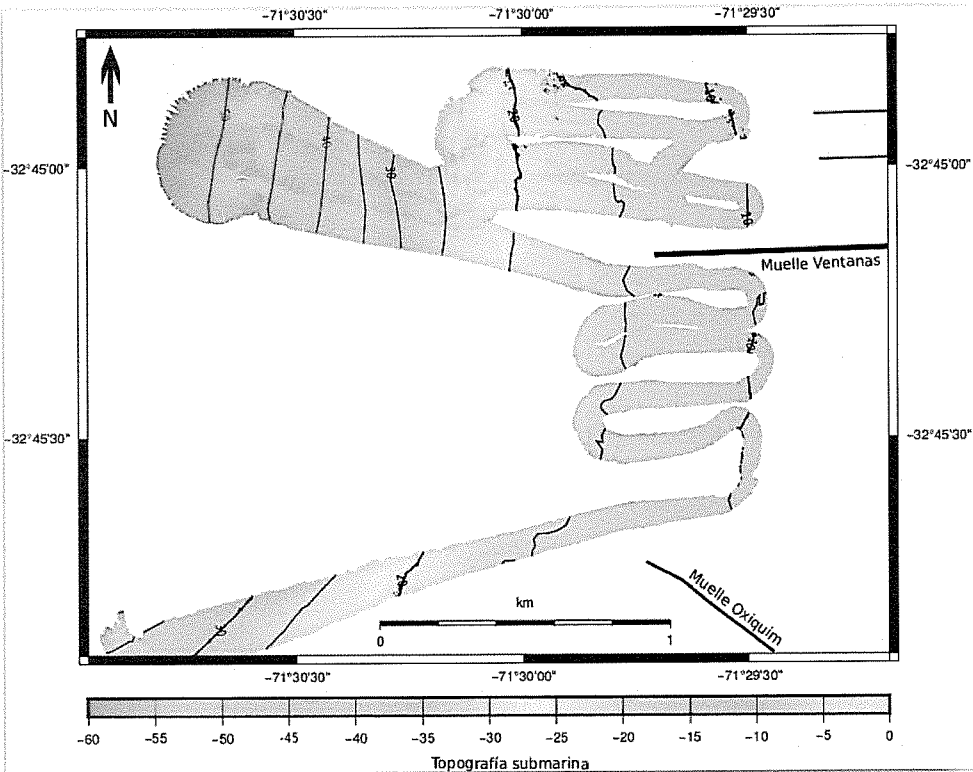


Figura 15. Mapa batimétrico del área de estudio, a partir de datos acústicos obtenidos del levantamiento con sonar multihaz del buque AGS “Cabo de Hornos”. Isóbatas cada 5 m.

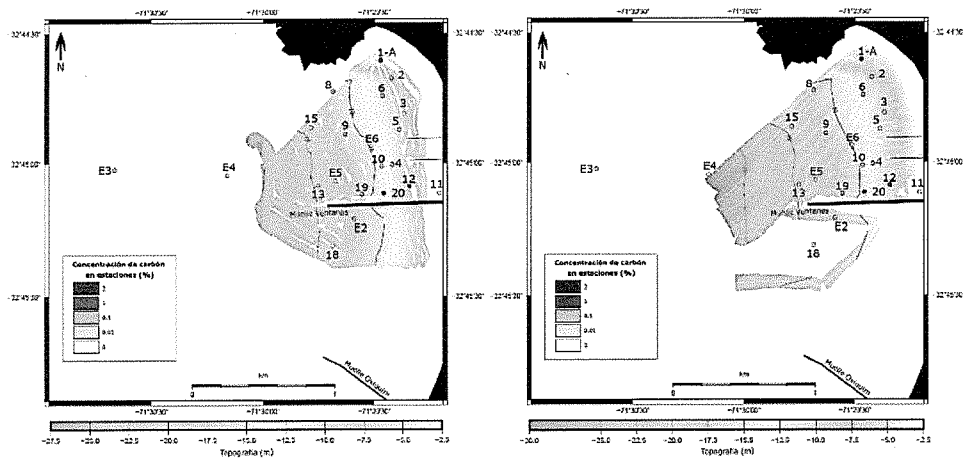


Figura 16. Mapa batimétrico del área de estudio para el sector caleta Ventana, a partir de datos acústicos obtenidos del levantamiento con sonar multihaz de la lancha hidrográfica SHOA. El mapa de la izquierda, para el levantamiento de agosto de 2019; y el de la derecha, el de noviembre de 2019. Isóbatas cada 5 m.

De la observación de la topografía del fondo marino obtenida, se pueden apreciar una serie de formas de fondo (geoformas), que corresponden a estructuras batimétricas positivas o negativas formadas por procesos dinámicos como el transporte por olas y las corrientes de viento y de marea (ver libro de Wright et al., 1999, para información básica sobre formas de fondo). En ocasiones pueden corresponder a depositación por flujos de detritos de materiales desde la costa.

En el área de estudio se reconocen sectores con la presencia de rocas submarinas mayores y otros con rocas aisladas. En la figura 17 se observa, por ejemplo, un grupo de rocas localizado en el sector NNW del área de estudio. Además, alrededor de éstas, existen áreas con rizos de arena ("ripples") con orientación aproximada N-S. Estos rizos de arena son comunes en el área de estudio y, en ocasiones, son cubiertos por barras de arena fina (Fig. 18), las cuales pueden tener una altura sobre el fondo marino de ~1 m (ver perfil de Fig. 18). Estas barras de arena tienden a tener una orientación o rumbo N-S, con formas alargadas, anchos máximos de 100 m y terminando con formas de puntas o flechas.

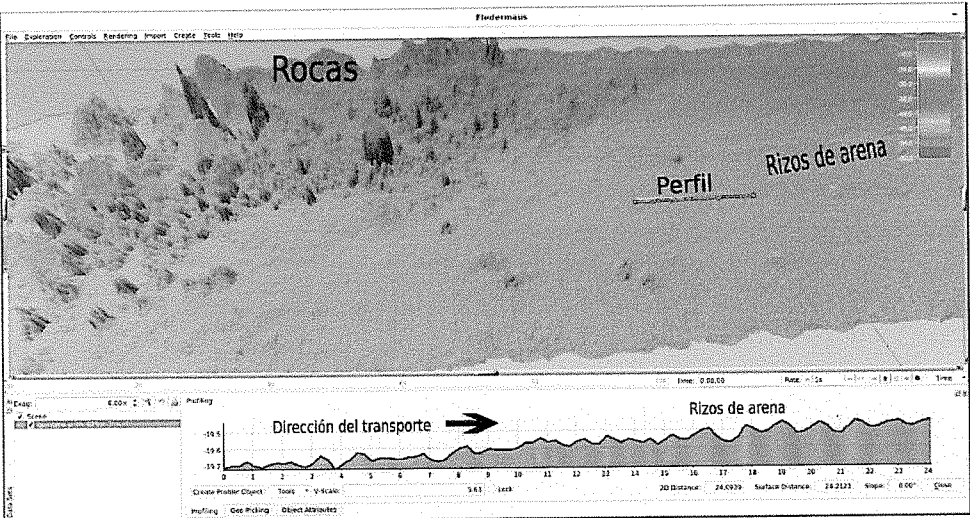


Figura 17. Imagen de la morfología submarina sector NW del área de estudio, donde se aprecian rocas y rizos de arena. Unidades del perfil en metros.

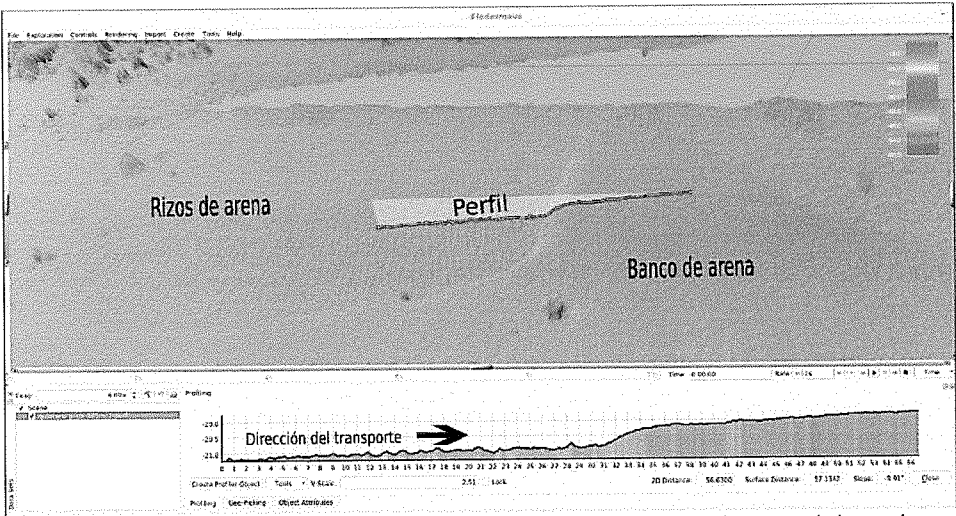


Figura 18. Imagen de la morfología submarina sector Norte del área de estudio, donde se aprecia banco de arena con forma de punta y rizos de arena. Unidades del perfil en metros.

Especialmente en el sector sur del área de estudio (entre muelle Ventanas y muelle Oxiquim), existen geoformas de dunas submarinas (anchos de 8 a 30 m) (Fig. 19), que en ocasiones poseen rizos superpuestos, y zurcos con rumbos N-S y NW-SE (Fig. 20), que también entre éstos se forman estructuras tipo dunas. Aunque en realidad para clasificar una geoforma como “duna” debiera existir alturas comparables a la profundidad, en este caso, tal característica no se cumple, siendo las alturas muy pequeñas comparables más bien a los rizos, pero sus longitudes (distancias entre valle y valle) son bastante más grandes que los rizos, por lo tanto, se consideran como “dunas pequeñas”. Éstas también en ocasiones se orientan N-S alargándose, formando estructuras más parecidas a barras.

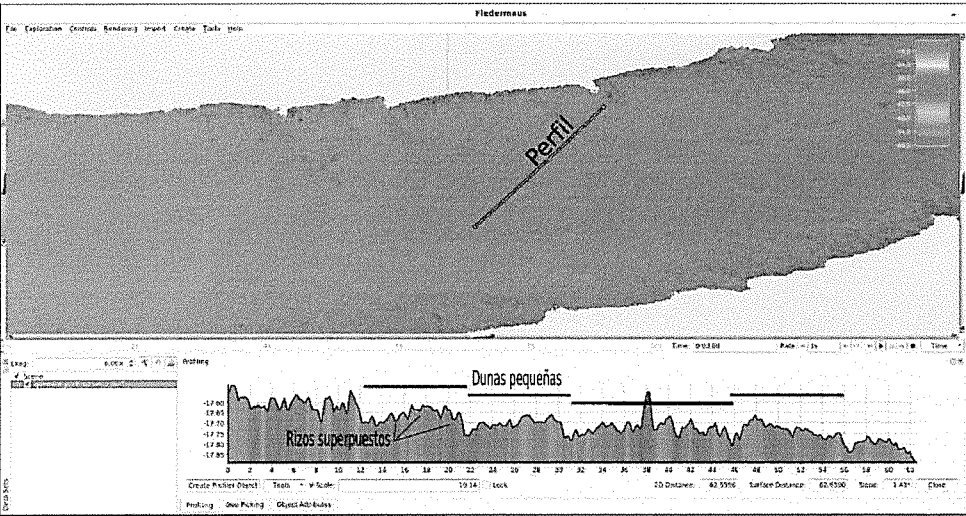


Figura 19. Imagen de la morfología submarina sector Sur del área de estudio, donde se aprecian dunas pequeñas y rizos superpuestos. Unidades del perfil en metros.

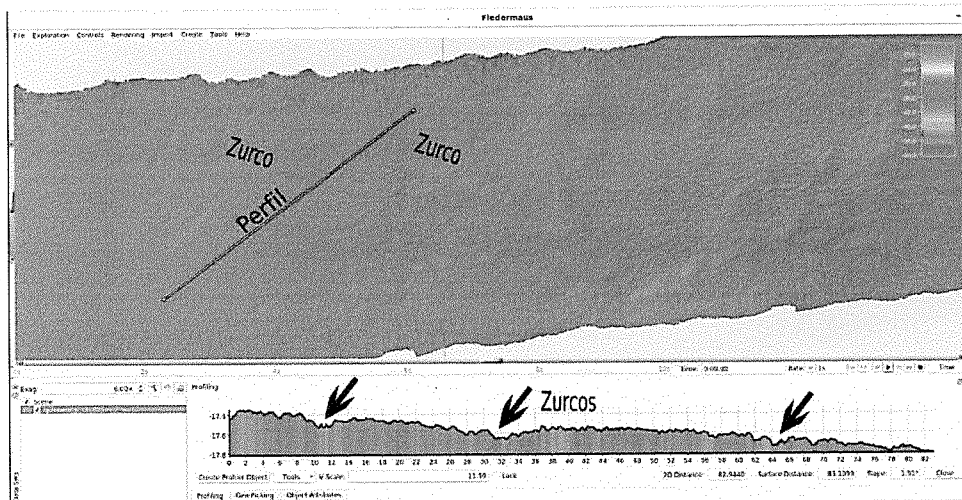


Figura 20. Imagen de la morfología submarina sector Sur del área de estudio, donde se aprecian surcos y estructuras abultadas entre éstos, tipo dunas. Unidades del perfil en metros.

La figura 21 resume en un mapa, las geoformas identificadas a partir del modelo topográfico submarino para el levantamiento batimétrico a bordo del buque "Cabo de Hornos". En ese mapa también se indican las concentraciones de carbón encontradas en las muestras de sedimentos.

Los resultados de los levantamientos batimétricos efectuados por la lancha hidrográfica del SHOA (Figs. 22 y 23), mostraron la presencia de los mismos tipos de geoformas de fondo identificadas por la batimetría del buque "Cabo de Hornos", predominando aquellas de rizos y bancos de arena manteniéndose, aproximadamente, el patrón de transporte de fondo, a pesar de que se realizaron los levantamientos en distintos meses, aunque en el mismo período primaveral. Es así como algunas geoformas de extensiones mayores se mantuvieron espacialmente, como los bancos, ubicados en la parte exterior del muelle Ventanas, con orientaciones aproximadas N-S y con formas de puntas, así también el límite general, al interior de la bahía, entre las arenas con rizos y la de bancos (en la isóbata de ~10 m). Sin embargo, geoformas más pequeñas de las mismas y otras de mayores extensiones, pero al interior de la bahía, variaron considerablemente su distribución y localización, denotándose el carácter dinámico del área en función de la poca profundidad y el efecto del oleaje, especialmente en sectores más cercanos a la costa. Por otro lado, se confirma el transporte contrario en el sector norte de la bahía, en relación al transporte dominante W-E, facilitando la circulación contraria la presencia de rocas en ese lugar.

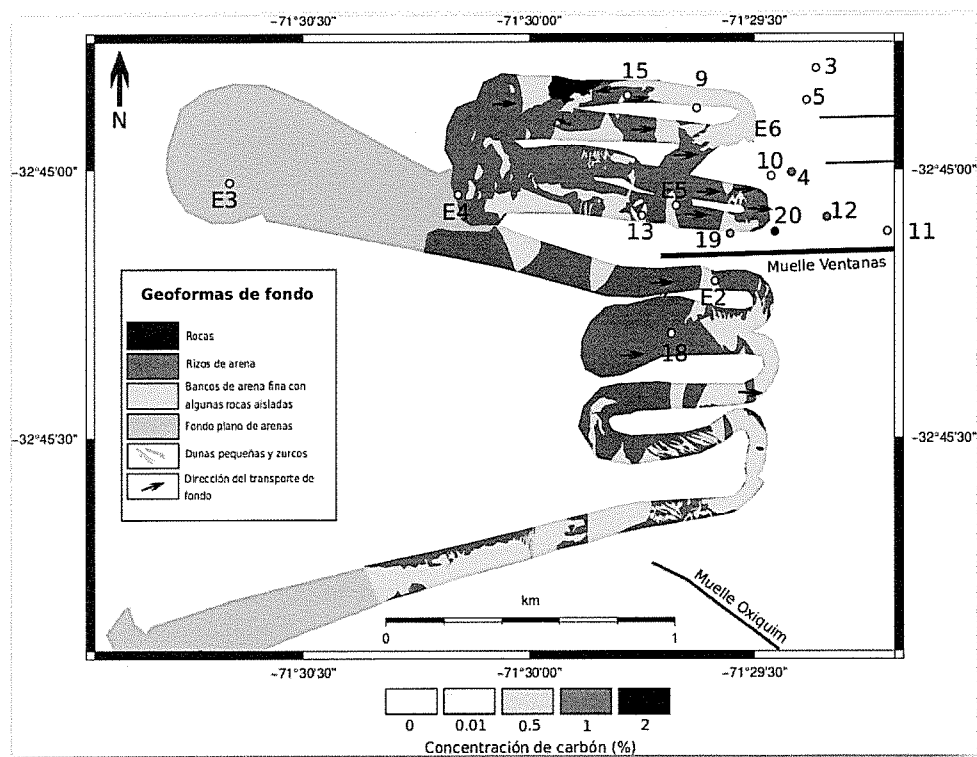


Figura 21. Mapa de la identificación de las geoformas submarinas a partir de los datos batimétricos obtenidos por el buque AGS "Cabo de Hornos" (septiembre 2019). Se muestran también las posiciones de las estaciones de muestreo de sedimentos y la concentración de carbón para cada sitio.

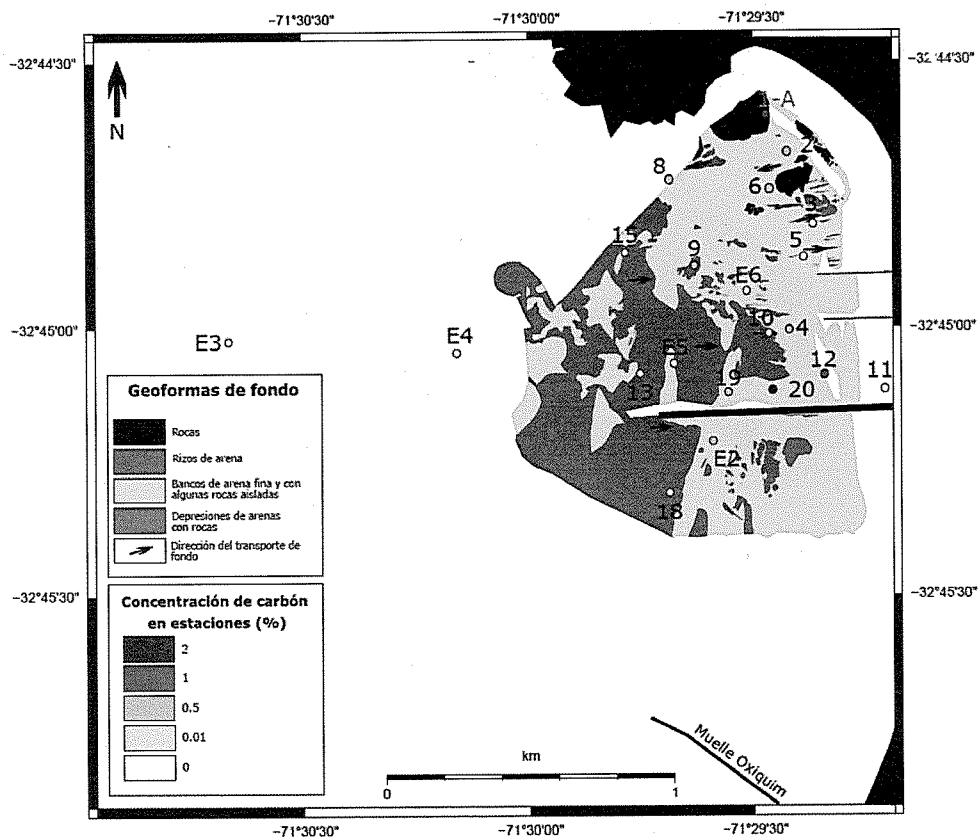


Figura 22. Mapa de la identificación de las geoformas submarinas a partir de los datos batimétricos obtenidos por la lancha hidrográfica SHOA (agosto 2019). Se muestran también las posiciones de las estaciones de muestreo de sedimentos y la concentración de carbón para cada sitio.

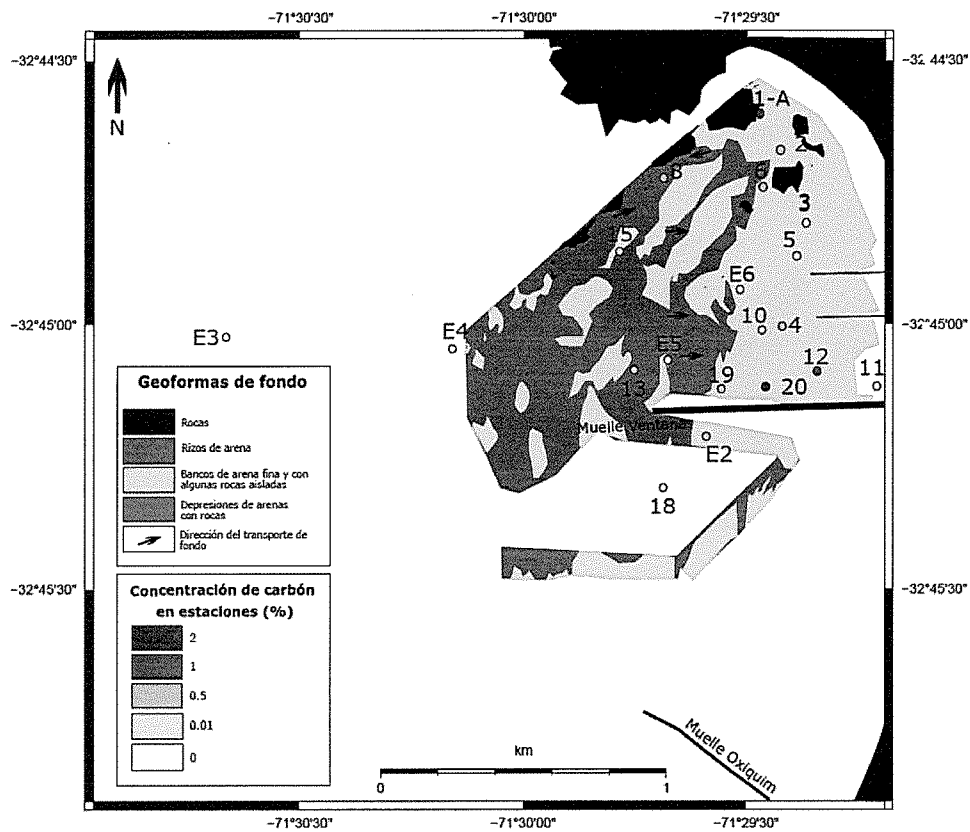


Figura 23. Mapa de la identificación de las geoformas submarinas a partir de los datos batimétricos obtenidos por la lancha hidrográfica SHOA (noviembre 2019). Se muestran también las posiciones de las estaciones de muestreo de sedimentos y la concentración de carbón para cada sitio.

3.3. Backscatter

El sistema de sonar multihaz adquiere datos de amplitud de backscatter, es decir, cantidad de energía acústica reflejada en el fondo marino que llega directamente al transductor. La energía acústica emitida al llegar al fondo se refleja, se absorbe y se dispersa. Lo anterior dependerá de los tipos de materiales y la rugosidad del piso marino. Materiales más finos permitirán mayor absorción y menor energía reflejada, pero tendrán menor rugosidad, que permitirán menor dispersión, pero sumando los efectos, se producirán en general menores valores de amplitud de backscatter. Con los materiales más gruesos y consolidados, ocurrirá lo inverso (Rodrigo, 2006). La existencia de partículas con concentración suficiente de carbón, podrían modificar el comportamiento acústico del fondo. Dada su menor densidad se produciría una mayor absorción comparada a arenas de cuarzo, pero su presencia en el fondo permitiría mayor rugosidad que un fango, por lo tanto, se esperarían, en general, valores intermedios de amplitud de backscatter o bien, sitios con materiales gruesos, mostrarían valores disminuidos (si son partículas pequeñas de carbón) y, sitios con materiales finos, mostrarían aumentados sus valores.

El mapa de la figura 24, muestra una imagen de las variaciones de las amplitudes de backscatter en el área de estudio a partir de los datos acústicos obtenidos por el buque "Cabo de Hornos", donde los tonos más oscuros indican valores con mayor backscatter y, los tonos más claros, menores valores de backscatter, es decir, tonos claros representan materiales más finos y tonos oscuros, materiales más gruesos.

En el mapa se observan que las áreas con distintas tonalidades de grises se correlacionan con el mapa de la identificación de geoformas (Fig. 21). Sitios con rocas y arenas con rizos, tienen mayores valores de amplitud de backscatter, en cambio, sitios con arenas finas como los bancos, tienen valores de amplitudes entre intermedios y bajos. El área más alejada de la costa (donde está la estación E3) tiene el valor más bajo de amplitud de backscatter, indicando que allí se encontrarían los materiales más finos del área de estudio. La información de backscatter muestra un mejor detalle de las estructuras sedimentarias y de rocas del fondo marino, observándose con mejor claridad las dunas y sectores con mezcla de arenas de distintas granulometrías, incluyendo objetos como cables y tuberías (Fig. 25).

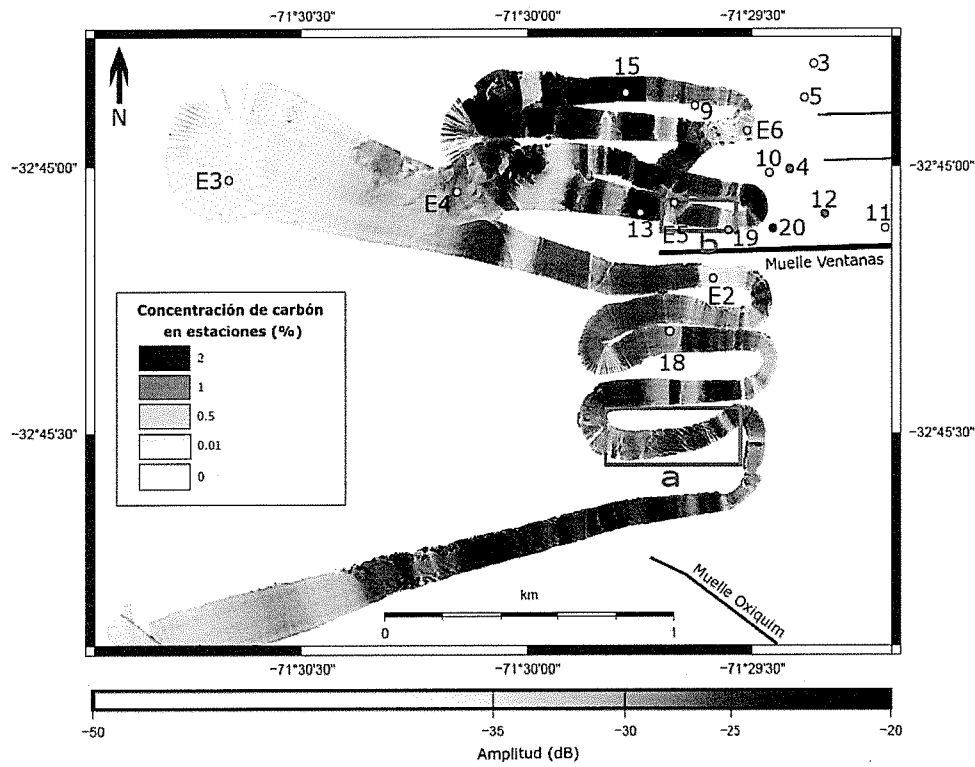


Figura 24. Mapa de amplitud de backscatter, a partir de datos acústicos obtenidos del levantamiento con sonar multihaz del buque AGS "Cabo de Hornos". En los recuadros rojos se indican las áreas de la figura 25. Se muestran también las posiciones de las estaciones de muestreo de sedimentos y la concentración de carbón para cada sitio.

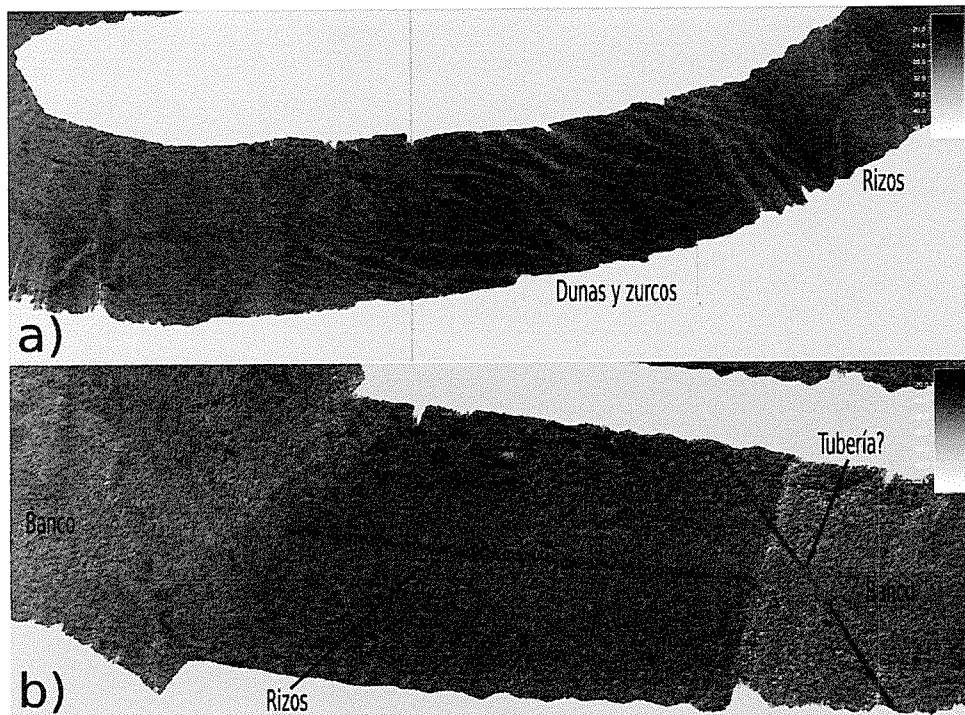


Figura 25. Imágenes de amplitud de backscatter a partir de datos acústicos obtenidos del levantamiento con sonar multihaz del buque AGS “Cabo de Hornos”. Se muestran como ejemplo la identificación de geoformas submarinas y una posible tubería. a) Sector sur del área de estudio. b) Sector al norte del muelle Ventanas (ver localización de las áreas en la figura 24).

Al igual que la interpretación morfológica y su asociación con las concentraciones de carbón, con los datos de backscatter no se pudo establecer alguna correlación definitiva entre esos resultados, ya que no se observaron contrastes acústicos importantes que pudieran identificar directamente la presencia de carbón, esto posiblemente debido a que la distribución de carbón el fondo del mar es más diseminada y no tan masiva como se esperaba. Sin embargo, considerando el sector de mayor concentración de carbón ubicado en el lado norte del muelle Ventanas, podría existir una tendencia a que los sitios con mayor concentración de carbón se asocien a los bancos de arena, sin embargo, sitios con rizos de arena podrían también contener carbón y éste depositarse preferentemente en los valles de las ondas (Fig. 26). En otras palabras, la distribución del carbón en el fondo marino podría depender más de la cercanía a la fuente que del tipo de geoforma.

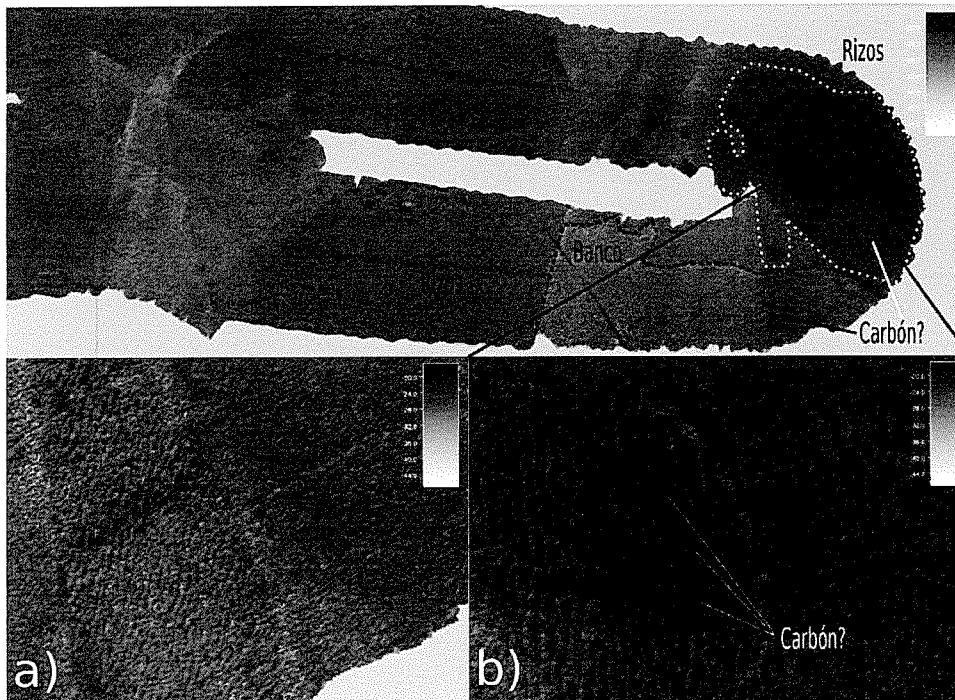


Figura 26. Imágenes de amplitud de backscatter a partir de datos acústicos obtenidos del levantamiento con sonar multihaz del buque AGS “Cabo de Hornos”. La imagen de arriba corresponde al sector norte del muelle Ventanas. Se indica el área del banco de arena con líneas segmentadas y posible límite norte, dentro de esta área, de una subárea de mayor concentración de carbón con líneas punteadas. Este carbón sobrepasaría el banco (área con línea punteada blanca), ubicándose sobre los rizos de arena y concentrándose más en los valles de los rizos. a) Sector Sur del área de estudio con rizos para comparación. b) Ampliación del sector norte del muelle Ventanas con rizos. Se observa un patrón diferente con respecto a “a)” y de otros sitios del área de estudio con rizos.

Finalmente, el mapa de la interpretación de las amplitudes de backscatter y su correlación con la granulometría de sedimentos se presenta en la figura 27, encontrándose una buena correlación entre éstos, sin embargo, no es posible aún establecer asociaciones definitivas dada la falta de información, aunque se observa una tendencia a que exista mayor concentración de carbón en áreas de arenas finas, sin descartar áreas con arena muy gruesa con rizos.

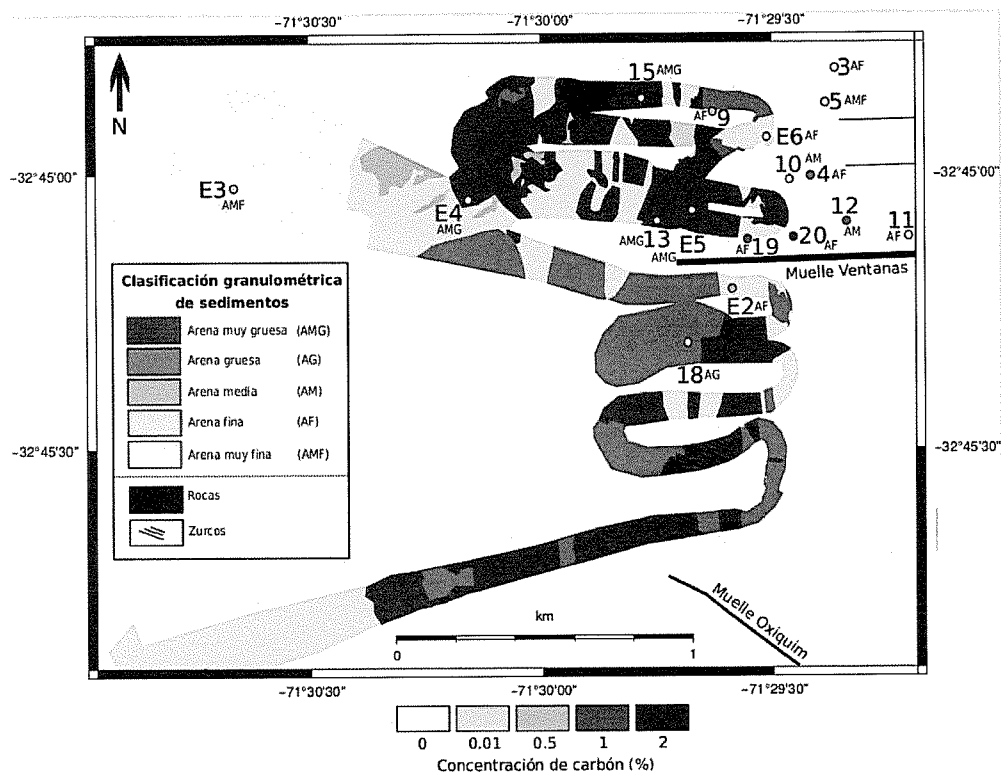


Figura 27. Mapa de la asociación entre el backscatter acústico, obtenido por el buque AGS "Cabo de Hornos", y la granulometría de sedimentos. El detalle de los datos granulométricos de cada muestra se encuentra en la Tabla 1.

Del mismo modo que para la figura 24, se obtuvo el mapa de backscatter para los datos obtenidos por la lancha hidrográfica SHOA en agosto de 2019 (Fig. 28), el cual se correlacionó bien con la interpretación de la topografía submarina y la identificación de geoformas, pero con mejor resolución. A partir de estos datos, se confeccionó el mapa de interpretación de backscatter y su asociación con la granulometría (Fig. 29). De estos mapas, se aprecia que las arenas finas y medias tienden a concentrar más carbón que otras más gruesas, como fue hipotetizado previamente según los valores de backscatter esperado, sin embargo, no se aprecian áreas que pudieran ser

asignadas exclusivamente a depósitos de carbón dado, posiblemente, a su carácter diseminado, por lo que se necesitarían tecnologías de mayor resolución (por ejemplo, ROVs, LIDAR, etc), además de inspección visual, para realizar dichas correlaciones.

Por otra parte, no fue posible obtener datos de calidad de backscatter para el levantamiento de noviembre de 2019, debido a problemas con el computador de a bordo de la lancha.

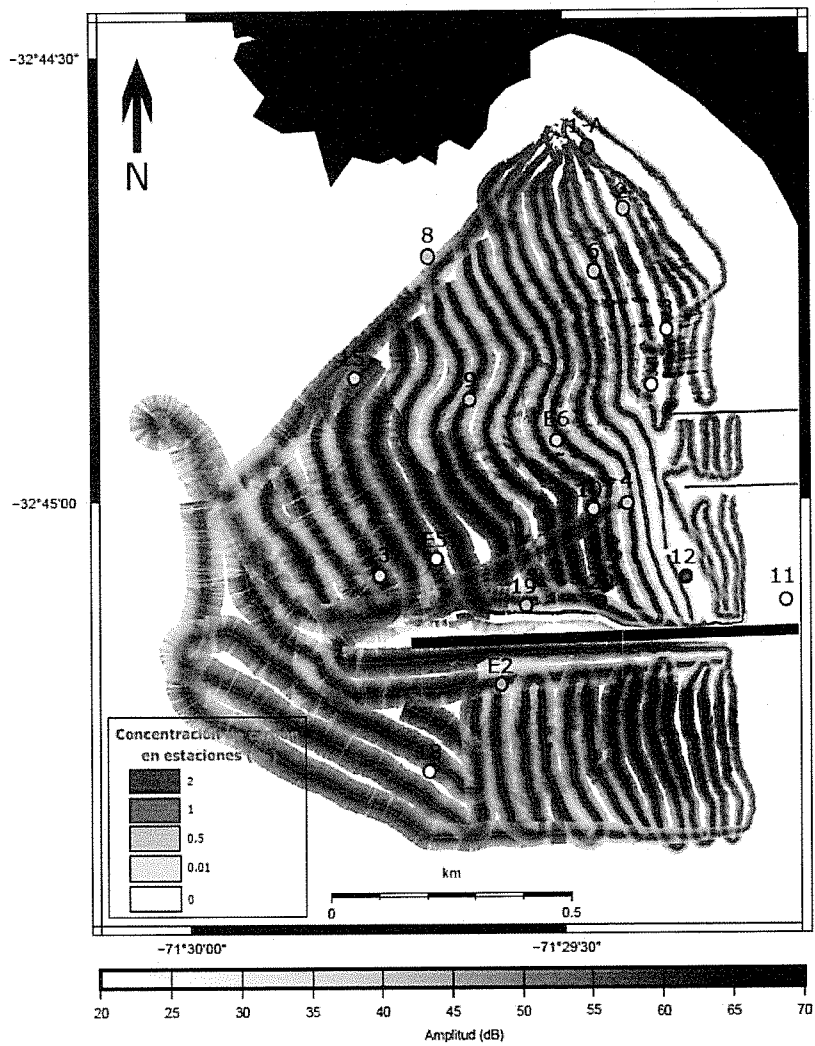


Figura 28. Mapa de amplitud de backscatter, a partir de datos acústicos obtenidos del levantamiento con sonar multihaz de la lancha hidrográfica SHOA en agosto 2019. Se muestran también las posiciones de las estaciones de muestreo de sedimentos y la concentración de carbón para cada sitio.

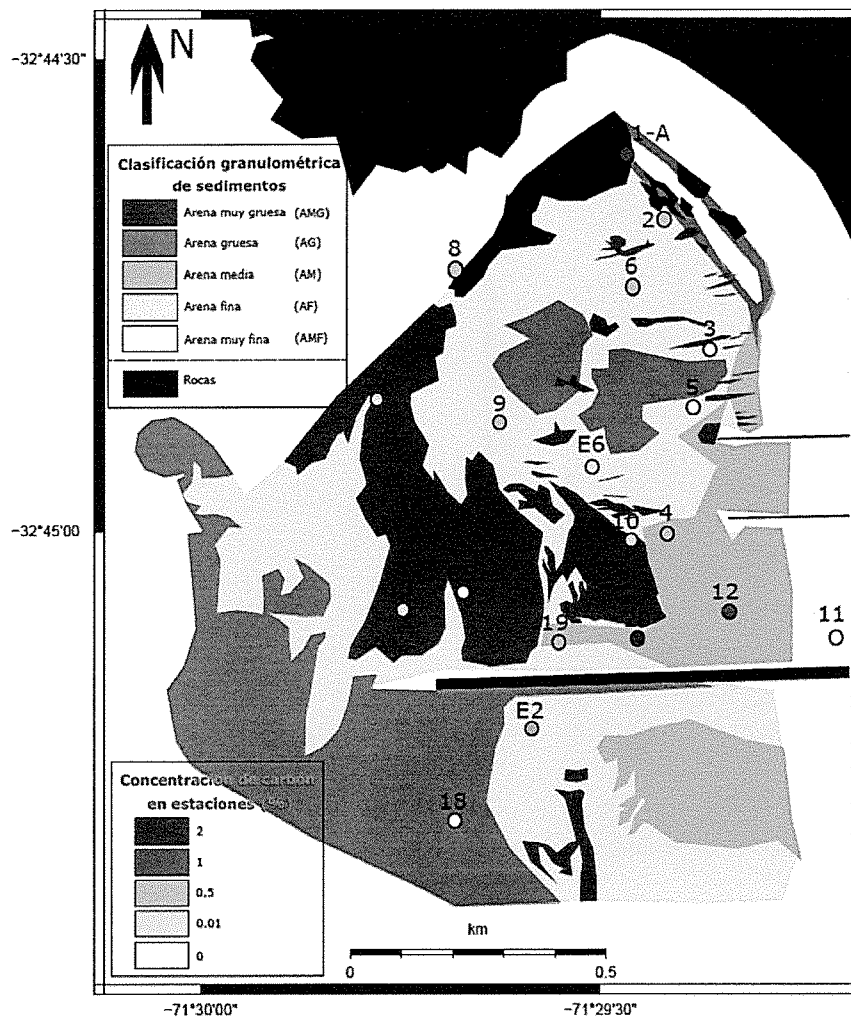


Figura 29. Mapa de la asociación entre el backscatter acústico, obtenido de los datos de la lancha hidrográfica SHOA en agosto 2019, y la granulometría de sedimentos.

3.4. Registros de sub-bottom profiler (SBP)

Durante el levantamiento con el buque “Cabo de Hornos” en septiembre de 2019, se utilizó el SBP de abordado para inspección del subfondo marino y verificar estratificaciones para, además, correlacionar con los testigos de sedimentos. Sin embargo, dado el carácter granulométrico del fondo marino, dominado por arenas gruesas a medias, en general el equipo no pudo penetrar lo suficiente como para realizar un análisis adecuado. La figura 30a muestra un registro de ejemplo en la parte norte de muelle Ventanas, donde se muestra la alta intensidad de reflexión en el fondo marino y luego un estrato más notable a un metro de profundidad del fondo. La figura 30b, localizada en la estación 15, muestra la alta reflectividad del fondo marino y sin penetración.

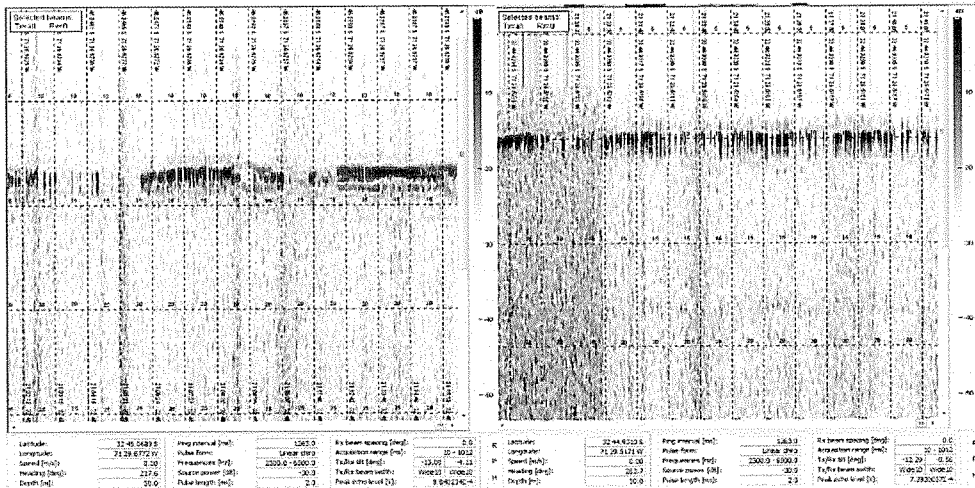


Figura 30. Registros de SBP obtenidos por el buque “Cabo de Hornos” en septiembre de 2019. a. Al norte del muelle Ventanas. b. En la estación 15 (ver Fig. 21 para conocer su localización).

3.5. Registros visuales submarinos y de superficie

Los registros visuales submarinos corresponden a fotografías y videos realizados por los buzos Armada en los sitios de muestreo de los testigos de sedimentos. De la figura 31, se observa que el carbón está distribuido de forma diseminada, sin embargo, se observó en cantidades variables en toda el área de estudio. Estos se mostraron en mayor cantidad en el costado norte del muelle Ventanas y en la parte norte de la bahía más cerca de la playa. En general, el carbón tendió a distribuirse en los valles de los rizos de arena y en los bordes de bancos de arena, así como mostraron las imágenes de backscatter.

Durante el levantamiento con la lancha hidrográfica SHOA en noviembre de 2019, se pudo observar material negro desplazándose sobre y cercano al fondo marino durante un periodo de las llamadas “varazones de carbón”. Éstos fueron observados más notoriamente entre el muelle Ventanas y los ductos de AES-Gener (Fig. 32). Este material se desplazaba conforme el movimiento de las olas, alcanzando finalmente la playa. Sin embargo, no se puede asegurar que sea carbón dado que no se tomaron muestras.

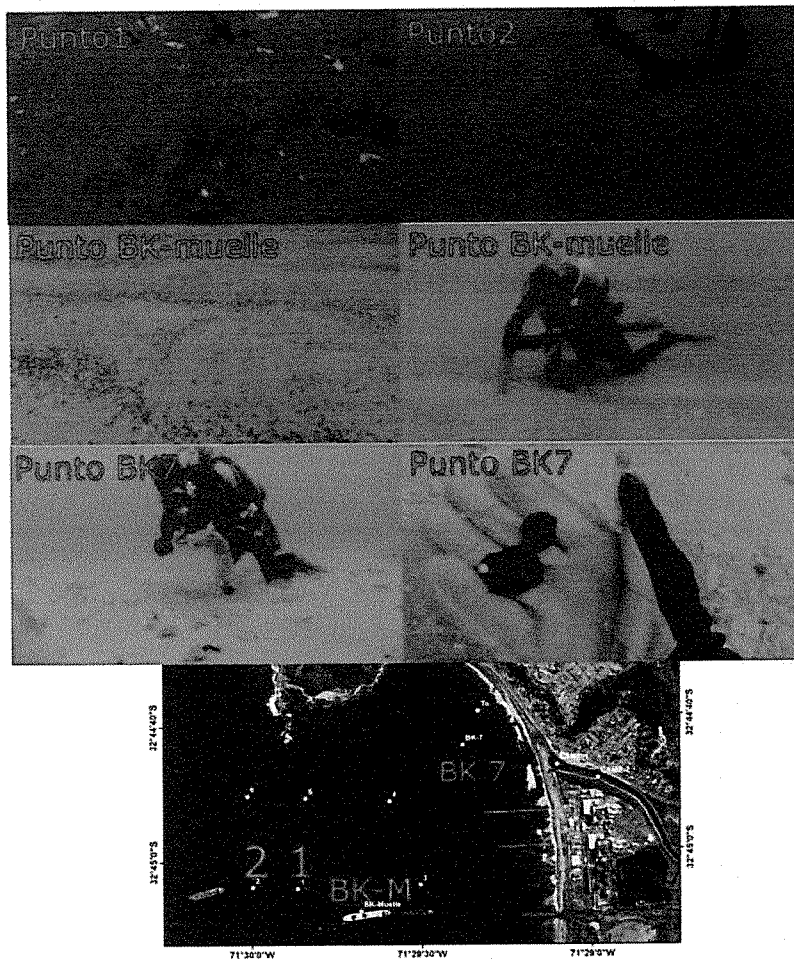


Figura 31. Fotografías-videos de buzos Armada en sitios de muestreo. Punto 1: carbón se observa en los valles de rizados de arena. El muestreo se hizo en un lugar cercano sin carbón superficial. Punto 2: No se aprecia carbón. Punto Bk-muelle. Mayor concentración de carbón de tamaños de 1 a 7 cm. Punto Bk7: Tamaños variables de carbón.



Figura 32. Fotografías obtenidas durante el levantamiento con lancha hidrográfica SHOA en noviembre de 2019. Arriba: se observa material negro (indicado por flechas) que se desplaza conforme al oleaje, es decir, de oeste a este, por el fondo marino y a niveles intermedios. Abajo: el material alcanza la costa, observándose las olas oscuras en la zona de rompiente (flecha).

3.6. Procesos de transporte de sedimentos

En esta sección se identifican los procesos que transportan el sedimento dentro del área de estudio y las potenciales áreas de deposición, basados en los resultados obtenidos de los métodos de análisis acústicos y de la tipificación de sedimentos. Como primer proceso de transporte de sedimentos, se tiene el producido por el oleaje. Al tratarse de una bahía con profundidades someras, el oleaje es capaz de producir una fuerza friccional sobre el fondo que permite desplazar el sedimento. Dado que principalmente la composición/tamaño de los sedimentos es de tipo arena, su poca cohesión, causa facilidad para el movimiento. En este caso, corrientes entre 0.01 a 1 m/s pueden movilizar la arena. Los rizos de arena indican velocidades de corriente de ~ 0.1 m/s. Por otro lado, las dunas se forman con mayores velocidades y los surcos, con aún más, causando erosión en el piso marino (~ 1.5 m/s). De la observación de los mapas, por ejemplo, de la figura 21, se interpreta que, en el sector sur del área de estudio, las corrientes son más fuertes que en el sector norte.

La dirección del transporte por oleaje puede ser determinada por la diferencia de pendientes de las ondas de arena, donde una menor pendiente refleja de donde viene la corriente. Por lo cual, analizando varios sitios del área de estudio, se pudo determinar las direcciones del transporte que son visualizadas con flechas en las figuras 21, 22 y 23. De ahí se desprende que el transporte por oleaje es predominantemente hacia el este y, más hacia el norte de la bahía, se tiende a cambiar la dirección hacia el NE. Sólo el sector N, cercano a las rocas, se apreció una dirección contraria y esto es posible debido a éstas mismas pueden causar una barrera para la circulación, por lo cual, la corriente cambia de rumbo. Esta circulación puede producirse por corriente litorales dado el ángulo del frente del oleaje con la costa. En este informe no se analiza la corriente litoral, debido a la falta de datos cercano a la costa, aunque se considera que pudiese ser un factor importante, en especial para el transporte de carbón, donde podría transportarse de forma paralela a la costa de sur a norte, para luego acumularse el carbón en la parte de más al NW dada la presencia de rocas y la punta de la costa. No se descarta que en algunos puntos pudieran producirse corrientes de resaca sacando una cierta cantidad de material hacia afuera de la costa, interrumpiendo el flujo litoral.

Por otro lado, se tienen los bancos de arena fina, que como se observó de las figuras 21, 22 y 23, tienden a tener un rumbo N-S y, en ocasiones, con una tendencia NNE-SSW, esto especialmente en el sector norte y oeste del muelle Ventanas. Los bancos y barras, a diferencia de los rizos, son gobernados por corrientes de marea y se orientan de forma paralela a éstas. Por lo tanto, las corrientes de marea transportan el material del fondo marino hacia adentro y afuera, de manera casi perpendicular a la costa del sector norte de la bahía, es por ellos que a pesar de las diferencias en los períodos de mediciones se mantienen más o menos en sus áreas. Por otro lado, en el sector de las rocas, al igual que la dirección de los rizos, los bancos se orientan hacia el oeste, por lo que se puede

esperar que exista una corriente de marea rotatoria, posiblemente influenciada por la forma de la bahía, que podría hacer permanecer parte del carbón en ese sitio del fondo marino.

3.6. Estratigrafía y temporalidad de los sedimentos marinos de la bahía y del Estero Campiche

La estratigrafía de los testigos de sedimentos de la Bahía de Quintero-Ventana (el Anexo "D" muestra los resultados estratigráficos de los testigos obtenidos), se obtuvo sobre dos tipos diferentes de morfología submarina: los bancos de arena y los ripples. En términos generales, los cores obtenidos sobre los bancos de arena presentan estructuras sedimentarias del tipo masiva, estratificación cruzada y flow ripples, mientras que los obtenidos sobre los ripples, presentan estructuras masivas y estratificación leve. La presencia de este tipo de estructuras sedimentarias en un rango de pocos centímetros de profundidad sugiere que el transporte de los sedimentos es altamente dinámico.

En cuanto a las edades obtenidas, estas varían entre 104,06 a 4.180 $\pm$ 30 años y representan cuantos años han transcurrido hasta ahora desde la muerte del organismo datado (ver Anexo "E" sobre los resultados originales de la datación). En el testigo 3 (Anexo "D", Fig. A-26) se dató un fragmento de concha con una antigüedad de 3.230 $\pm$ 30 años. Este fragmento se ubica en la base del testigo en una zona de sedimentación masiva y fragmentos de conchas de bivalvos, lo que indica una removilización del material clástico a partir de los últimos 3.230 $\pm$ años.

El testigo 4 (Anexo "D", Fig. A-27), obtenido en un banco de arena, presenta una estructura de sedimentación masiva con alto contenido de fragmentos bioclásticos. Un fragmento de concha ubicado en la base de este testigo presenta una edad de 2.350 $\pm$ 30 años, por lo que la removilización de este material es posterior a esa edad.

El testigo BK-Muelle (Anexo "D", Fig. A-30), obtenido en un banco de arena próximo al Muelle Ventanas, presenta una estructura de sedimentación masiva con bajo contenido de fragmentos bioclásticos. Estos fragmentos se habrían removilizado dentro de los últimos 104,06 años, sin embargo, cabe señalar que, según los datos de radiocarbono, esta muestra tiene un 94% de probabilidad de estar datada entre los años 1804 a Post 1950. Las muestras marinas posteriores a 1950 no pueden ser datadas con precisión con este método, debido a que las pruebas nucleares que iniciaron en esa década alteraron el decaimiento radiactivo natural de los isótopos de ^{14}C .

Con respecto a la estratigrafía de los testigos del Estero de Campiche, esta está dividida en dos ambientes: el sector de la desembocadura y la del canal central. El sector de la desembocadura del estero, representado por el

testigo CAMP-1 (Anexo "D", Fig. A-32), presenta un estratigrafía laminar y cruzada muy leve con partículas tamaño arena fina a media y fragmentos bioclásticos en la base del testigo, lo que sugiere influencia de sedimentos marinos en este sector. El fragmento de concha datado indica una edad de 600 $\pm$ 30 años, por lo que las estructuras sedimentarias son posteriores a ese periodo.

El testigo del sector del canal central del estero, CAMP-2 (Anexo "D", Fig. A-33), presenta dos eventos de estratificación laminar con sucesiones intermedias de estratificaciones cruzadas leves. El episodio de estratificación laminar más antiguo tiene, según el material vegetal datado, 4.180 $\pm$ 30 años de antigüedad y el más reciente 380 $\pm$ 30 años. La relación temporal entre la estratificación y la edad del material vegetal es más directa en este caso, ya que el tipo de sedimento (fango orgánico), las estructuras sedimentarias y el ambiente geológico de la cuenca del canal, indican un ambiente de deposición pasivo de baja tasa de sedimentación y sin removilización de los sedimentos, debido a la baja energía de transporte en comparación con un ambiente marino costero poco profundo. Sin embargo, entre estos periodos pasivos, se encuentran sedimentos más gruesos (*sand beds*) que representan periodos de mayor energía de transporte y mayor tasa de sedimentación. Según los datos de paleo-tsunamis obtenidos por Dura et al. (2014) en base a los registros sedimentarios de las llanuras de inundación de la bahía de Quintero, existirían dos eventos que tienen una edad cercana a los obtenidos en los fangos orgánicos del Estero Campiche, uno ocurrido hace aproximadamente 3.800 años y otro ocurrido en el año 1.730. Los sedimentos fangosos presentan edades más antiguas pero próximas a estos eventos, respectivamente, por lo que los estratos arenosos en el testigo podrían representar *tsunami sand beds* que erosionaron parte del fango dejando secciones más antiguas en contacto con los sedimentos de los eventos tsunamigénicos.

La Tabla 4, resume los resultados estratigráficos e identificación de carbón en los testigos, y la Tabla 5, las edades determinadas.

Tabla 4. Resumen de resultados de las estructuras sedimentarias y el tipo de depositación de las partículas de carbón de los testigos de sedimentos de la Bahía de Quintero-Ventana.

Muestra	Latitud	Longitud	Longitud testigo [cm]	Geomorfología submarina	Estructuras internas	Carbón
1	32,751230°S	71,497584°W	15,19	Ripples	Masivo	-
2	32,751125°S	71,499785°W	24,80	Banco de arena	Estratificación cruzada - Flow Ripples	Diseminado (leve)
3	32,751207°S	71,491576°W	19,66	Ripples	Masivo - estratificación leve	-
4	32,747791°S	71,492993°W	19,05	Banco de arena	Masivo	Diseminado (Leve)
5	32,747586°S	71,497095°W	18,02	Ripples	Masivo	-
6	32,747437°S	71,499940°W	15,07	Banco de arena	Masivo - Flow Ripples (leve)	-
BK-7	32°44'43.8"S	71°29'21.6"W	12,14	-	Masivo	-
BK-Muelle	32°45'08.0"S	71°29'40.2"W	29,13	Banco de arena	Masivo	Diseminado
CAMP-1	32°44'47.1"S	71°29'05.0"W	28,59	-	Estratificación laminar y cruzada (leve)	-
CAMP-2	32°44'49.2"S	71°28'57.8"W	24,10	-	Estratificación laminar (intensa) - estratificación cruzada (leve)	-
To	32°44'38.8"S	71°29'18.7"W	24,21	-	Masivo - estratificación leve	Superficial

Tabla 5. Datos geocronológicos en base a radiocarbono (¹⁴C) de los testigos de sedimentos de la Bahía de Quintero-Ventana.

Muestra	Latitud	Longitud	Geomorfología submarina	Material	Edad convencional de radiocarbono	Calibración de calendario
3	32,751207°S	71,491576°W	Ripples	Concha	3.230 +/- 30 BP	(95.4%) 1372 - 521 cal BC (3321 - 2470 cal BP)
4	32,747791°S	71,492993°W	Banco de arena	Concha	2.350 +/- 30 BP	(95.4%) 291 cal BC - 538 cal AD (2240 - 1412 cal BP)
BK-Muelle	32°45'08.0"S	71°29'40.2"W	Banco de arena	Concha	104,06 +/- 0.39 pMC	(94%) 1804 - Post AD 1950 (146 - Post BP 0) (1.4%) 1765 - 1785 cal AD (185 - 165 cal BP)
CAMP-1	32°44'47.1"S	71°29'05.0"W	-	Concha	600 +/- 30 BP	(67.9%) 1385 - 1431 cal AD (565 - 519 cal BP) (27.5%) 1319 - 1351 cal AD (631 - 599 cal BP)
CAMP-2_A	32°44'49.2"S	71°28'57.8"W	-	Sedimento orgánico	4.180 +/- 30 BP	(91.7%) 2875 - 2618 cal BC (4824 - 4567 cal BP) (3.7%) 2609 - 2585 cal BC (4558 - 4534 cal BP)
CAMP-2_B	32°44'49.2"S	71°28'57.8"W	-	Materia vegetal	380 +/- 30 BP	(95.4%) 1463 - 1629 cal AD (487 - 321 cal BP)

4. Conclusiones

1. Los sedimentos superficiales del fondo de la bahía Quintero, sector caleta Ventana, corresponden a arenas de distintas granulometrías, compuestas principalmente de cuarzo y feldespatos.
2. Se encontraron partículas de carbón mineral distribuido en todo el fondo marino del área de estudio, en cantidades o concentraciones variables (ver Fig. 14) y de forma diseminada, donde el 86.37% del total de las muestras, presentó carbón mineral. Se detectó carbón mineral de tipo combustionado y no combustionado. El carbón no combustionado presentó texturas masivas o maceralosa leve, mientras que el combustionado presentó texturas porosas. En cuanto al carbón mineral analizado como muestra de control del varamiento en la playa, este presentó contenidos de carbono entre 83,54% a 87,09% similares a las muestras QV-12, QV-13 y QV-BC-E3 del fondo marino.
3. Las distintas metodologías utilizadas para la identificación y determinación de la concentración de carbón en las muestras, indicaron que el carbón en el fondo del mar se encuentra más concentrado (mayor cantidad de partículas en la muestra) en el sector localizado entre el muelle Ventanas y los ductos de la empresa AES-Gener, luego hacia el norte y cercano a la costa, existe un gradiente en su concentración, que va aumentando hasta la parte más al norte del área. Además, la normalización e interpolación final de los datos, indicó que los valores máximos de presencia de partículas de carbón mineral no combustionado se concentraron en un radio de 500 m alrededor de las tuberías de descarga de AES-Gener (ver Fig. 14).
4. Tanto en este trabajo, como en Cisternas (2019), se encontraron partículas de carbón mineral combustionado, lo que indica que estas partículas provienen de una etapa posterior a su utilización en una caldera. Cabe señalar que no se puede establecer una relación directa entre el tipo de caldera utilizada y la textura del carbón combustionado, ya que la combustión puede deberse a una caldera de baja temperatura que no logra la combustión total de la partícula de carbón o a una maniobra rápida de recambio del material que está siendo combustionado causando una combustión incompleta independiente del tipo de caldera. Por otra parte, tanto el carbón combustionado como el no combustionado identificado por Cisternas (2019) tienen composiciones de carbono (80,02% a 82,39%), detectadas con SEM/EDS, similares a las identificadas en algunas muestras de este trabajo (81,10% a 84,83%).
5. Las geoformas del fondo marino son de distintos tipos, donde predominaron las áreas con bancos y con rizos de arenas. Los bancos se componen principalmente de arena fina y los rizos de arena gruesa. En ocasiones, los bancos cubrieron a los sectores con rizos. Los bancos tienden a orientarse por corrientes de marea. Los rizos son conformados por ondulaciones de arena de decenas de centímetros e indican la dirección de las corrientes de fondo

producido por el oleaje principalmente. Lo anterior, demuestra que el área de estudio es altamente dinámica, donde se combinan distintos mecanismos de transporte de materiales.

6. Se encontró que en los bancos de arenas y en los rizos había carbón, en éstos últimos en sus valles, por lo que el transporte de carbón por el fondo marino o en niveles intermedios de la columna de agua por corrientes u oleaje, es un mecanismo factible, y la presencia y concentración de carbón en el fondo marino, no depende del tipo de geoforma, sino que de la proximidad a la fuente y del mecanismo de transporte. La alta concentración relativa de carbón en el sector norte de la bahía, se explica por la presencia de rocas que actúan como barrera para la circulación.

7. La distribución del carbón se explicaría debido al transporte generado por corrientes litorales que van de sur a norte por la costa. Considerando que la fuente de carbón está entre los ductos de AES-Gener y el muelle Ventanas, el carbón que sale hacia afuera de la costa en esta zona, se devolvería a ésta por el oleaje y las corrientes de marea, posteriormente el carbón continuaría su camino al norte, donde al enfrentarse a las rocas del NW, gran parte permanecería en ese sitio o en la playa, y otra menor cantidad lograría salir hacia mar adentro. Para confirmar esta hipótesis, es necesario realizar estudios a fin de comprobar la corriente litoral. Se recomienda la realización de modelos numéricos de transporte.

8. Los testigos de sedimentos del fondo marino de la bahía (ver Anexo D) indican que este sistema sedimentario es altamente dinámico, por lo menos desde hace 3.230 años aprox., por lo que no se conservan las estructuras sedimentarias originales, siendo estas modificadas constantemente, probablemente, en cortos periodos de tiempo. Por lo tanto, el estudio estratigráfico no entregaría información correcta del carbón histórico, es decir, no se puede determinar si un carbón en un nivel estratigráfico más profundo corresponde a un carbón más antiguo.

9. Los testigos de sedimento del Estero de Campiche, indican un ambiente pasivo de sedimentación con periodos energéticos intensos de depositación lo que sugiere presencia de eventos tsunamigénicos ocurridos en el pasado.

10. No se encontraron partículas de carbón en el estero Campiche, por lo que a priori, se descarta una proveniencia de partículas de carbón desde este lugar. Se sugiere realizar un mayor número de muestreo en ese sitio para confirmar esta conclusión.

5. Referencias

- Caress, D. W., Chayes, D. N., y Dos S. Ferreira, C. (2017). MB-System. Seafloor Mapping Software: Processing and Display of Swath Sonar Data. [<http://www.ldeo.columbia.edu/res/pi/MBSystem/>].
- Cisternas, M. (2019). Estudio petrográfico para caracterizar las partículas carbonosas presentes en 4 muestras. Instituto de geología económica aplicada de la Universidad de Concepción.
- Cisternas, M. (2019). Estudio petrográfico comparado de las partículas de carbón en varamientos en Playa Ventanas del 2011 y 2018, Puchuncaví, 5° Región, Chile. Instituto de geología económica aplicada de la Universidad de Concepción.
- Comisión de Recursos Naturales. (2011). Informe de la comisión de recursos naturales, bienes nacionales y medio ambiente recaído en el mandato otorgado por la sala a fin de analizar, indagar, investigar y determinar la participación de la empresa estatal CODELCO y empresas asociadas, en la contaminación ambiental en la zona de Puchuncaví y Quintero. Informe solicitado a la Comisión por la Cámara de Diputados de Chile.
- Dura, T., Cisternas, M., Horton, B., Ely, L., Nelson, A., Wesson, R. & Pilarczyk, J. (2014). Coastal evidence for Holocene subduction-zone earthquakes and tsunamis in central Chile. *Quaternary Science Reviews*, 113, 93-111.
- Hogg, A., Turney, C., Palmer, J. & Southon, J. (2013). The New Zealand Kauri (*Agathis Australis*) Research Project: A Radiocarbon Dating Intercomparison of Younger Dryas Wood and Implications for IntCal13. *Radiocarbon*, 55(4), 2035-2048.
- Reimer, P., Bard, E., Bayliss, A. & Beck, J. (2013). IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 55(4), 1869-1887.
- Rodrigo, C., (2006). Caracterización y clasificación de la bahía de Puerto Montt mediante batimetría de multihaz y datos de backscatter. *Investig. Mar.* 34, 83–94.
- Wessel, P., Smith, W. H. F., Scharroo, R., Luis, J. F., y Wobbe, F. (2017). The Generic Mapping Tools. Technical Reference and Cookbook. [https://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.3.3/GMT_Docs.html].
- Wright, J., Colling, A., Park, D. (1999). Waves, tides and shallow-water processes. The Open University Team, Eds. Butterworth-Heinemann, Oxford, 227 pp.

ANEXO “A”

PETROGRAFÍA BINOCULAR

Muestra QV-01-A

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena muy fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 0,3% corresponde a arena muy gruesa, 0,9% a arena gruesa, 2,3% a arena media, 28,5% a arena fina y 68% a arena muy fina, lo que lo clasifica como moderadamente bien seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 131,5 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (75%), líticos ígneos (12%), feldespato potásico (10,5%), fragmentos de bivalvos y/o gastropodos (1%), biotita (0,5%) y carbón (1%).



Figura A-1. Fotografía con lupa binocular en aumento 3x de partículas de carbón en la muestra QV-01-A.

Muestra QV-02

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena muy fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 0,3% corresponde a arena muy gruesa, 0,7% a arena gruesa, 1,8% a arena media, 29,8% a arena fina, 64,8% a arena muy fina y 2,6% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente bien seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 127,2 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas sub-redondeadas a esféricas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (65%), plagioclasa (7,9%), líticos igneos (10%), feldespato potásico (7%), fragmentos de conchas (3%), biotita (3%), anfíbol (4%) y carbón (0,1%).

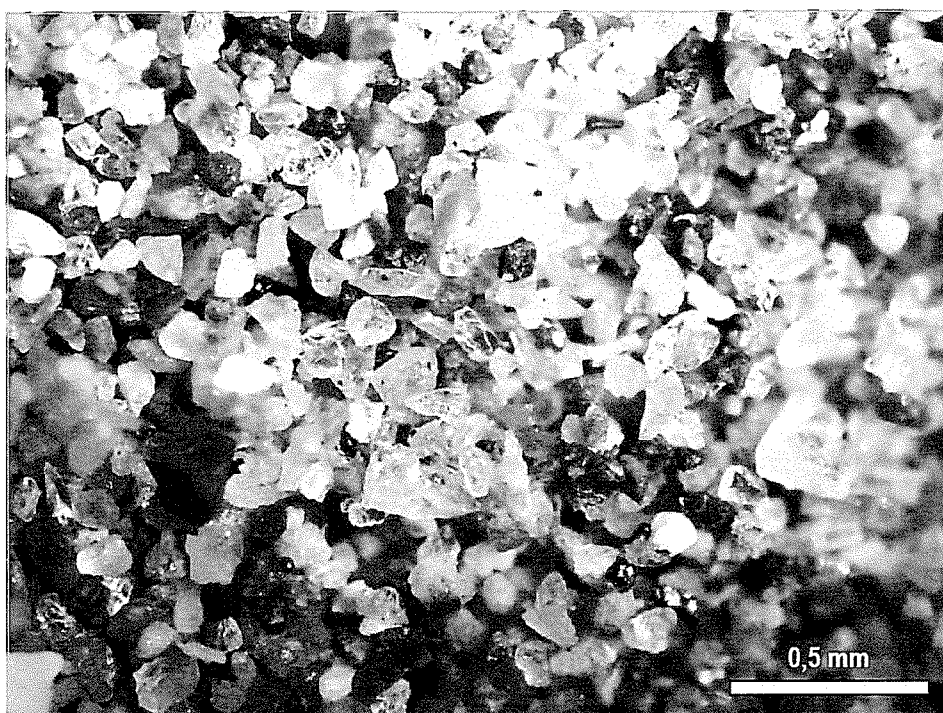


Figura A-2. Fotografía con lupa binocular en aumento 5x de la muestra QV-02.

Muestra QV-03

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 10,1% corresponde a arena muy gruesa, 7,1% a arena gruesa, 14,3% a arena media, 34,3% a arena fina, 33,8% a arena muy fina y 0,3% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como pobremente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 306,3 μm y una moda de 200 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (67%), plagioclasa (1%), líticos ígneos (20%), feldespato potásico (5%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (2%), biotita (2%) y anfíbol (3%).

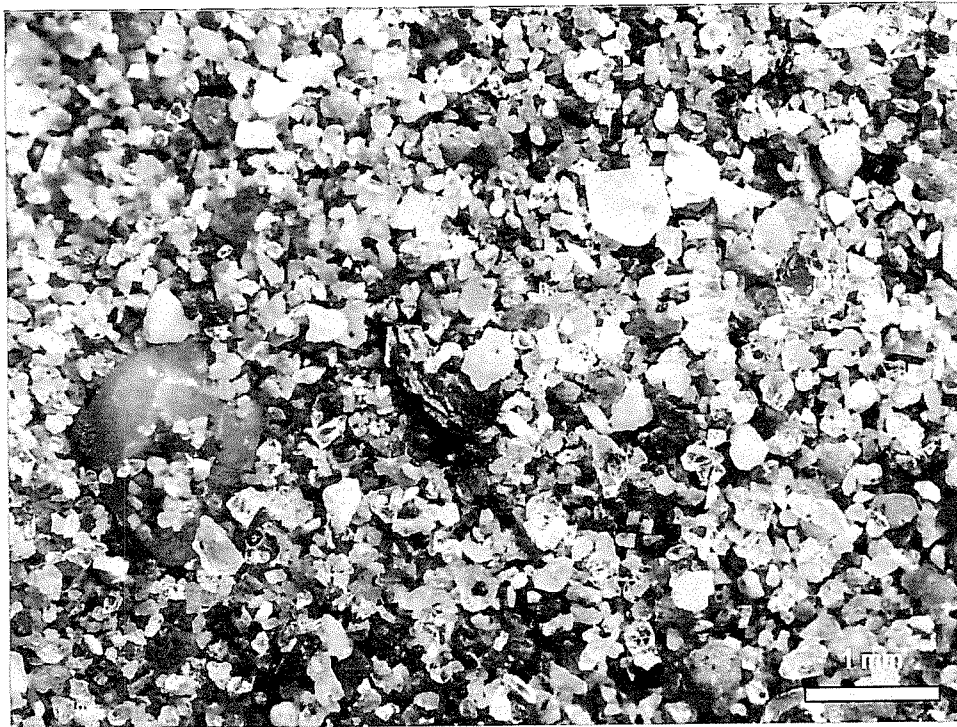


Figura A-3. Fotografía con lupa binocular en aumento 2x de la muestra QV-03.

Muestra QV-04

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 0,4% corresponde a arena muy gruesa, 3,2% a arena gruesa, 10,1% a arena media, 43,1% a arena fina, 42,4% a arena muy fina y 0,8% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 185,7 μm y una moda de 200 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (60%), plagioclasa (20%), líticos ígneos (5%), feldespato potásico (10%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (1%), biolita (3,5%) y carbón (0,5%).



Figura A-4. Fotografía con lupa binocular en aumento 1x de partículas de carbón en la muestra QV-04.

Muestra QV-05

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena muy fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 2,1% corresponde a arena muy gruesa, 0,7% a arena gruesa, 1,6% a arena media, 31,7% a arena fina, 62,9% a arena muy fina y 1,1% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente bien seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 135,5 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (78%), plagioclasa (1%), líticos ígneos (5%), feldespato potásico (5%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (3%), biotita (1%) y anfíbol (7%).

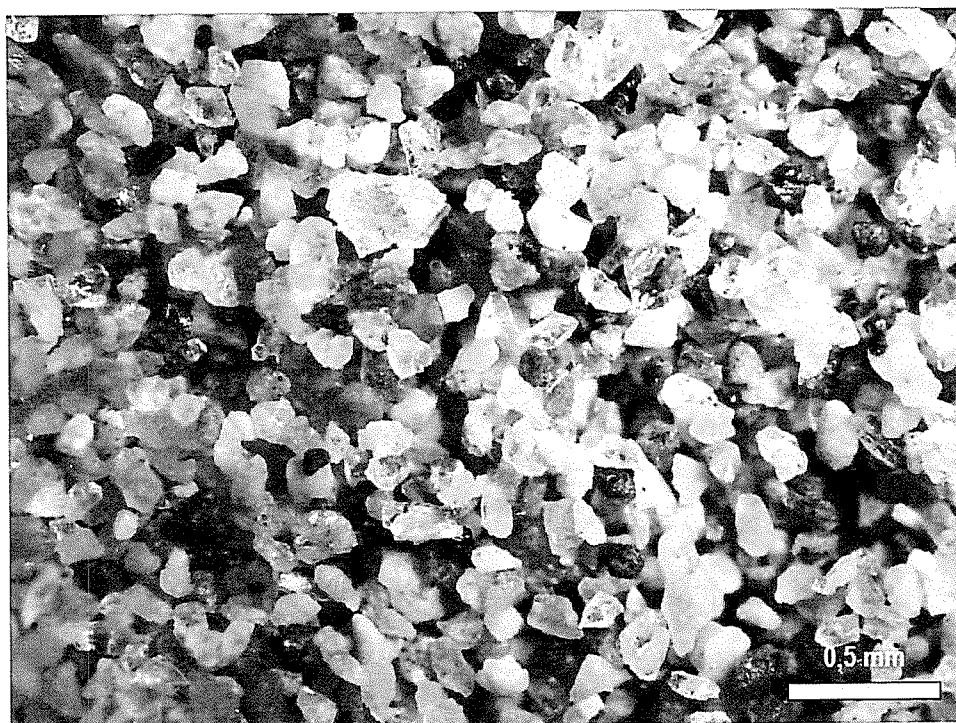


Figura A-5. Fotografía con lupa binocular en aumento 5x de la muestra QV-05.

Muestra QV-06

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena muy fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 2,3% corresponde a arena muy gruesa, 3,1% a arena gruesa, 6,3% a arena media, 31,9% a arena fina, 55,1% a arena muy fina y 1,3% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 176,4 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-anguloso, y composicionalmente corresponden a cuarzo (65%), plagioclasa (1%), líticos ígneos (18%), feldespato potásico (5%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (3,8%), biotita (2%), anfíbol (5%) y carbón (0,2%).



Figura A-6. Fotografía con lupa binocular en aumento 5x de la muestra QV-06.

Muestra QV-08

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena media. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 20,7% corresponde a arena muy gruesa, 16,3% a arena gruesa, 31,0% a arena media, 25,6% a arena fina, 6,3% a arena muy fina y 0,1% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como pobremente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 402,6 μm y una moda de 200 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (25%), líticos ígneos (30%), fragmentos de bivalvos (39%), biotita (0,9%), anfíbol (5%) y carbón (0,1%).



Figura A-7. Fotografía con lupa binocular en aumento 0,67x de la muestra QV-08.

Muestra QV-09

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 0,7% corresponde a arena muy gruesa, 1,8% a arena gruesa, 4,8% a arena media, 43,7% a arena fina, 48,3% a arena muy fina y 0,8% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 161,5 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-angulares, y composicionalmente corresponden a cuarzo (65%), plagioclasa (1%), líticos ígneos (20%), feldespato potásico (3%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (5%), biolita (1%), anfíbol (4,98%) y carbón (0,02%).

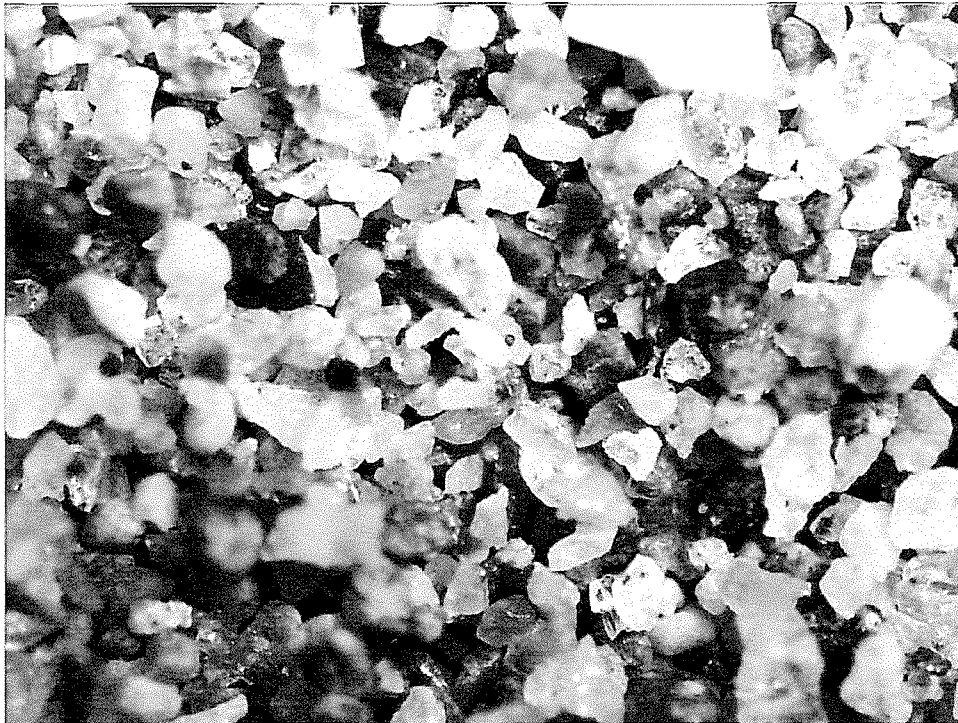


Figura A-8. Fotografía con lupa binocular en aumento 5x de la muestra QV-09.

Muestra QV-10

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena media. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 28,3% corresponde a arena muy gruesa, 13,3% a arena gruesa, 6,6% a arena media, 22,1% a arena fina, 28,8% a arena muy fina y 0,8% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como pobremente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 556,6 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (80%), líticos ígneos (10%), feldespato potásico (2,99%), fragmentos de gastrópodos (2%), biotita (3%), anfíbol (2%) y carbón (0,01%).



Figura A-9. Fotografía con lupa binocular en aumento 2x de la muestra QV-10.

Muestra QV-11

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 0,1% corresponde a arena muy gruesa, 1,5% a arena gruesa, 5,1% a arena media, 41,1% a arena fina, 51,4% a arena muy fina y 0,9% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 154 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (63%), plagioclasa (1%), líticos ígneos (25%), feldespato potásico (4%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (0,5%), biotita (0,5%), anfíbol (6%).



Figura A-10. Fotografía con lupa binocular en aumento 3x de la muestra QV-11.

Muestra QV-12

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena media. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 20,9% corresponde a arena muy gruesa, 7,8% a arena gruesa, 12,1% a arena media, 26,7% a arena fina, 32,1% a arena muy fina y 0,5% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como pobremente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 280,9 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (68%), plagioclasa (5%), líticos ígneos (12%), feldespato potásico (6%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (4,9%), biotita (0,1%), anfíbol (3%) y carbón (1%).



Figura A-11. Fotografía con lupa binocular en aumento 0,67x de partícula de carbón en la muestra QV-12.

Muestra QV-13

Sedimento de color pardo amarillento claro de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena muy gruesa. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 64,7% corresponde a arena muy gruesa, 22,6% a arena gruesa, 11,1% a arena media, 1,2% a arena fina, 0,4% a arena muy fina y 0,1% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente bien seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 561,2 μm y una moda de 800 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (44,89%), líticos ígneos (25%), feldespato potásico (5%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (20%), anfíbol (5%), epidota (0,1%) y carbón (0,01%).



Figura A-12. Fotografía con lupa binocular en aumento 0,67x de la muestra QV-13.

Muestra QV-15

Sedimento de color pardo amarillento claro de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena muy gruesa. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 74,7% corresponde a arena muy gruesa, 16,2% a arena gruesa, 7,1% a arena media, 1,5% a arena fina y 0,5% a arena muy fina, lo que lo clasifica como bien seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 745 μm y una moda de 1500 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (35%), líticos igneos (40%), feldespato potásico (5%), fragmentos de gastrópodos (13,99%), biotita (1%), anfíbol (5%) y carbón (0,01%).



Figura A-13. Fotografía con lupa binocular en aumento 0,67x de la muestra QV-15.

Muestra QV-18

Sedimento de color pardo amarillento de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena gruesa. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 29,5% corresponde a arena muy gruesa, 35,9% a arena gruesa, 31,3% a arena media, 2,9% a arena fina y 0,3% a arena muy fina, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 811 μm y una moda de 800 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-angulares, y composicionalmente corresponden a cuarzo (62%), líticos ígneos (15%), feldespato potásico (10%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (5%), biotita (1%) y anfíbol (7%).



Figura A-14. Fotografía con lupa binocular en aumento 1x de la muestra QV-18.

Muestra QV-19

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 0,8% corresponde a arena muy gruesa, 10,8% a arena gruesa, 33,9% a arena media, 32,5% a arena fina, 21,4% a arena muy fina y 0,5% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 290,2 μm y una moda de 200 μm .

Los clastos presentan formas sub-redondeadas a esféricas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (70%), plagioclasa (6%), líticos ígneos (12%), feldespato potásico (4,6%), fragmentos de bivalvos (1%), anfíboles (2%), biotita (4%) y carbón (0,4%).

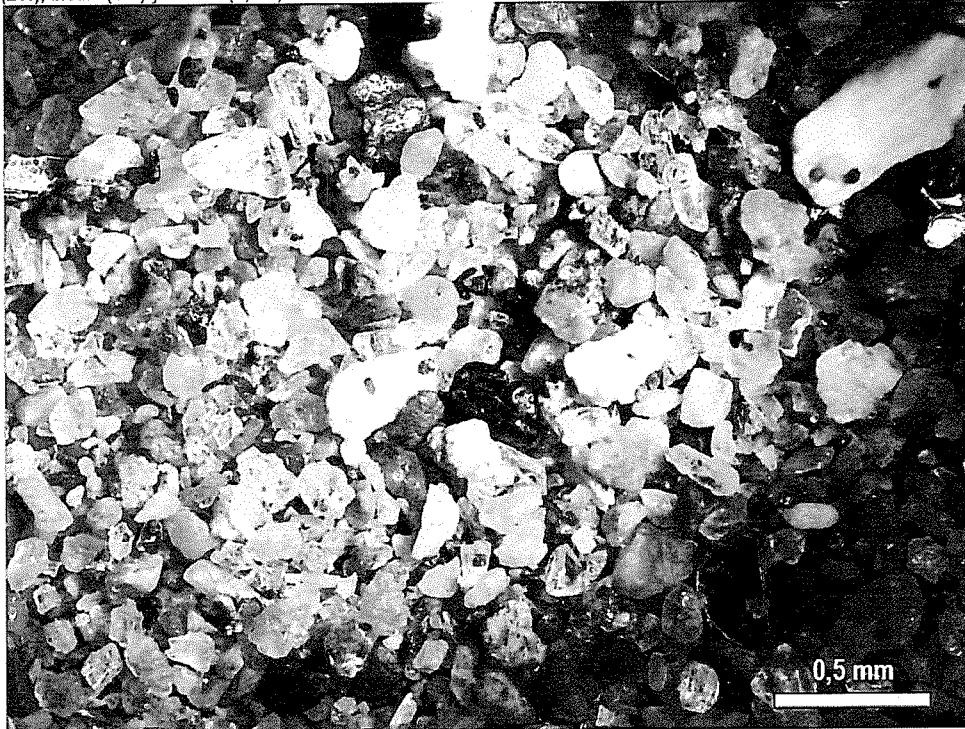


Figura A-15. Fotografía con lupa binocular en aumento 5x de la muestra QV-19.

Muestra QV-20

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 1,6% corresponde a arena muy gruesa, 9,2% a arena gruesa, 28,5% a arena media, 38,5% a arena fina, 22% a arena muy fina y 0,2% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 278,3 μm y una moda de 200 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (70%), plagioclasa (1%), líticos ígneos (13%), feldespato potásico (6%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (2%), biolita (1%), anfíbol (5%) y carbón (2%).



Figura A-16. Fotografía con lupa binocular en aumento 0,67x de partícula de carbón en la muestra QV-20.

Muestra QV-21

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 3,1% corresponde a arena muy gruesa, 5,2% a arena gruesa, 11,6% a arena media, 37,7% a arena fina, 42,1% a arena muy fina y 0,2% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 202,7 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas redondeadas a sub-prismoidales, y composicionalmente corresponden a cuarzo (70%), plagioclasa (7%), líticos ígneos (7%), feldespato potásico (6%), fragmentos de bivalvos (6%), anfíboles (2%) y biotita (2%).

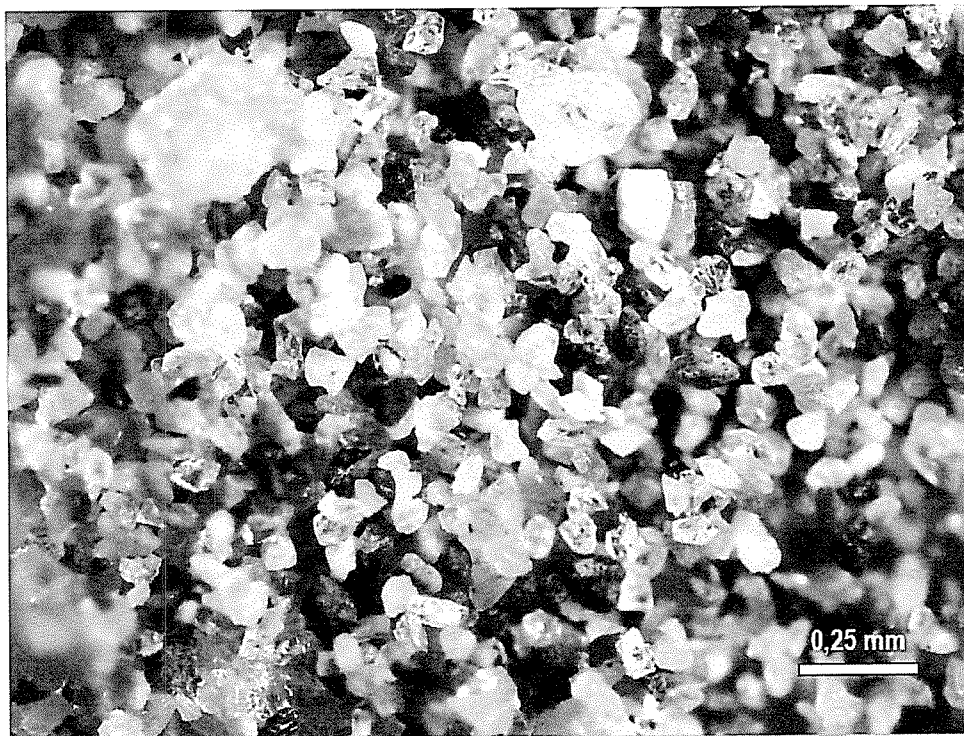


Figura A-17. Fotografía con lupa binocular en aumento 4x de la muestra QV-21.

Muestra QV-BC-E2

Sedimento de color gris oliva claro de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 0,7% corresponde a arena muy gruesa, 5,0% a arena gruesa, 14,6% a arena media, 29,1% a arena fina, 49,8% a arena muy fina y 0,8% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 191,2 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas sub-prismoidal a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (55%), líticos ígneos (10%), feldespato potásico (26,8%), fragmentos de bivalvos (1%), biotita (2%), anfíbol (5%) y carbón (0,2%).



Figura A-18. Fotografía con lupa binocular en aumento 5x de la muestra QV-BC-E2.

Muestra QV-BC-E3

Sedimento de color gris oliva de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena muy fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 0,9% corresponde a arena muy gruesa, 1,6% a arena gruesa, 3,1% a arena media, 28,3% a arena fina, 56,8% a arena muy fina y 9,4% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 140,2 μm y una moda de 106,5 μm .

Los clastos presentan formas sub-redondeadas a esféricas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (33%), plagioclasa (6%), líticos ígneos (20%), feldespato potásico (6%), fragmentos de bivalvos (2%), fragmentos de gastrópodos (25%), biotita (8%) y carbón (0,01%).

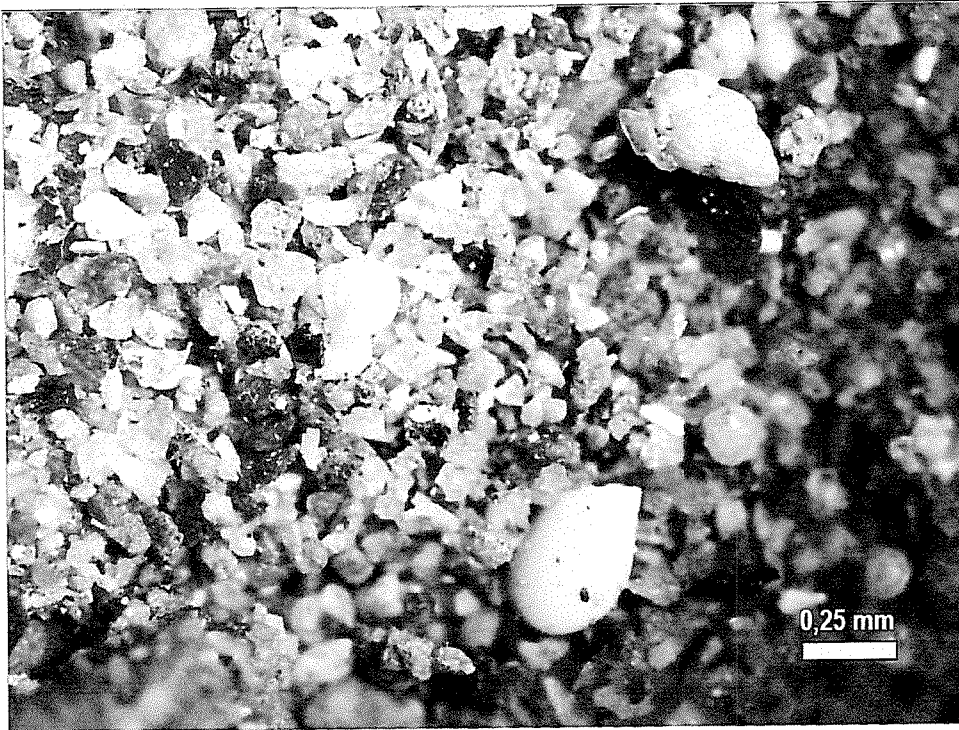


Figura A-19. Fotografía con lupa binocular en aumento 5x de la muestra QV-BC-E3.

Muestra QV-BC-E4-B

Sedimento de color pardo claro de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena muy gruesa. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 86,6% corresponde a arena muy gruesa, 6,7% a arena gruesa, 4,4% a arena media, 1,4% a arena fina, 0,7% a arena muy fina y 0,2% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como muy bien seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 348,7 μm y una moda de 1500 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a



cuarzo (10%), líticos ígneos (40%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (50%).

Figura A-20. Fotografía con lupa binocular en aumento 0,67x de la muestra QV-BC-E4-B.

Muestra QV-BC-E5

Sedimento de color pardo claro de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena muy gruesa. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 80,2% corresponde a arena muy gruesa, 14,1% a arena gruesa, 5,2% a arena media, 0,2% a arena fina, 0,2% a arena muy fina y 0,1% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como muy bien seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 505,8 μm y una moda de 1500 μm .

Los clastos presentan formas discoidales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (40%), líticos ígneos (45%), feldespato potásico (5%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (10%).



Figura A-21. Fotografía con lupa binocular en aumento 0,67x de la muestra QV-BC-E5.

Muestra QV-BC-E6

Sedimento de color pardo grisáceo de clasificación textural tipo arena y granulométrica tipo arena fina. De acuerdo con las distribuciones de los tamaños de los clastos un 0,5% corresponde a arena muy gruesa, 2,8% a arena gruesa, 7,5% a arena media, 45,8% a arena fina, 42,9% a arena muy fina y 0,5% a limo y arcilla, lo que lo clasifica como moderadamente seleccionado con un tamaño promedio de los clastos de 177 μm y una moda de 200 μm .

Los clastos presentan formas sub-discoïdales a sub-redondeadas, y composicionalmente corresponden a cuarzo (73,39%), líticos ígneos (10%), feldespato potásico (12%), fragmentos de bivalvos y/o gastrópodos (4%), biotita (0,5%), anfíbol (5%), epidota (0,1%) y carbón (0,01%).



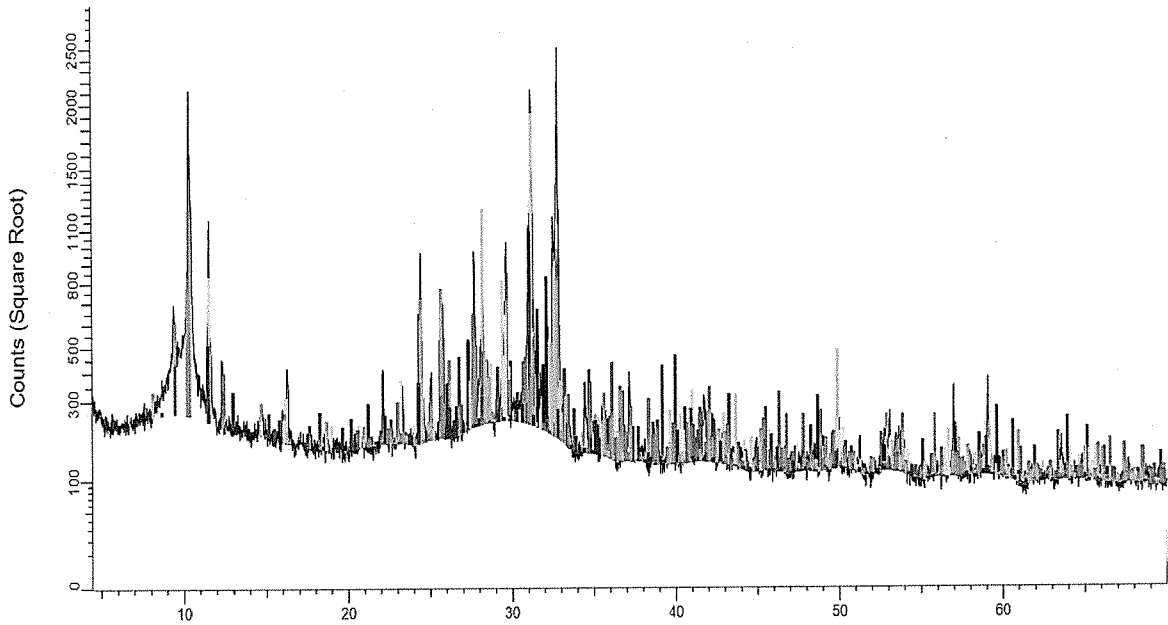
Figura A-22. Fotografía con lupa binocular en aumento 3x de la muestra QV-BC-E6.

ANEXO “B”

DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)

Muestra CONTROL (QV-PV-A)

%-Crystallinity	51,78
%-Amorphous	48,22



2Theta Co=1.79020			
Pattern #	Compound Name	Formula	S-Q
COD 9002203	Albite	Al Na O8 Si3	14,52%
COD 9009663	Albite , calcian	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 Si2.98	12,33%
COD 1532512	Quartz sandstone	O2 Si	7,57%

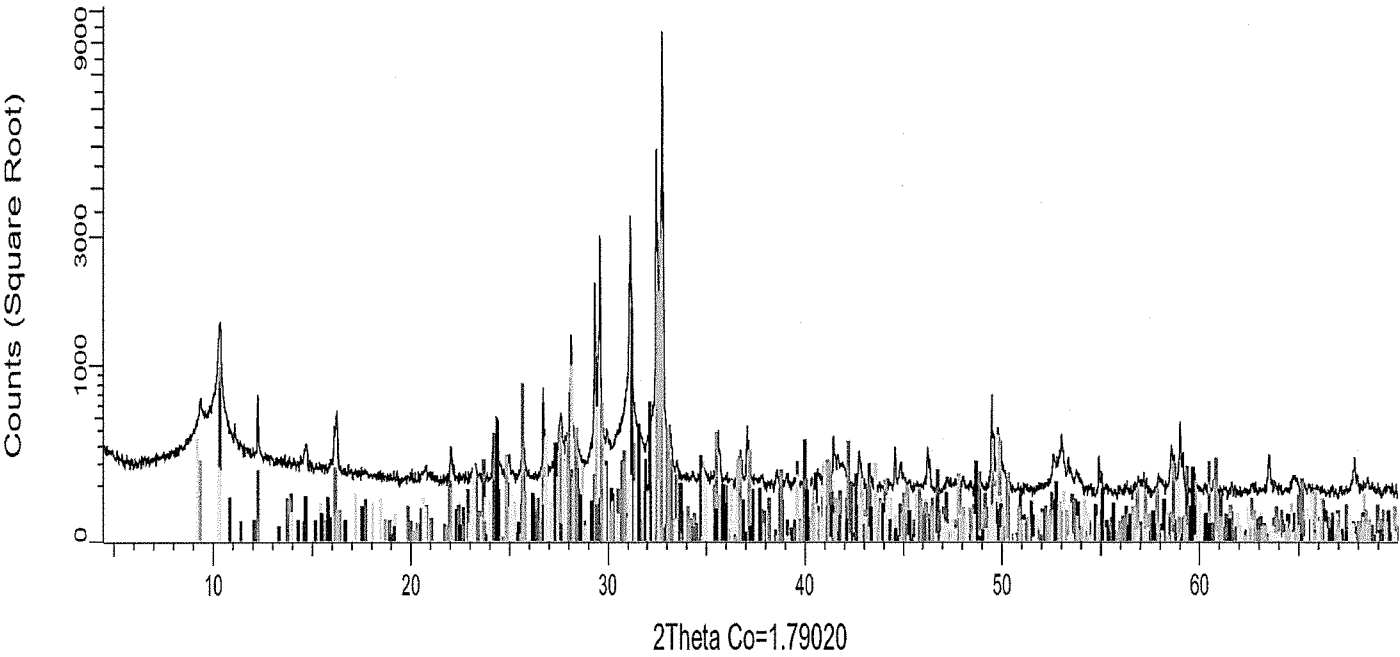
COD 9003434	Pyroxene-ideal	Mg O3 Si	7,33%
COD 9000181	Tamarugite	Al H12 Na O14 S2	6,68%
COD 9015250	Tremolite	Ca2 Mg5 O24 Si8	5,63%
COD 9001616	Heulandite-Ca	Al4.446 Ca1.848 H12.38 K0.06 Na0.65 O48.38 Si13.554	5,45%
PDF 87-2096	Quartz low	Si O2	4,33%
COD 1527004	sanidine-like feldspar	Al K O8 Si3	4,02%
PDF 02-0646	Cordierite	2 Mg O -2 Al2 O3 -5 Si O2	3,69%
PDF 05-0423	Lignite (NR)	C - Si O2	2,66%
COD 9014004	Carbon	C	2,29%
COD 1000042	Muscovite 2M1	Al3 H2 K O12 Si3	1,96%
PDF 46-0744	Calcium Aluminum Silicate	Al3 Ca0.5 Si3 O11	1,74%
PDF 86-2270	Anhydrite	Ca (S O4)	1,72%
COD 9001582	Biotite	Al1.207 Fe0.4 K1.906 Mg0.512 Mn0.007 Na0.034 O12 Si2.808 Ti0.067	1,59%
PDF 74-1786	Kaolinite 1A	Al2 Si2 O5 (O H)4	1,36%
COD 9010178	Annite	Al1.28 Fe1.41 K0.93 Mg1.02 Na0.07 O12 Si2.72 Ti0.46	1,28%
COD 9016249	Cristobalite	O2 Si	1,27%
COD 1526931	Anatase nanocrystalline	O2 Ti	1,11%
PDF 02-0509	Labradorite	Na2 O -2 Ca O -3 Al2 O3 -8 Si O2	0,99%
COD 1200004	β-MgSO4	Mg O4 S	0,96%
COD 8103498	Ramsdellite	Mn O2	0,93%
COD 9008082	Tistarite	O3 Ti2	0,80%
PDF 79-2329	Calcium Aluminum Oxide Sulfide	Ca8 (Al12 O24) S2	0,79%
COD 9013305	Wurtzite-4H	S Zn	0,79%
PDF 80-0502	Siderite magnesian calcian, syn	Ca0.1 Mg0.33 Fe0.57 (C O3)	0,75%
COD 8103690	sodium oxalate	C2 Na2 O4	0,74%
PDF 48-0682	Sodium Copper Manganese Oxide	Na4 Cu0.65 Mn0.35 Ox	0,67%
COD 9009086	Anatase	O2 Ti	0,59%
COD 9009055	potasium oxide	K2 O	0,57%
COD 9002827	Tuperssuatsiaite	Fe1.09 H10 Mn1.91 Na1.88 O28 Si8	0,56%
COD 9016410	Siderite	C Fe O3	0,49%
COD 9013453	Rasvumite	Fe2 K S3	0,45%
PDF 89-3435	Cristobalite, β	Si O2	0,38%
COD 9000167	Forsterite	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	0,35%
COD 1011031	Moissanite 3C	Si C	0,34%
COD 1011198	Wuestite	Fe O	0,18%
COD 1541151	Wuestite met.	Fe0.914 O	0,16%

S-Q a 100% fases cristalinas

Cólor	Patron #	Compound Name	Formula	S-Q
	COD 9002203	Albite	AlNa O8 Si3	14.40%
	COD 9009663	Albite, calcian	Al1.02Ca0.02Na0.98O8 Si2.98	12.23%
	COD 1532512	Quartzsandstone	O2 Si	7.51%
	COD 9003434	Pyroxene-ideal	Mg O3 Si	7.27%
	COD 9000181	Tamanoite	AlH12Na O14 S2	6.62%
	COD 9015250	Tremolite	Ca2Mg5 O24 Si8	5.58%
	COD 9001616	Heulandite-Ca	Al4.446Ca1.848H12.38K0.06Na0.65O48.38Si13.554	5.41%
	PDF 87-2086	Quartzlow	SiO2	4.29%
	COD 1527004	sanidine-lakefeldspar	AlK O8 Si3	3.99%
	PDF 02-0646	Cordierite	2 Mg O.2 Al2 O3.5 SiO2	3.66%
	PDF 05-0423	Lignite(NR)	C. SiO2	2.64%
	COD 9014004	Carbon	C	2.27%
	COD 1000042	Muscovite2M1	Al3H2 K O12 Si3	1.95%
	PDF 46-0744	Calcium AluminumSilicate	Al3Ca0.5 Si3 O11	1.79%
	PDF 86-2270	Anhydrite	Ca (S O4)	1.71%
	COD 9010178	Annie	Al1.28Fe1.41K0.93Mg1.02Na0.07 O12Si2.72 Ti0.46	1.69%
	COD 9001582	Biotite	Al1.207Fe0.4K1.906Mg0.512 Mn0.007Na0.034 O12 Si2.808 Ti0.067	1.57%
	PDF 74-1786	Kaolinite1A	Al2 Si2 O5 (OH)4	1.35%
	COD 9016249	Cristobalite	O2 Si	1.26%
	PDF 79-2329	Calcium AluminumOxide Sulfide	Ca8 (Al12 O24) S2	1.17%
	COD 1526931	Anataseanocrystalline	O2 Ti	1.10%
	PDF 02-0509	Labradorite	Na2 O.2 Ca O.3 Al2 O3.8 SiO2	0.98%
	COD 1200004	B-MgSO4	Mg O4 S	0.96%
	COD 8103498	Ramsdellite	Mn O2	0.92%
	COD 9008082	Titanite	O3 Ti2	0.79%
	COD 9013305	Wurtzite-4H	S Zn	0.78%
	PDF 80-0502	Siderite,magnesiancalcian, syn.	Ca0.1Mg0.39Fe0.57 (C O3)	0.74%
	COD 8103690	sodiumoxalate	C2 Na2 O4	0.73%
	PDF 48-0682	Sodium Copper Manganese Oxide	Na4 Cu0.65Mn0.35 Ox	0.67%
	COD 9009086	Anatase	O2 Ti	0.59%
	COD 9009055	potasiumoxide	K2 O	0.57%
	COD 9002827	Tupersuatsiata	Fe1.09H10Mn1.91Na1.88 O28 Si8	0.55%
	COD 9016410	Siderite	C Fe O3	0.48%
	COD 9013453	Rasvumite	Fe2K S3	0.44%
	PDF 89-3435	Cristobalite,β	SiO2	0.38%
	COD 9000167	Forsterite	Ca0.004Fe0.912Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	0.34%
	COD 1011031	Moissanite 3C	SiC	0.33%
	COD 1011198	Wuestite	Fe O	0.18%
	COD 1541151	Wuestite met.	Fe0.914 O	0.16%

Muestra QV-04

%-Crystallinity	53,70
%-Amorphous	46,30



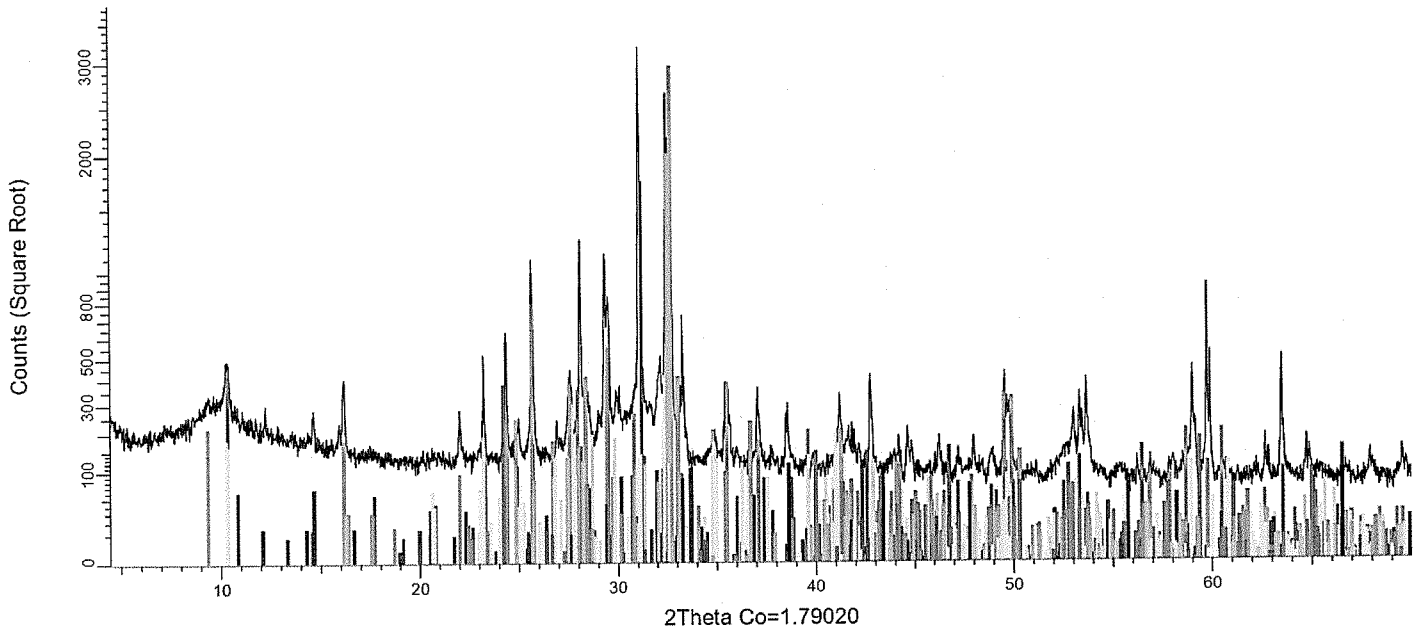
Compound Name	Formula	Pattern #	S-Q
Albite, calcian, ordered	(Na , Ca) Al (Si , Al)3 O8	PDF 41-1480	18,80%
Albite, disordered	Na (Si3 Al) O8	PDF 10-0393	16,63%

Pyroxene-ideal	Mg O3 Si	COD 9003434	10,70%
sanidine-like feldspar	Al K O8 Si3	COD 1527004	6,54%
Quartz low	O2 Si	COD 9015022	3,58%
Muscovite 2M1	Al3 H2 K O12 Si3	COD 1000042	3,20%
Calcium Aluminum Silicate	Al3 Ca0.5 Si3 O11	PDF 46-0744	2,84%
Anhydrite	Ca (S O4)	PDF 86-2270	2,80%
Annite	Al1.28 Fe1.41 K0.93 Mg1.02 Na0.07 O12 Si2.72 Ti0.46	COD 9010178	2,78%
Sulfur Oxide Graphite	C4 S O3	PDF 38-1212	2,56%
Sodium Aluminum Silicate	Na3.22 Al5.48 Si90.52 O190.9	PDF 41-0411	2,43%
Muscovite-2M1	Al2.65 Fe0.12 K0.92 Mg0.06 Na0.08 O12 Si3.2 Ti0.04	COD 9001953	2,38%
Anatase nanocrystal	O2 Ti	COD 1526931	2,24%
Calcium Aluminum Oxide Sulfide	Ca8 (Al12 O24) S2	PDF 79-2329	1,91%
Augite, aluminian	Ca (Mg , Fe , Al) (Si , Al)2 O6	PDF 41-1483	1,88%
Wurtzite-4H	S Zn	COD 9013305	1,78%
Kaersutite	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.494 Na1.058 O24 Si8	COD 9015124	1,74%
Cristobalite	O2 Si	COD 9016249	1,64%
Labradorite	Na2 O ·2 Ca O ·3 Al2 O3 ·8 Si O2	PDF 02-0509	1,60%
β-MgSO4	Mg O4 S	COD 1200004	1,57%
Fayalite	Fe1.1 Mg0.75 Mn0.15 O4 Si	COD 9016212	1,52%
Xonotlite	Ca6 O19 Si6	COD 9008438	1,17%
Biotite	Al1.207 Fe0.4 K1.906 Mg0.512 Mn0.007 Na0.034 O12 Si2.808 Ti0.067	COD 9001582	1,10%
Sodium Copper Manganese Oxide	Na4 Cu0.65 Mn0.35 Ox	PDF 48-0682	1,10%
Anatase	O2 Ti	COD 9009086	0,85%
Sapphirine-2M	Mg3.5 Al9 Si1.5 O20	PDF 21-0549	0,84%
Cancrinite	C Al3 Ca Na3 O15 Si3	COD 1010549	0,65%
Carbon	C60	PDF 44-0558	0,63%
Carbon	C	COD 9014004	0,58%
Forsterite	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	COD 9000167	0,56%
Siderite	C Fe O3	COD 9016410	0,47%
Copper Zinc	Cu0.70 Zn2	PDF 65-1873	0,36%
Annite	Al3.448 Fe3 K0.99 Na0.01 O12 Si2.552	COD 9002315	0,34%
α-Cristobalite, syn	Si O2	PDF 89-3434	0,23%

Color	Pattern #	Compound Name	Formula	S-O
	PDF41-1480	Albite, calcian, ordered	(Na, Ca) Al (Si, Al) 3 O8	18.80%
	PDF10-0393	Albite, disordered	Na (Si3 Al) O8	18.63%
	COD9003434	Pyroxene-ideal	MgO3 Si	10.70%
	COD1527004	sanidine-like feldspar	AlK O8 Si3	6.54%
	COD9015022	Quartz low	O2 Si	3.58%
	COD1000042	Muscovite 2M1	Al3 H2K O12 Si3	3.20%
	PDF46-0744	Calcium Aluminum Silicate	Al3 Ca0.5 Si3 O11	2.84%
	PDF88-2270	Anhydrite	Ca (S O4)	2.80%
	COD9010178	Annite	Al1.28 Fe1.41 K0.93 Mg1.02 Na0.07 O12 Si2.72 Ti0.46	2.78%
	PDF38-1212	Sulfur Oxide Graphite	C4 S O3	2.56%
	PDF41-0411	Sodium Aluminum Silicate	Na3.22 Al5.48 Si90.52 O190.9	2.43%
	COD9001653	Muscovite-2M1	Al2.65 Fe0.12 K0.92 Mg0.06 Na0.08 O12 Si3.2 Ti0.04	2.38%
	COD1526931	Anatase nanocrystal	O2 Ti	2.24%
	PDF79-2329	Calcium Aluminum Oxide Sulfide	Ca8 (Al12 O24) S2	1.91%
	PDF41-1483	Augite, aluminian	Ca (Mg, Fe, Al) (Si, Al) 2 O8	1.88%
	COD9013305	Wurtzite-4H	S Zn	1.78%
	COD9015124	Kaersutite	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.494 Na1.058 O24 Si8	1.74%
	COD9016249	Cristobalite	O2 Si	1.64%
	PDF02-0509	Labradorite	Na2 O · 2 Ca O · 3 Al2 O3 · 8 Si O2	1.60%
	COD1200004	6-MgSO4	MgO4 S	1.57%
	COD9016212	Favallite	Fe1.1 Mg0.75 Mn0.15 O4 Si	1.52%
	COD9008438	Xenotite	Ca6 O19 Si6	1.17%
	COD9001582	Biotite	Al1.207 Fe0.4 K1.906 Mg0.512 Mn0.007 Na0.034 O12 Si2.808 Ti0.067	1.10%
	PDF46-0682	Sodium Copper Manganese Oxide	Na4 Cu0.65 Mn0.35 Ox	1.10%
	COD9009085	Anatase	O2 Ti	0.85%
	PDF21-0549	Sapphirine-2M	Mg3.5 Al8 Si1.5 O20	0.84%
	COD1010549	Cancrinite	Ca13 Ca Na3 O15 Si3	0.65%
	PDF44-0558	Carbon	C60	0.63%
	COD9014004	Carbon	C	0.58%
	COD9000167	Forsterite	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	0.56%
	COD9016410	Siderite	C Fe O3	0.47%
	PDF65-1873	Copper Zinc	Cu0.70 Zn2	0.38%
	COD9002315	Annite	Al3.448 Fe3 K0.69 Na0.01 O12 Si2.552	0.34%
	PDF89-3434	α-Cristobalite, syn	SiO2	0.23%

Muestra QV-05

%-Crystallinity	52,50
%-Amorphous	47,50



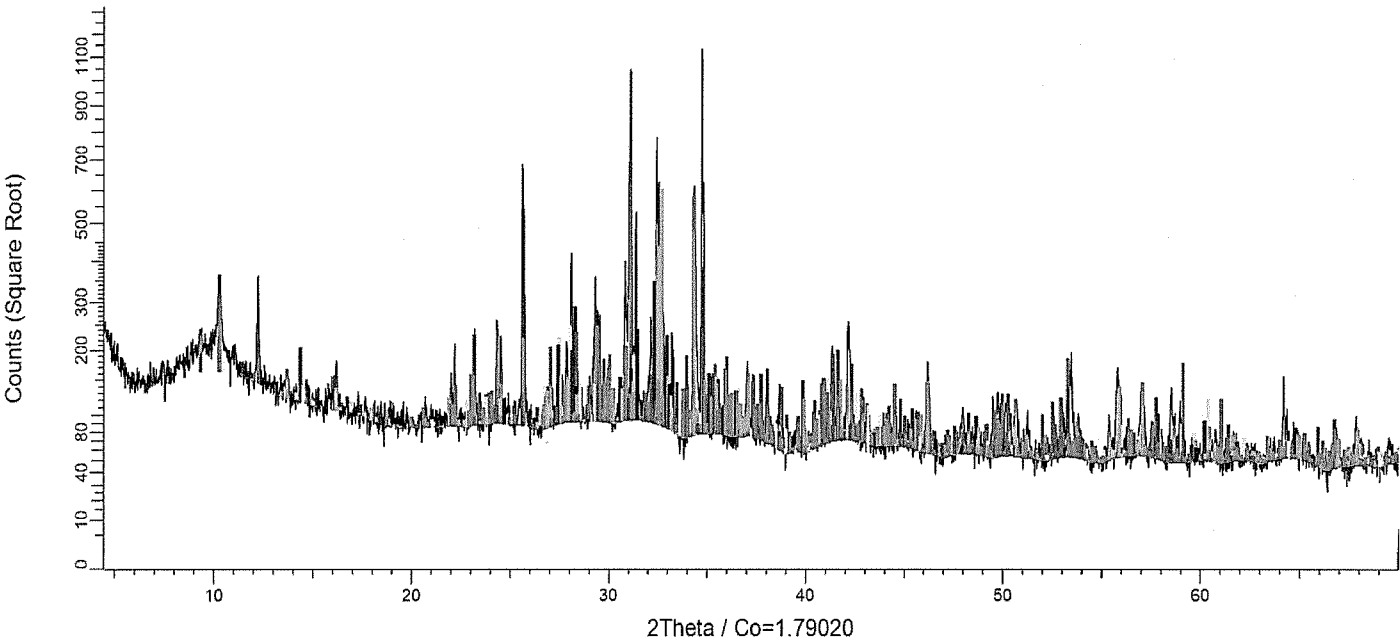
Compound Name	Formula	Pattern #	S-Q
Albite, calcian, ordered	(Na , Ca) Al (Si , Al)3 O8	PDF 41-1480	37,31%

Quartz low	O2 Si	COD 9015022	7,10%
Muscovite 2M1	Al3 H2 K O12 Si3	COD 1000042	6,35%
Calcium Aluminum Silicate	Al3 Ca0.5 Si3 O11	PDF 46-0744	5,63%
Sulfur Oxide Graphite	C4 S O3	PDF 38-1212	5,09%
Muscovite-2M1	Al2.65 Fe0.12 K0.92 Mg0.06 Na0.08 O12 Si3.2 Ti0.04	COD 9001953	4,73%
Augite, aluminian	Ca (Mg , Fe , Al) (Si , Al)2 O6	PDF 41-1483	3,73%
Anatase	O2 Ti	COD 9015929	3,61%
Labradorite	Na2 O ·2 Ca O ·3 Al2 O3 ·8 Si O2	PDF 02-0509	3,18%
β-MgSO4	Mg O4 S	COD 1200004	3,12%
Annite	Al1.28 Fe1.41 K0.93 Mg1.02 Na0.07 O12 Si2.72 Ti0.46	COD 9010178	2,39%
Xonotlite	Ca6 O19 Si6	COD 9008438	2,32%
Sodium Copper Manganese Oxide	Na4 Cu0.65 Mn0.35 Ox	PDF 48-0682	2,18%
Cementite	C Fe3	COD 5910001	2,08%
Pyrite	Fe S2	COD 9015842	1,82%
Rhodochrosite	C Mn O3	COD 5000207	1,71%
Sapphirine-2M	Mg3.5 Al9 Si1.5 O20	PDF 21-0549	1,67%
Cancrinite	C Al3 Ca Na3 O15 Si3	COD 1010549	1,29%
Carbon	C60	PDF 44-0558	1,24%
Carbon	C	COD 9014004	1,14%
Forsterite	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	COD 9000167	1,12%
Copper Zinc	Cu0.70 Zn2	PDF 65-1873	0,72%
α-Cristobalite, syn	Si O2	PDF 89-3434	0,46%

Color	Pattem #	Compound Name	Formula	S-Q
	PDF 41-1480	Albite, calcian, ordered	(Na , Ca) Al(Si , Al)3 O8	37.31 %
	COD 9015022	Quartz low	O2 Si	7.10 %
	COD 1000042	Muscovite 2M1	Al3 H2 K O12 Si3	6.35 %
	PDF 46-0744	Calcium Aluminum Silicate	Al3 Ca0.5 Si3 O11	5.63 %
	PDF 38-1212	Sulfur Oxide Graphite	C4 S O3	5.09 %
	COD 9001953	Muscovite-2M1	Al2.65 Fe0.12 K0.92 Mg0.06 Na0.08 O12 Si3.2 Ti0.04	4.73 %
	PDF 41-1483	Augite, aluminian	Ca (Mg , Fe , Al) (Si , Al)2 O6	3.73 %
	COD 9015929	Anatase	O2 Ti	3.61 %
	PDF 02-0509	Labradorite	Na2 O · 2 Ca O · 3 Al2 O3 · 8 Si O2	3.18 %
	COD 1200004	β-MgSO4	Mg O4 S	3.12 %
	COD 9010178	Annite	Al1.28 Fe1.41 K0.93 Mg1.02 Na0.07 O12 Si2.72 Ti0.46	2.39 %
	COD 9008438	Xonotlite	Ca6 O19 Si6	2.32 %
	PDF 48-0682	Sodium Copper Manganese Oxide	Na4 Cu0.65 Mn0.35 Ox	2.18 %
	COD 5910001	Cementite	C Fe3	2.08 %
	COD 9015842	Pyrite	Fe S2	1.82 %
	COD 5000207	Rhodochrosite	C Mn O3	1.71 %
	PDF 21-0549	Sapphirine-2M	Mq3.5 Al9 Si1.5 O20	1.67 %
	COD 1010549	Cancrinite	C Al3 Ca Na3 O15 Si3	1.29 %
	PDF 44-0558	Carbon	C60	1.24 %
	COD 9014004	Carbon	C	1.14 %
	COD 9000167	Forsterite	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	1.12 %
	PDF 65-1873	Copper Zinc	Cu0.70 Zn2	0.72 %
	PDF 89-3434	α-Cristobalite, syn	Si O2	0.46 %

Muestra QV-08

%-Crystallinity	45,69
%-Amorphous	54,31



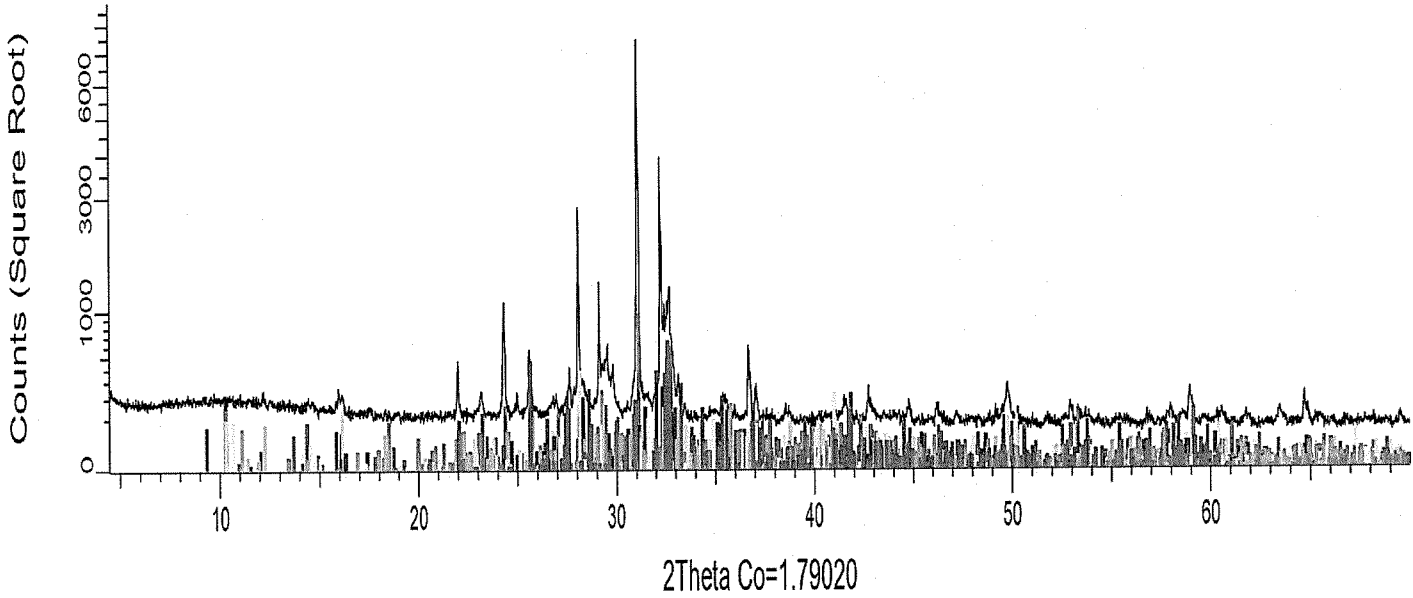
Compound Name	Formula	Pattern #	S-Q
Albite	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 Si2.98	COD 9009663	15,64%
Oligoclase	Al1.179 Ca0.179 Na0.821 O8 Si2.821	COD 9011422	12,51%
Albite, calcian, ordered	(Na , Ca) Al (Si , Al)3 O8	PDF 41-1480	11,45%
Quartz low	O2 Si	COD 1011176	6,59%
Diopside-ferrian	Ca Fe0.194 Mg0.906 O6 Si1.9	COD 9005336	5,15%

Muscovite / phengite	Al2.9 Fe0.04 H2 K0.86 Mg0.06 Na0.1 O12 Si3	COD 9014960	5,12%
Calcite	C Ca O3	COD 9016706	3,83%
Illite	Al2 H2 K O12 Si4	COD 9013718	3,65%
Graftonite	Ca Fe1.38 Mn0.62 O8 P2	COD 9000165	3,32%
Kaersutite	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.494 Na1.058 O24 Si8	COD 9015124	2,95%
Phlogopite	Fe0.993 H1.442 K Mg2.007 O12 Si3.96	COD 9010398	2,93%
Illite 1M	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 K0.78 Mg0.34 Na0.02 O12 On Si3.35	COD 2300190	2,20%
Berlinite iso	Al O4 P	COD 1544551	2,12%
Phlogopite	Fe1.1 H0.24 K Mg1.9 O12 Si4	COD 9016344	2,01%
Kaolinite 2M	Al2 H4 O9 Si2	COD 1011045	1,74%
Celadonite	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 K0.78 Mg0.58 O12 Si3.68 Ti0.02	COD 9015417	1,60%
Pectolite	Ca1.23 Mn0.77 Na O9 Si3	COD 9000612	1,53%
Larnite	Ca2 (Si O4)	PDF 83-0461	1,34%
sulphur alpha	S8	COD 1537087	1,31%
Thenardite	Na2 O4 S	COD 1011184	1,22%
Berlinite	Al O4 P	COD 9006550	1,10%
Ulvospinel, syn	Fe2 Ti O4	PDF 34-0177	1,06%
Brookite	O2 Ti	COD 9004137	1,06%
Meionite, scapolite group	Ca4Al6Si6O24(CO3)	COD 1541653	0,94%
Augite, aluminian	Ca (Mg , Fe , Al) (Si , Al)2 O6	PDF 41-1483	0,85%
Ferrihydrite	Fe0.39 O0.595	COD 9012762	0,72%
Anatase	Ti O2	COD 5000223	0,69%
Gypsum	Ca H4 O6 S	COD 9013169	0,62%
Bayenite	Al H3 O3	COD 9016646	0,59%
aluminium sodium silicate	Al0.393 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	COD 9009366	0,55%
Taramite, potassian	Na2 Ca Fe5 Al2 Si6 O22 (O H)2	PDF 20-0734	0,51%
Quartz	O2 Si	COD 9011496	0,49%
Cementite	C Fe3	COD 5910001	0,47%
Cronstedtite	Fe1.4 H1.667 O4.001 Si0.5	COD 9000019	0,47%
Gismondine	Al2 Ca H8 O12 Si2	COD 9012417	0,43%
Nikischerite	Al3 Fe6 H42 Na O38 S2	COD 9004733	0,26%
Forsterite	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	COD 9000167	0,25%
Rhodochrosite	C Mn O3	COD 5000207	0,19%
Titanomagnetite	Fe2 O4 Ti	COD 9000934	0,17%
α-Cristobalite, syn	Si O2	PDF 89-3434	0,10%
Tenorite	Cu O	COD 1011194	0,10%
Dolomite	C2 Ca Mg O6	COD 9000573	0,07%
Zinc carbonate	C O3 Zn	COD 5910061	0,07%

Color	Pattern #	Compound Name	Formula	S-O
	COD 9009663	Albite	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 Si2.98	15.75 %
	COD 9011422	Oligoclase	Al1.179 Ca0.179 Na0.821 O8 Si2.821	12.59 %
	PDF 41-1480	Albite, calcian, ordered	(Na, Ca) Al (Si, Al)3 O8	11.52 %
	COD 1011176	Quartz low	O2 Si	5.98 %
	COD 9005336	Diopside-ferrian	CaFe0.154 Mg0.506 O6 Si1.9	5.18 %
	COD 9014960	Muscovite/phenite	Al2.9 Fe0.04 H2 K0.86 Mg0.06 Na0.1 O12 Si3	5.16 %
	COD 9016706	Calcite	CCa O3	3.84 %
	COD 9013718	Ilite	Al2 H2 KO12 SH	3.67 %
	COD 9000165	Graftonite	Ca Fe1.38 Mn0.62 O8 P2	3.34 %
	COD 9015124	Kaersutite	Ca1.784 Fe1.72 KO.1 Mo3.484 Na1.058 O24 Si8	2.97 %
	COD 9010398	Phlogopite	Fe0.993 H1.442 KMg2.007 O12 Si3.96	2.94 %
	COD 2300190	Illite 1M	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 KO.78 Mo0.34 Na0.02 O12 On Si3.35	2.21 %
	COD 1544551	Berlinite iso	Al O4 P	2.14 %
	COD 9016344	Phlogopite	Fe1.1 H0.24 KMg1.9 O12 Si4	2.02 %
	COD 1011045	Kaolinite 2M	Al2 H4 O9 Si2	1.75 %
	COD 9015417	Caladonite	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 KO.78 Mo0.58 O12 Si3.68 Ti0.02	1.61 %
	COD 9000612	Pectolite	Ca1.23 Mn0.77 Na O9 Si3	1.54 %
	PDF 83-0461	Larnite	Ca2 (Si O4)	1.34 %
	COD 1537087	sulphur alpha	S8	1.32 %
	COD 1011184	Thénardite	Na2 O4 S	1.23 %
	COD 9006550	Berlinite	Al O4 P	1.11 %
	PDF 34-0177	Ulvospinel, syn	Fe2 Ti O4	1.07 %
	COD 9004137	Brookite	O2 Ti	1.07 %
	COD 1541653	Meionite, scapolite group	Ca4 Al6 Si6 O24 (CO3)	0.95 %
	PDF 41-1483	Augite, aluminian	Ca (Mg, Fe, Al) (Si, Al)2 O6	0.88 %
	COD 9012762	Ferrihydrite	Fe0.39 O0.555	0.73 %
	COD 5000223	Anatase	Ti O2	0.70 %
	COD 9013169	Gypsum	Ca H4 O6 S	0.63 %
	COD 9016846	Bayerite	Al H3 O3	0.59 %
	COD 9009366	aluminium sodium silicate	Al0.333 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	0.55 %
	PDF 20-0734	Taramite, potassian	Na2 Ca Fe5 Al2 Si6 O22 (OH)2	0.51 %
	COD 9011496	Quartz	O2 Si	0.49 %
	COD 5910001	Cementite	CFe3	0.48 %
	COD 9000019	Cronstedtite	Fe1.4 H1.667 O4.001 Si0.5	0.48 %
	COD 9012417	Gismondine	Al2 Ca H8 O12 Si2	0.44 %
	COD 5004733	Nikischerite	Al3 Fe6 H42 Na O38 S2	0.26 %
	COD 9000167	Forsterite	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	0.26 %
	COD 5000207	Rhodochrosite	CMn O3	0.19 %
	COD 9000634	Titanomagnetite	Fe2 O4 Ti	0.17 %
	PDF 89-3434	α-Cristobalite, syn	Si O2	0.11 %
	COD 1011194	Tenorite	Cu O	0.10 %
	COD 9000573	Dolomite	C2 Ca Mg O5	0.07 %
	COD 5910061	Zinc carbonate	CO3 Zn	0.07 %

Muestra QV-09

%-Crystallinity	56,88
%-Amorphous	43,12



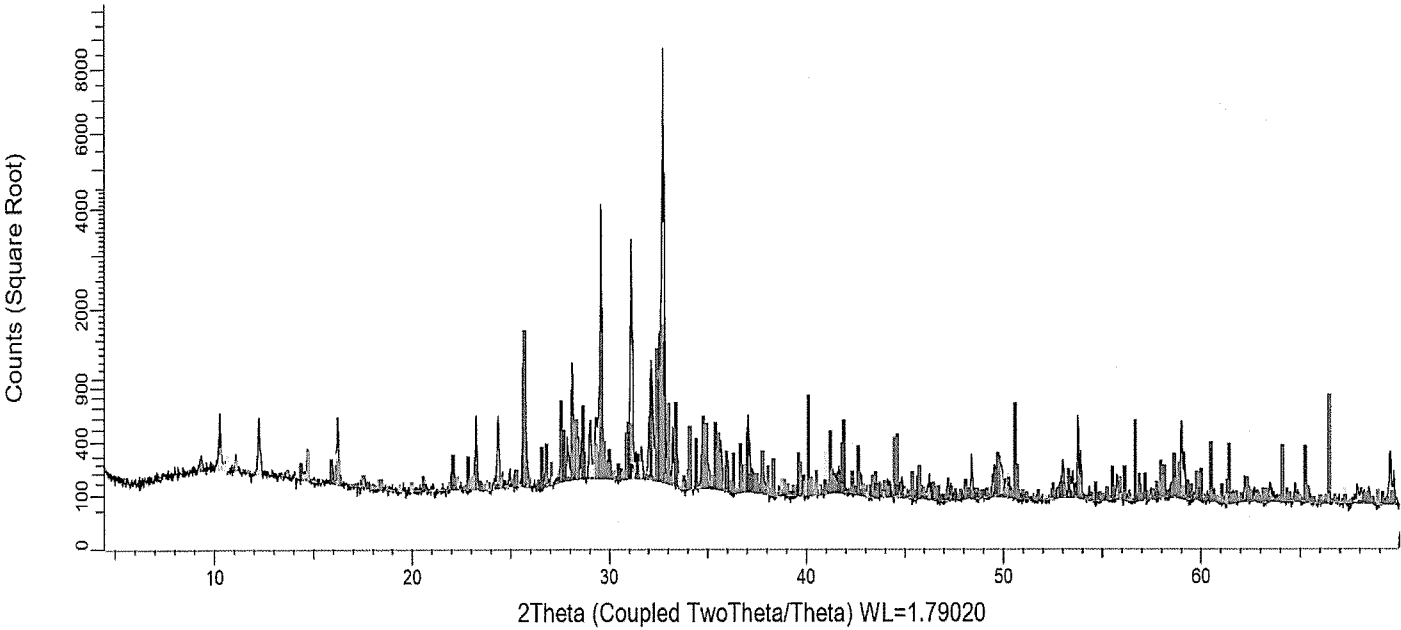
Compound Name	Pattern #	Formula	S-Q
Albite	COD 9009663	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 Si2.98	21,85%

Oligoclase	COD 9011422	Al1.179 Ca0.179 Na0.821 O8 Si2.821	17.48%
Quartz low	COD 1011176	O2 Si	9.21%
Bytownite	COD 9011200 (d x by)	Al0.92 Ca0.43 Na0.07 O4 Si1.08	5.07%
Kaersutite	COD 9015124	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.494 Na1.058 O24 Si8	4.12%
Phlogopite	COD 9010398	Fe0.993 H1.442 K Mg2.007 O12 Si3.96	4.09%
Illite 1M	COD 2300190	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 K0.78 Mg0.34 Na0.02 O12 On Si3.35	3.07%
Berlinite iso	COD 1544551	Al O4 P	2.96%
Phlogopite	COD 9016344	Fe1.1 H0.24 K Mg1.9 O12 Si4	2.81%
Kaolinite 2M	COD 1011045	Al2 H4 O9 Si2	2.43%
Celadonite	COD 9015417	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 K0.78 Mg0.58 O12 Si3.68 Ti0.02	2.24%
Pectolite	COD 9000612	Ca1.23 Mn0.77 Na O9 Si3	2.14%
Larnite	PDF 83-0461	Ca2 (Si O4)	1.87%
sulphur alpha	COD 1537087	S8	1.83%
Thenardite	COD 1011184	Na2 O4 S	1.70%
Berlinite	COD 9006550	Al O4 P	1.53%
Ulvospinel, syn	PDF 34-0177	Fe2 Ti O4	1.49%
Clintonite-1M	COD 9001887	Al3.46 Ca Fe0.15 H2 Mg2.19 O12 Si1.2	1.41%
Meionite, scapolite group	COD 1541653	Ca4Al6Si6O24(CO3)	1.32%
Anatase	COD 9000223	Ti O2	0.97%
Gypsum	COD 9013169	Ca H4 O6 S	0.87%
Bayerite	COD 9016646	Al H3 O3	0.82%
	COD 1004043	Al Cl4 Na	0.79%
aluminium sodium silicate	COD 9009366	Al0.333 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	0.77%
Taramite, potassian	PDF 20-0734	Na2 Ca Fe5 Al2 Si6 O22 (O H)2	0.71%
Quartz	COD 9011496	O2 Si	0.68%
Cementite	COD 5910001	C Fe3	0.66%
Cronstedtite	COD 9000019	Fe1.4 H1.667 O4.001 Si0.5	0.66%
Gismondine	COD 9012417	Al2 Ca H8 O12 Si2	0.61%
Sodalite	COD 9003330	Al3 Cl Na4 O12 Si3	0.59%
Nikischerite	COD 9004733	Al3 Fe6 H42 Na O38 S2	0.36%
Chloritoid	COD 9000773	Al3.84 Fe1.93 Mg0.15 O14 Si2	0.36%
Forsterite	COD 9000167	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	0.36%
Ferrihydrite	COD 9012762	Fe0.39 O0.595	0.31%
Beusite	COD 9004214	Ca1.18 Fe0.9 Mn0.92 O8 P2	0.29%
Rhodochrosite	COD 5000207	C Mn O3	0.27%
Burkeite	COD 9009347	CO.49 Na3 O3.5 Si1.01	0.25%
Titanomagnetite	COD 9000934	Fe2 O4 Ti	0.24%
	COD 1530292	Ca O2	0.22%
α-Cristobalite, syn	PDF 89-3434	Si O2	0.15%
Tenorite	COD 1011194	Cu O	0.14%
Ramsdellite	COD 9016028	Mn O2	0.12%
Dolomite	COD 9000573	C2 Ca Mg O6	0.09%
Zinc carbonate	COD 5910061	C O3 Zn	0.09%

Color	Pattern #	Compound Name	Formula	S-O
	COD 9009553	Albite	Al1.02Ca0.02Na0.98O3Si2.98	21.85%
	COD 9011422	Oligoclase	Al1.179Ca0.179Na0.821O3Si2.821	17.45%
	COD 1011176	Quartz low	O2Si	9.21%
	COD 9011200 (dx.bv)	Sytownite	Al0.92Ca0.43Na0.07O4Si1.08	5.07%
	COD 9015124	Kaersutite	Ca1.784Fe1.72K0.11Mg3.484Na1.055O24Si6	4.12%
	COD 9010358	Phlogopite	Fe0.893H1.442KMg2.007O12Si3.99	4.09%
	COD 2300190	Ilite 1M	Al2.34Ca0.02Fe0.02H4K0.75Mg0.34Na0.02O12OnSi3.35	3.07%
	COD 1544551	Berlinite sp.	AlO4P	2.96%
	COD 9016344	Phlogopite	Fe1.1H0.24KMg1.9O12Si4	2.81%
	COD 1011045	Kaolinite 2M	Al2H4O9Si2	2.43%
	COD 9015417	Calcadonite	Al0.42Ca0.04Fe1.3H2K0.78Mg0.58O12Si3.63Ti0.02	2.24%
	COD 9000612	Pectolite	Ca1.23Mn0.77NaO3Si3	2.14%
	PDF 83-0461	Larvikite	Ca2(SiO4)	1.87%
	COD 1537087	sulphuralpha	SS	1.83%
	COD 1011184	Therandite	Na2O4S	1.70%
	COD 9006590	Berlinite	AlO4P	1.53%
	PDF 34-0177	Ulvöspinel syn.	Fe2TiO4	1.49%
	COD 9015887	Clintonite-1M	Al3.46CaFe0.15H2Mg2.19O12Si1.2	1.41%
	COD 1541633	Malonite, scapolite group	Ca4Al6Si6O24(CO3)	1.32%
	COD 5000223	Anatase	TiO2	0.97%
	COD 9013169	Gypsum	CaH4O6S	0.87%
	COD 9016646	Bayerite	AlH3O3	0.82%
	COD 1004043		AlCl4Na	0.79%
	COD 9009366	aluminium sodium silicate	Al0.333H0.167Na0.167O2Si0.667	0.77%
	PDF 20-0734	Taramite, potassium	Na2CaFe5Al2Si6O22(OH)2	0.71%
	COD 9011486	Quartz	O2Si	0.68%
	COD 5910001	Cementite	CFE3	0.66%
	COD 5000019	Cronstedtite	Fe1.4H1.667O4.001Si0.5	0.66%
	COD 9012417	Gismondine	Al2CaH8O12Si2	0.61%
	COD 9003330	Sodalite	Al3ClNa4O12Si3	0.59%
	COD 9004733	Nikischerite	Al3Fe6H42NaO38Si2	0.36%
	COD 9000773	Chloritoid	Al3.84Fe1.53Mg0.15O14Si2	0.36%
	COD 9000167	Forsterite	Ca0.004Fe0.912Mg1.07Mn0.012O4Si	0.35%
	COD 9012762	Ferrihydrite	Fe0.39O0.585	0.31%
	COD 9004214	Beusite	Ca1.18Fe0.9Mn0.92O8P2	0.29%
	COD 5000207	Rhodochrosite	CMnCO3	0.27%
	COD 9009347	Burkeite	CO.49Na3O3.5Si1.01	0.25%
	COD 9000934	Tranomagadite	Fe2O4Ti	0.24%
	COD 1530292		CaO2	0.22%
	PDF 88-3434	α-Cristobalite, syn.	SiO2	0.15%
	COD 1011194	Tenonite	CuO	0.14%
	COD 9016028	Ramsdellite	MnO2	0.12%
	COD 9000573	Dolomite	Ca2CaMgO6	0.09%
	COD 5910061	Zinc carbonate	CO3Zn	0.09%

Muestra QV-10

%-Crystallinity	62,44
%-Amorphous	37,56



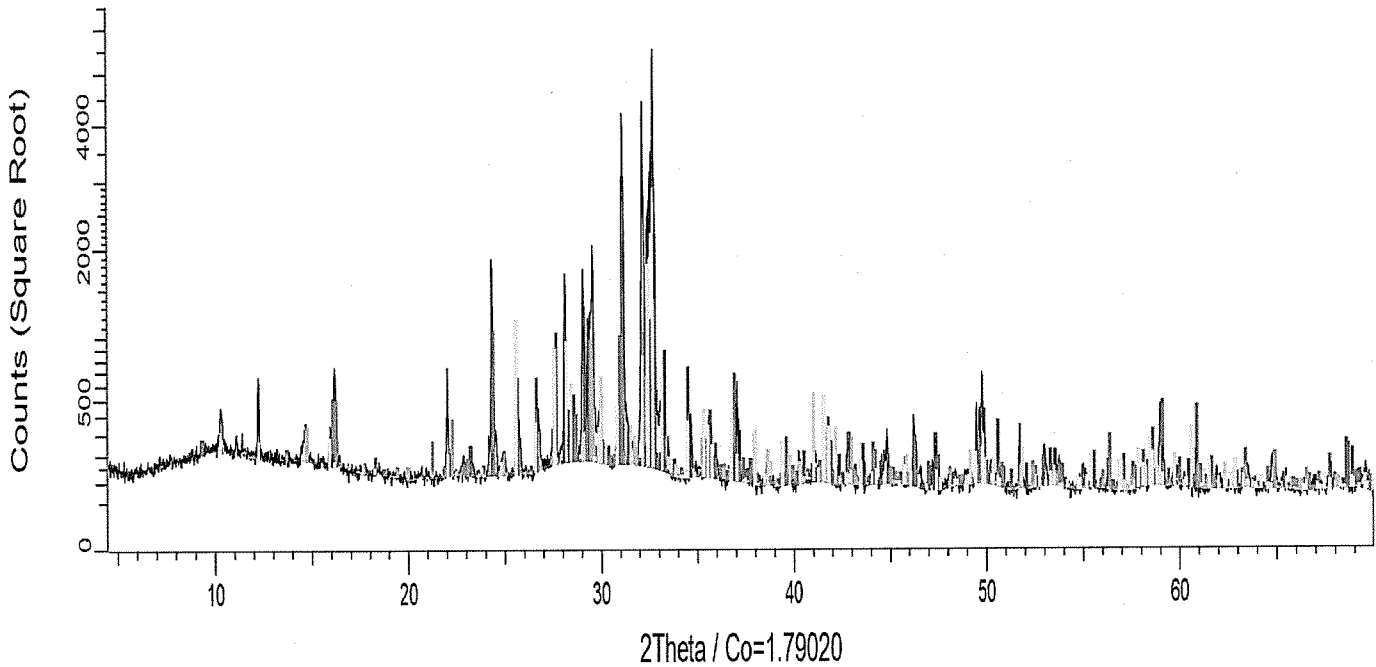
Pattern #	Compound Name	Formula	S-Q
COD 9011422	Oligoclase	Al1.179 Ca0.179 Na0.821 O8 Si2.821	11.44%

COD 2108237	Bytownite	Al1.75 Ca0.75 Na0.25 O8 Si2.25	11.07%
COD 9009665	Albite	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O6 Si2.98	8.95%
COD 9015124	Kaersutite	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.494 Na1.058 O24 Si8	4.84%
COD 9010398	Phlogopite	Fe0.993 H1.442 K Mg2.007 O12 Si3.95	4.80%
COD 1011176	Quartz low	O2 Si	4.30%
COD 2200190	Illite 1M	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 K0.78 Mg0.34 Na0.02 O12 On Si3.35	3.61%
COD 1544551	Berlinite iso	Al O4 P	3.48%
COD 9000851	Akimotoite	Mg O3 Si	3.46%
COD 9016344	Phlogopite	Fe1.1 H0.24 K Mg1.9 O12 Si4	3.30%
COD 9011144	calcium phosphate oxide	Ca4(PO4)2O	2.94%
COD 1011045	Kaolinite 2M	Al2 H4 O9 Si2	2.85%
COD 9015117	Celadonite	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 K0.78 Mg0.56 O12 Si3.68 Ti0.02	2.63%
COD 9000512	Pectolite	Ca1.23 Mn0.77 Na O9 Si3	2.52%
PDF 83-0461	Larnite	Ca2 (Si O4)	2.19%
COD 1537087	sulphur aloha	S8	2.15%
COD 1011184	Thenardite	Na2 O4 S	2.00%
COD 9006550	Berlinite	Al O4 P	1.80%
PDF 34-0177	Ulvospinel, syn	Fe2 Ti O4	1.74%
COD 1526931	Anatase	O2 Ti	1.66%
COD 9001887	Clintonite-1M	Al3.46 Ca Fe0.15 H2 Mg2.19 O12 Si1.2	1.66%
COD 1541653	Maenite, scapolite group	Ca4Al6Si6O24(CO3)	1.55%
COD 5000225	Anatase	Ti O2	1.13%
COD 9016199	Epidote	Al2.09 Ca2 Fe0.91 H O13 Si3	1.12%
COD 9013169	Gypsum	Ca H4 O6 S	1.02%
COD 9016646	Bayerite	Al H3 O3	0.96%
COD 9000165	Graftonite	Ca Fe1.38 Mn0.62 O8 P2	0.96%
COD 9009366	aluminium sodium silicate	Al0.333 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	0.90%
PDF 20-0734	Taramite, potassian	Na2 Ca FeS Al2 Si6 O22 (O H 12	0.84%
COD 9011496	Quartz	O2 Si	0.80%
COD 5910001	Cementite	C Fe3	0.78%
COD 9000019	Cronstedtite	Fe1.4 H1.667 O4.001 Si0.5	0.77%
COD 9012417	Gismondine	Al2 Ca H8 O12 Si2	0.71%
COD 9003330 (d x by)	Sodalite	Al3 Cl Na4 O12 Si3	0.69%
COD 1536469	hydrosodalite	Al6 H16 Mg1.88 Na1.95 O32 S/6	0.63%
COD 9004733	Nikischerite	Al3 Fe6 H42 Na O38 S2	0.43%
COD 9000773	Chloritoid	Al3.64 Fe1.93 Mg0.15 O14 Si2	0.42%
COD 9000167	Forsterite	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	0.42%
COD 9012762	Ferrihydrite	Fe0.39 O0.595	0.36%
COD 9004214	Beusite	Ca1.18 Fe0.9 Mn0.92 O8 P2	0.34%
COD 5000207	Rhodochrosite	C Mn O3	0.32%
COD 9009347	Burkeite	CO.49 Na3 O3.5 Si1.01	0.30%
COD 9000934	Titanomagnetite	Fe2 O4 Ti	0.28%
PDF 89-3434	α-Cristobalite, syn	Si O2	0.17%
COD 1011194	Tenorite	Cu O	0.16%
COD 4002439	Quartz	O2 Si	0.14%
COD 9016028	Ramsdellite	Mn O2	0.14%
COD 9000573	Dolomite	C2 Ca Mg O6	0.11%
COD 5910061	Zinc carbonate	C O3 Zn	0.11%

Color	Pattern #	Compound Name	Formula	S-Q
	COO 9011422	Orthopase	Al1.179 Ca0.179 Na0.821 O8 S2.821	11.44 %
	COO 2108237	Synovite	Al1.75 Ca0.75 Na0.25 O8 S2.25	11.07 %
	COO 9009693	Albite	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 S2.98	8.99 %
	COO 9015124	Kaersutite	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.494 Na1.058 O24 S8	4.84 %
	COO 9010398	Phlogopite	Fe0.993 H1.442 K1Mg2.007 O12 S3.96	4.80 %
	COO 1011178	Quartz low	O2 S	4.30 %
	COO 2300190	Elite 1M	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 K0.78 Mg0.34 Na0.02 O12 Oh S3.35	3.61 %
	COO 1544551	Berlinite iso	Al O4 P	3.48 %
	COO 9000851	Aluminate	Mg O3 S	3.48 %
	COO 9016344	Phlogopite	Fe1.1 H2.24 K1Mg1.5 O12 S4	3.30 %
	COO 9011144	calcium phosphat oxide	Ca4/PO4/2O	2.94 %
	COO 1011045	Kadinite 2M	Al2 H4 O9 S2	2.65 %
	COO 9015417	Caledonite	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 K0.78 Mg0.58 O12 S3.68 Ti0.02	2.63 %
	COO 9000912	Feckerite	Ca1.23 Mn0.77 Na O9 S3	2.52 %
	PDF 83-0451	Larnite	Ca2 (S O4)	2.19 %
	COO 1537087	sulphur alpha	S8	2.15 %
	COO 1011184	Tenarite	Na2 O4 S	2.00 %
	COO 9006550	Berlinite	Al O4 P	1.80 %
	PDF 34-0177	Univasphen, syn	Fe2 Ti O4	1.74 %
	COO 1526531	Anatase	O2 Ti	1.68 %
	COO 9001687	Clinochite-1M	Al3.46 Ca Fe0.15 H2 Mg0.19 O12 S1.2	1.66 %
	COO 1541653	Melanite, scolecite group	Ca4Al5S6O24/C O3	1.55 %
	COO 9000223	Anatase	Ti O2	1.13 %
	COO 9016199	Epidote	Al2.09 Ca2 Fe0.91 H O13 S3	1.12 %
	COO 9013189	Gypsum	Ca H4 O6 S	1.02 %
	COO 9016648	Bayanite	Al H3 O3	0.96 %
	COO 9000165	Grothite	Ca Fe1.38 Mn0.62 O8 P2	0.96 %
	COO 9009366	aluminum sodium silicate	Al2.333 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	0.90 %
	PDF 20-0734	Tenarite, potassium	Na2 Ca Fe5 Al2 S6 O22 /O H 12	0.84 %
	COO 9011498	Quartz	O2 S	0.60 %
	COO 5910001	Cementite	C Fe3	0.78 %
	COO 9000019	Chromite	Fe14 H1.667 O4 O01 S0.5	0.77 %
	COO 9012417	Diamondine	Al2 Ca H6 O12 S2	0.71 %
	COO 9003330 (dx by)	Sodalite	Al3 ClNa4 O12 S3	0.69 %
	COO 1536449	Hydroscapolite	Al8 H18 Mg1.98 Na1.98 O32 S4	0.63 %
	COO 9004733	Nikolschite	Al3 Fe5 H42 Na O38 S2	0.43 %
	COO 9000773	Charnite	Al3.64 Fe1.93 Mg0.15 O14 S2	0.42 %
	COO 9000167	Forsterite	Ca0.004 Fe0.512 Mg1.07 Mn0.012 O4 S	0.42 %
	COO 9012782	Ferrhydrite	Fe0.39 O3.55	0.36 %
	COO 9004214	Besite	Ca1.15 Fe0.9 Mn0.92 O8 P2	0.34 %
	COO 5000207	Rhodochrosite	C Mn O3	0.32 %
	COO 9009347	Burkite	CO49 Na3 O3.5 Si0.1	0.30 %
	COO 9000934	Triammonophenite	Fe2 O4 Ti	0.28 %
	PDF 89-3434	ar-Oniasapelite, syn	S O2	0.17 %
	COO 1011194	Tenarite	Cu O	0.16 %
	COO 4203439	Quartz	O2 S	0.16 %
	COO 9016028	Ramsdellite	Mn O2	0.14 %
	COO 9000573	Dolomite	O2 Ca Mg O6	0.11 %
	COO 5910061	Zinc carbonite	C O3 Zn	0.11 %

Muestra QV-11

%-Crystallinity	55,39
%-Amorphous	44,61



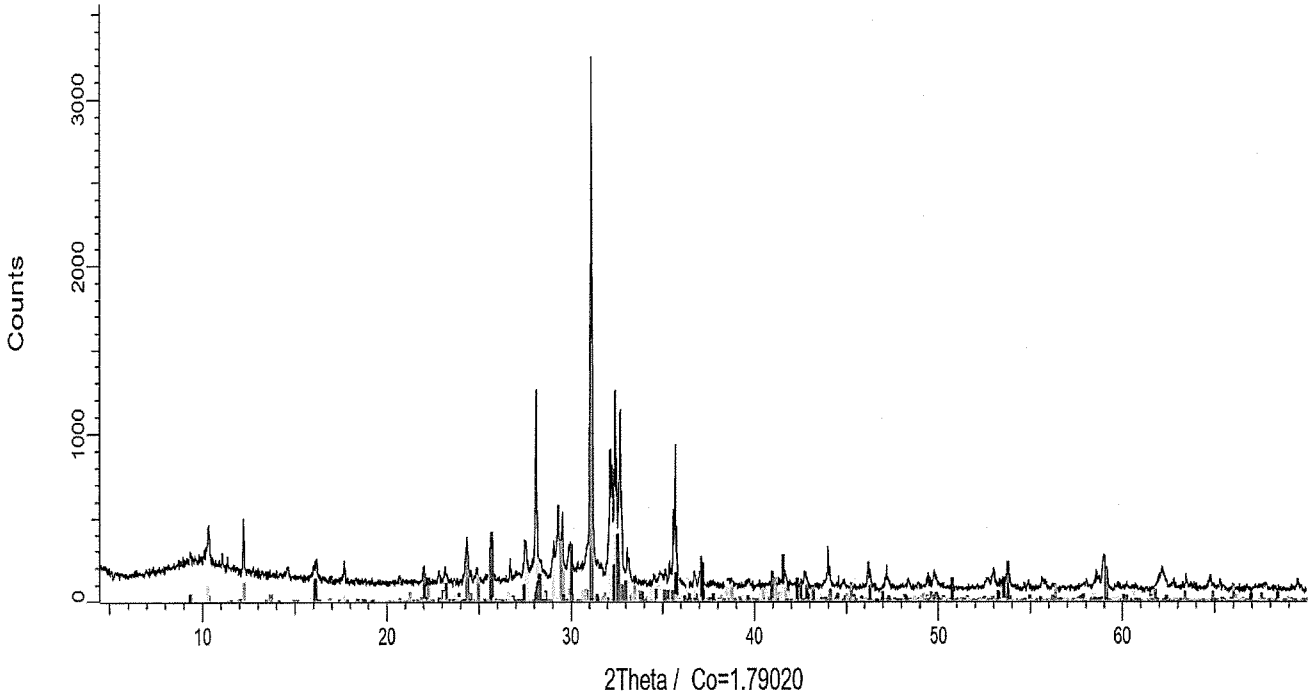
Color	Pattern #	Compound Name	Formula	S-Q
Yellow	PDF 79-1148	Andesine	Na ₄₉₉ Ca ₄₉₁ (Al _{1.488} Si _{12.506} O ₈)	19.10%
Gray	COD 9000749	Labradorite	Al _{0.83} Ca _{0.34} Na _{0.15} O ₄ Si _{1.17}	15.65%

128, 128, 255	COD 9009663	Albite	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 Si2.98	7.64%
Red	COD 1011176	Quartz low	O2 Si	5.55%
Gold	COD 9015124	Keenawite	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.494 Na1.058 O34 Si8	4.13%
192, 0, 192	COD 7300180	Illite 1M	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 K0.78 Mg0.34 Na0.02 O12 On Si3.35	3.08%
Olive	COD 1544551	Berlinite iso	AlO4 P	2.97%
MediumPurple	COD 9016344	Phlogopite	Fe1.1 H0.24 K Mg1.9 O12 Si4	2.51%
Green	COD 9014657	hydroxide-perovskite	H6 Mg O6 Si	2.40%
LightPink	COD 9015417	Celladonite	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 K0.78 Mg0.58 O12 Si3.66 Ti0.02	2.24%
DarkGoldenrod	COD 9014004	Carbon	C	2.21%
Gold	COD 9014701	Vaterite	C Ca O3	2.16%
SpringGreen	COD 9000612	Pectolite	Ca1.23 Mn0.77 Na O9 Si3	2.14%
192, 192, 255	COD 1003083	magnesium chromates	Cr Mg O4	2.04%
DarkMagenta	PDF 89-0461	Larnite	Ca2 (Si O4)	1.87%
Lime	COD 1011184	Thénardite	Na2 O4 S	1.70%
Black	COD 9003550	Berlinite	AlO4 P	1.54%
LightSteelBlue	PDF 34-0177	Ulvospinel, syn	Fe2 Ti O4	1.49%
DodgerBlue	COD 1541653	Meionite, scapolite group	Ca4Al6Si6O24(CO3)	1.32%
DarkKhaki	COD 9012515	Serrabrancaite	H2 Mn O5 P	1.30%
Cyan	COD 5000223	Anatase	Ti O2	0.98%
Magenta	COD 9013169	Gypsum	Ca H4 O6 S	0.87%
DarkOrange	COD 9016546	Baverite	Al H3 O3	0.82%
Cyan	COD 9009366	aluminium sodium silicate	Al0.333 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	0.77%
SpringGreen	PDF 20-0734	Taramite, potassium	Na2 Ca Fe5 Al2 Si6 O22 (OH)2	0.71%
DodgerBlue	COD 9005597	Spinel	Al1.835 Cr0.166 Mg0.991 O4 Zn0.009	0.71%
Crimson	COD 8104312	aluminosilicate keatite	Al H O6 Si2	0.69%
DarkRed	COD 9011496	Quartz	O2 Si	0.68%
Crimson	COD 5910001	Cementite	C Fe3	0.66%
192, 192, 255	COD 9000019	Cronstedtite	Fe1.4 H1.667 O4.001 Si0.5	0.66%
MediumPurple	COD 4124081	uninodal zeolites	O2 Si	0.65%
LightPink	COD 9003330 (d x by)	Sodalite	Al3 Cl Na4 O12 Si3	0.59%
DarkRed	COD 9003395	Pyroxene-ideal	Fe O3 Si	0.54%
DarkCyan	COD 1536469	hydrosodalite	Al6 H16 Mg1.98 Na1.98 O32 Si6	0.53%
192, 0, 192	COD 9004733	Nikischerite	Al3 Fe6 H42 Na O38 S2	0.37%
0, 0, 192	COD 9000773	Chloritoid	Al3.84 Fe1.93 Mg0.15 O14 Si2	0.36%
192, 0, 192	COD 9000167	Forsterite	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	0.36%
Red	COD 1521101	sodalite met.	Al4.002 Mg1.998 O24 P6	0.35%
DarkMagenta	COD 9012762	Ferrihydrite	Fe0.39 O0.595	0.31%
Yellow	COD 9004214	Beusite	Ca1.18 Fe0.9 Mn0.92 O8 P2	0.29%
Black	COD 2311042	Sodium Chloride	Cl Na	0.27%
Blue	COD 5000207	Rhodochrosite	C Mn O3	0.27%
0, 0, 192	COD 9000934	Titanomagnetite	Fe2 O4 Ti	0.24%
Olive	COD 1010940	Chalcopyrite	Cu Fe S2	0.17%
Magenta	PDF 89-3434	α-Cristoballite, syn	Si O2	0.15%
LightSteelBlue	COD 1011194	Tenorite	Cu O	0.14%
128, 128, 255	COD 4002499	Quartz	O2 Si	0.13%
Blue	COD 9016028	Ramsdellite	Mn O2	0.12%
Lime	COD 9000573	Dolomite	C2 Ca Mg O6	0.09%
DarkGoldenrod	COD 5910061	Zinc carbonate	C O3 Zn	0.09%
DarkOrange	COD 1539120	Zinc sulfate	O4 S Zn	0.05%

Color	Petition #	Compound Name	Formula	S-O
	PDF 75-1143	Andesine	Na ₄ 99 Ca ₄ 91 (Al ₁ 488 Si ₂ 506 O ₈)	19.10 %
	COO 9000749	Labradorite	Al ₀ 63 Ca ₀ 34 Na ₀ 15 O ₄ Si ₁ 17	18.68 %
	COO 9009663	Albite	Al ₁ 02 Ca ₀ 02 Na ₀ 98 O ₈ Si ₂ 99	7.64 %
	COO 1011176	Quartz low	O ₂ Si	5.55 %
	COO 9015124	Keersuite	Ca ₁ 784 Fe ₁ 72 K ₀ 1 Mg ₃ 454 Na ₁ 058 O ₂₄ S ₆	4.13 %
	COO 2300190	Ilite 1M	Al ₂ 34 Ca ₀ 02 Fe ₀ 02 H ₄ K ₀ 78 Mg ₀ 34 Na ₀ 02 O ₁₂ On Si ₃ 35	3.08 %
	COO 1544551	Berlinite iso	Al ₁ O ₄ P	2.97 %
	COO 9016344	Phlogopite	Fe ₁ 1 H ₀ 24 K ₁ Mg ₁ 9 O ₁₂ Si ₄	2.61 %
	COO 9014557	hydroxide-perovskite	H ₈ Mg ₀ 6 Si	2.40 %
	COO 9015417	Celsdonite	Al ₀ 42 Ca ₀ 04 Fe ₁ 3 H ₂ K ₀ 78 Mg ₀ 58 O ₁₂ S ₃ 66 Ti ₀ 02	2.24 %
	COO 9014004	Carbon	C	2.21 %
	COO 9014701	Varanite	CCaO ₃	2.16 %
	COO 9000812	Reckonite	Ca ₁ 23 Mn ₀ 77 NaO ₉ Si ₃	2.14 %
	COO 1008063	magnesium chromates	CrMgO ₄	2.04 %
	PDF 83-0481	Larnite	(Ca ₂ (Si ₂ O ₄)	1.67 %
	COO 1011184	Therandite	(Na ₂ O ₄ S	1.70 %
	COO 9006550	Berlinite	Al ₁ O ₄ P	1.54 %
	PDF 34-0177	Ulivexine, syn	Fe ₂ Ti O ₄	1.49 %
	COO 1541653	Melanite, scapolite group	Ca ₂ Al ₆ Si ₆ O ₂₄ CO ₃	1.32 %
	COO 9012515	Serranite	H ₂ Mn O ₆ P	1.30 %
	COO 5000223	Anatase	TiO ₂	0.96 %
	COO 9013185	Gypsum	Ca H ₄ O ₆ S	0.87 %
	COO 9016646	Seydite	Al ₁ H ₃ O ₃	0.82 %
	COO 9006366	aluminum sodium silicate	Al ₀ 333 H ₀ 167 Na ₀ 167 O ₂ Si ₀ 667	0.77 %
	PDF 20-0734	Tennantite, potassium	Na ₂ Ca Fe ₅ Al ₂ S ₆ O ₂₂ (OH) ₁₂	0.71 %
	COO 9005597	Salmel	Al ₁ 635 Ca ₀ 168 Mg ₀ 951 O ₄ Zn ₀ 006	0.71 %
	COO 8104312	aluminosilicate keatite	Al ₁ H O ₆ Si ₂	0.69 %
	COO 9011496	Quartz	O ₂ Si	0.68 %
	COO 5910001	Cementite	C Fe ₃	0.66 %
	COO 9000019	Chromite	Fe ₁ 4 H ₁ 667 O ₄ 001 S ₀ 5	0.66 %
	COO 4124061	unhedral zedrites	O ₂ Si	0.65 %
	COO 9003330 (dxby)	Sodalite	Al ₃ Cl Na ₄ O ₁₂ Si ₃	0.59 %
	COO 9003353	Pyroxene-ideal	Fe O ₃ Si	0.54 %
	COO 1536469	hydroxalbite	Al ₆ H ₁₆ Mg ₁ 68 Na ₁ 98 O ₃₂ S ₆	0.53 %
	COO 9004733	Nikolschite	Al ₃ Fe ₆ H ₄₂ Na O ₃₆ S ₂	0.37 %
	COO 9000773	Chloritoid	Al ₃ 64 Fe ₁ 53 Mg ₀ 15 O ₁₄ Si ₂	0.36 %
	COO 9000167	Forsterite	Ca ₀ 004 Fe ₀ 912 Mg ₁ 07 Mn ₀ 012 O ₄ S ₁	0.36 %
	COO 1521101	sodalite mar	Al ₄ 002 Mg ₁ 998 O ₂₄ P ₆	0.35 %
	COO 9012762	Ferrihydrite	Fe ₀ 39 CO ₀ 55	0.31 %
	COO 9004214	Beusite	Ca ₁ 16 Fe ₀ 9 Mn ₀ 52 O ₆ P ₂	0.29 %
	COO 2311042	Sodium Chloride	ClNa	0.27 %
	COO 5000207	Rhodonite	CMnO ₃	0.27 %
	COO 9000334	Titanomagnite	Fe ₂ O ₄ Ti	0.24 %
	COO 1010940	Chalcocynite	Cu Fe S ₂	0.17 %
	PDF 89-3434	α-Chalcocite, syn	Si O ₂	0.15 %
	COO 1011194	Tenonite	Cu O	0.14 %
	COO 4002439	Quartz	O ₂ Si	0.13 %
	COO 9016028	Ramsdellite	Mn O ₂	0.12 %
	COO 9000573	Colomite	CO ₂ Ca Mg O ₆	0.09 %
	COO 5910061	Zinc carbonate	CO ₃ Zn	0.09 %
	COO 1539120	Zinc sulfide	O ₄ S Zn	0.05 %

Muestra QV-BC-E2

%-Crystallinity	50,39
%-Amorphous	49,61



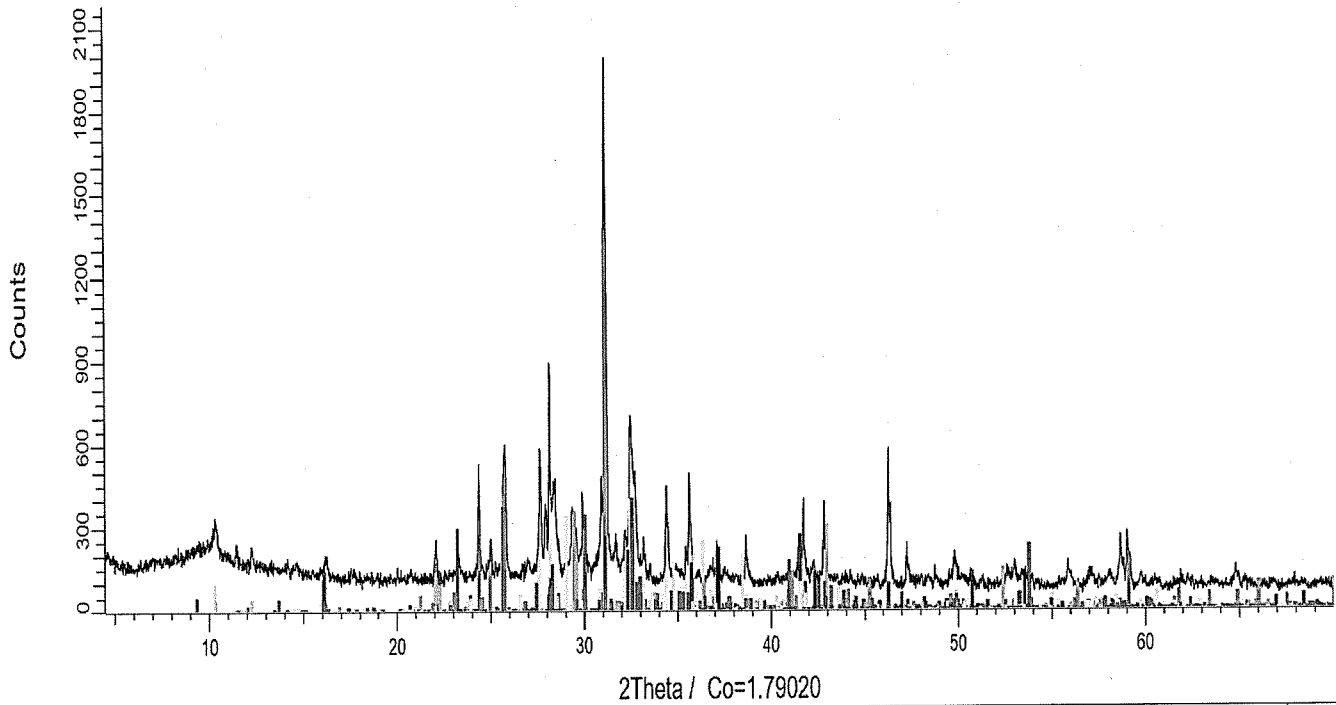
Color	Pattern #	Compound Name	Formula	S-Q
Green	COD 9009663	Albite	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 Si2.98	21,51

Cyan	COD 9009366	aluminium sodium silicate	Al0.333 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	0,67
Crimson	COD 8104312	aluminosilicate keatite	Al H O6 Si2	1,37
Cyan	COD 5000223	Anatase	Ti O2	0,89
Yellow	PDF 79-1148	Andesine	Na.499 Ca.491 (Al1.488 Si2.506 O8)	9,58
DarkOrange	COD 9016646	Bayerite	Al H3 O3	1,44
Black	COD 9006550	Berlinite	Al O4 P	0,64
Olive	COD 1544551	Berlinite Iso	Al O4 P	3,63
Yellow	COD 9004214	Beusite	Ca1.18 Fe0.9 Mn0.92 O8 P2	1,79
DarkGoldenrod	COD 9014004	Carbon	C	1,32
LightPink	COD 9015417	Celadonite	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 K0.78 Mg0.58 O12 Si3.68 Ti0.02	4,53
Crimson	COD 5910001	Cementite	C Fe3	0,6
Olive	COD 1010940	Chalcopyrite	Cu Fe S2	0,1
0, 0, 192	COD 9000773	Chloritoid	Al3.84 Fe1.93 Mg0.15 O14 Si2	0,69
192, 192, 255	COD 9000019	Cronstedtite	Fe1.4 H1.667 O4.001 Si0.5	0,62
Lime	COD 9000573	Dolomite	C2 Ca Mg O6	0,46
DarkMagenta	COD 9012762	Ferrihydrite	Fe0.39 O0.595	1,81
Magenta	COD 9013169	Gypsum	Ca H4 O6 S	1,73
192, 0, 192	COD 2300190	Illite 1M	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 K0.78 Mg0.34 Na0.02 O12 On Si3.35	8,58
DarkKhaki	COD 9015124	Kaersutite	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.494 Na1.058 O24 Si8	4,06
DarkMagenta	PDF 83-0461	Larnite	Ca2 (Si O4)	2,05
DodgerBlue	COD 1541653	Melonite, scapolite group	Ca4Al6Si6O24(CO3)	3,72
192, 0, 192	COD 9004733	Nikischerite	Al3 Fe6 H42 Na O38 S2	0,51
Gold	PDF 53-0899	Obertlite	Na3 (Mg3 Fe +3 Ti +4) Si8 O22 O2	2,68
SpringGreen	COD 9000612	Pectolite	Ca1.23 Mn0.77 Na O9 Si3	2,6
DarkRed	COD 9003393	Pyroxene-ideal	Fe O3 Si	2,44
DarkRed	COD 9011496	Quartz	O2 Si	1,49
Red	COD 1011176	Quartz low	O2 Si	5,43
Blue	COD 9016028	Ramsdellite	Mn O2	0,83
Blue	COD 5000207	Rhodochrosite	C Mn O3	1,36
192, 192, 255	COD 9009130	Scacchite	Cl2 Mn	0,33
DarkKhaki	COD 9012515	Serrabrancaite	H2 Mn O5 P	0,99
LightPink	COD 9003330 (d x by)	Sodalite	Al3 Cl Na4 O12 Si3	0,82
Red	COD 1521101	sodalite met.	Al4.002 Mg1.998 O24 P6	0,29
Black	COD 2311042	Sodium Chloride	Cl Na	0,6
DodgerBlue	COD 9005597	Spinel	Al1.835 Cr0.166 Mg0.991 O4 Zn0.009	0,3
SpringGreen	PDF 20-0734	Taramite, potassian	Na2 Ca Fe5 Al2 Si6 O22 (O H)2	1,75
LightSteelBlue	COD 1011194	Tenorite	Cu O	0,5
Lime	COD 1011184	Thenardite	Na2 O4 S	1,99
0, 0, 192	COD 9000934	Titanomagnetite	Fe2 O4 Ti	0,3
LightSteelBlue	PDF 34-0177	Ulvospinel, syn	Fe2 Ti O4	1,96
DarkGoldenrod	COD 5910061	Zinc carbonate	C O3 Zn	0,09
DarkOrange	COD 1539120	Zinc sulfate	O4 S Zn	0,18
Magenta	PDF 89-3434	α-Cristobalite, syn	Si O2	0,76

Color	Pattern #	Compound Name	Formula	S-O
	COD 9009963	Albite	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 Si2.98	21.51 %
	COD 9009365	aluminum sodium silicate	Al0.333 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	0.67 %
	COD 8104312	aluminosilicate keatite	Al H O6 Si2	1.37 %
	COD 5000223	Anatase	TiO2	0.69 %
	PDF 79-1148	Andesine	Na.459 Ca.491 (Al1.488 Si2.505 O8)	9.56 %
	COD 9016546	Baverite	Al H3 O3	1.44 %
	COD 9005550	Berlinite	Al O4 P	0.64 %
	COD 1544551	Berlinite iso	Al O4 P	0.63 %
	COD 9004214	Beusite	Ca1.18 Fe0.9 Mn0.92 O8 P2	1.79 %
	COD 9014004	Carbon	C	1.32 %
	COD 9015417	Caladonite	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 K0.78 Mn0.53 O12 Si3.65 Ti0.02	4.53 %
	COD 5910001	Cementite	C Fe3	0.60 %
	COD 1010940	Chalcocopyrite	Cu FeS2	0.10 %
	COD 9000773	Chloritoid	Al3.84 Fe1.93 Mn0.15 O14 Si2	0.69 %
	COD 9000019	Cronstedtite	Fe1.4 H1.667 O4.001 Si0.5	0.62 %
	COD 9000573	Dolomite	O2 Ca Mg O6	0.46 %
	COD 9012762	Ferrihydrite	Fe0.39 O0.595	1.81 %
	COD 9013169	Gypsum	Ca H4 O6 S	1.73 %
	COD 2300190	Ilite 1M	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 K0.78 Mn0.34 Na0.02 O12 On Si3.35	6.56 %
	COD 9015124	Kaersutite	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mn3.494 Na1.058 O24 Si8	4.06 %
	PDF 83-0461	Larntite	Ca2 (Si O4)	2.05 %
	COD 1541653	Meionite scapolite group	Ca4 Al58.6 O24 (CO3)	3.72 %
	COD 9004733	Nikischerite	Al3 Fe6 H42 Na O38 S2	0.51 %
	PDF 53-0699	Oberite	Na3 (Mn3 Fe +3 Ti +4) Si8 O22 O2	2.68 %
	COD 9000612	Pectolite	Ca1.23 Mn0.77 Na O9 Si3	2.60 %
	COD 9003393	Pyroxene-ideal	Fe O3 Si	2.44 %
	COD 9011466	Quartz	O2 Si	1.49 %
	COD 1011176	Quartz low	O2 Si	5.43 %
	COD 9016028	Ramsdellite	Mn O2	0.83 %
	COD 9000207	Rhodochrosite	C Mn O3	1.36 %
	COD 9009130	Stacchite	Cl2 Mn	0.93 %
	COD 9012515	Sarrabrancaite	H2 Mn O5 P	0.99 %
	COD 9003330 (dx b v)	Sodalite	Al3 Cl Na4 O12 Si3	0.82 %
	COD 1521101	sodalite met	Al4.002 Mn1.998 O24 P6	0.29 %
	COD 2311042	Sodium Chloride	Cl Na	0.60 %
	COD 9005597	Spinel	Al1.835 Cr0.166 Mn0.991 O4 Zn0.009	0.30 %
	PDF 20-0734	Taramite potassium	Na2 Ca Fe5 Al2 Si6 O22 (OH)2	1.75 %
	COD 1011194	Tenorite	Cu O	0.50 %
	COD 1011184	Thenardite	Na2 O4 S	1.59 %
	COD 9000934	Titanomagnetite	Fe2 O4 Ti	0.30 %
	PDF 34-0177	Ulvo spinel syn	Fe2 Ti O4	1.56 %
	COD 5910061	Zinc carbonate	C O3 Zn	0.09 %
	COD 1539120	Zinc sulfate	O4 S Zn	0.18 %
	PDF 89-2424	α-Cristobalite, syn	Si O2	0.76 %

Muestra QV-BC-E3

%-Crystallinity	49,39
%-Amorphous	50,61



Color	Pattern #	Compound Name	Formula	S-Q
Green	COD 9009663	Albite	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 Si2.98	21,13

Yellow	PDF 79-1148	Andesine	Na.499 Ca.491 (Al1.488 Si2.506 O8)	9.41
192, 0, 192	COD 2300190	Ilite 1M	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 K0.78 Mg0.34 Na0.02 O12 On Si3.35	8.43
Red	COD 1011176	Quartz low	O2 Si	5.33
LightPink	COD 9015417	Celadonite	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 K0.78 Mg0.58 O12 Si3.68 Ti0.02	4.45
Gold	COD 9015124	Kaersutite	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.494 Na1.058 O24 Si8	4.15
DodgerBlue	COD 1541653	Melonite, scapolite group	Ca4Al6Si6O24(CO3)	3.65
Olive	COD 1544551	Berlinite iso	Al O4 P	3.56
Yellow	COD 9004214	Beusite	Ca1.18 Fe0.9 Mn0.92 O8 P2	3.07
SpringGreen	COD 9000612	Pectolite	Ca1.23 Mn0.77 Na O9 Si3	2.55
DodgerBlue	COD 9005597	Spinel	Al1.835 Cr0.166 Mg0.991 O4 Zn0.009	2.46
DarkRed	COD 9003393	Pyroxene-ideal	Fe O3 Si	2.4
DarkMagenta	PDF 83-0461	Larnite	Ca2 (Si O4)	2.02
Lime	COD 1011184	Thenardite	Na2 O4 S	1.96
LightSteelBlue	PDF 34-0177	Ulvospinel, syn	Fe2 Ti O4	1.92
0, 0, 192	COD 9000773	Chloritoid	Al3.84 Fe1.93 Mg0.15 O14 Si2	1.79
DarkMagenta	COD 9012762	Ferrihydrite	Fe0.39 O0.595	1.78
SpringGreen	PDF 20-0734	Taramite, potassian	Na2 Ca Fe5 Al2 Si6 O22 (O H)2	1.72
Magenta	COD 9013169	Gypsum	Ca H4 O6 S	1.69
DarkRed	COD 9011496	Quartz	O2 Si	1.46
DarkOrange	COD 9016646	Bayerite	Al H3 O3	1.41
Crimson	COD 8104312	aluminosilicate keatite	Al H O6 Si2	1.35
Blue	COD 5000207	Rhodochrosite	C Mn O3	1.33
DarkGoldenrod	COD 9014004	Carbon	C	1.3
DarkKhaki	COD 9012515	Serrabrancaite	H2 Mn O5 P	0.97
Cyan	COD 5000223	Anatase	Ti O2	0.88
Blue	COD 9016028	Ramsdellite	Mn O2	0.81
LightPink	COD 9003330 (d x by)	Sodalite	Al3 Cl Na4 O12 Si3	0.8
Magenta	PDF 89-3434	α-Cristobalite, syn	Si O2	0.74
Cyan	COD 9009366	aluminium sodium silicate	Al0.333 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	0.66
Black	COD 9006550	Berlinite	Al O4 P	0.63
192, 192, 255	COD 9000019	Cronstedtite	Fe1.4 H1.667 O4.001 Si0.5	0.61
Crimson	COD 5910001	Cementite	C Fe3	0.59
Black	COD 2311042	Sodium Chloride	Cl Na	0.59
192, 0, 192	COD 9004733	Nikischerite	Al3 Fe6 H42 Na O38 S2	0.5
LightSteelBlue	COD 1011194	Tenorite	Cu O	0.49
Lime	COD 9000573	Dolomite	C2 Ca Mg O6	0.45
0, 0, 192	COD 9000934	Titanomagnetite	Fe2 O4 Ti	0.29
Red	COD 1521101	sodalite met.	Al4.002 Mg1.998 O24 P6	0.28
DarkOrange	COD 1539120	Zinc sulfate	O4 S Zn	0.18
Olive	COD 1010940	Chalcopyrite	Cu Fe S2	0.1
DarkGoldenrod	COD 5910061	Zinc carbonate	C O3 Zn	0.09

Color	Pattern #	Compound Name	Formula	S-Q
	COD 9009553	Albite	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 Si2.58	21.13%
	PDF 78-1148	Andesine	Na4.99 Ca4.91 / Al1.488 Si2.506 O8.1	9.41%
	COD 2300150	Wile 1M	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 K0.78 Mg0.34 Na0.02 O12 On Si3.35	8.43%
	COD 1011176	Quartz low	O2 Si	5.33%
	COD 9015417	Celadonite	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 K0.78 Mg0.58 O12 Si3.68 Ti0.02	4.45%
	COD 9015124	Kaersutite	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.484 Na1.055 O24 Si8	4.15%
	COD 1541653	Malonite, scapolite group	Ca4Al6S6O24(CO3)	3.65%
	COD 1544551	Berlinite iso	AlO4 P	3.56%
	COD 9004214	Beusite	Ca1.18 Fe0.9 Mn0.92 O8 P2	3.07%
	COD 9003612	Pectolite	Ca1.23 Mn0.77 Na O8 Si3	2.55%
	COD 9005597	Spinel	Al1.835 Cr0.166 Mg0.991 O4 Zn0.009	2.46%
	COD 9003393	Pyroxene-ideal	Fe O3 Si	2.40%
	PDF 83-0451	Larnite	Ca2 (SiO4)	2.02%
	COD 1011184	Thénardite	Na2 O4 S	1.96%
	PDF 34-0177	Ulvospinel syn	Fe2 TiO4	1.92%
	COD 9000773	Chlorotoid	Al3.84 Fe1.93 Mg0.15 O14 Si2	1.79%
	COD 9012752	Ferrhydrite	Fe0.39 O0.555	1.78%
	PDF 22-0734	Taramite, potassian	Na2 CaFe3 Al2 S6 O22 / OH 12	1.72%
	COD 9013169	Gypsum	Ca H4 O6 S	1.69%
	COD 9011455	Quartz	O2 Si	1.46%
	COD 9016646	Bavente	AlH3 O3	1.41%
	COD 8104312	aluminosilicate keatite	AlH O6 Si2	1.35%
	COD 5000207	Rhodochrosite	C MnO3	1.33%
	COD 9014004	Carbon	C	1.30%
	COD 9012515	Serrabrançate	H2 Mn O5 P	0.97%
	COD 5000223	Anatase	TiO2	0.88%
	COD 9016028	Ramsdellite	Mn O2	0.81%
	COD 9003330 (dx by)	Sodalite	Al3 ClNa4 O12 Si3	0.80%
	PDF 83-3434	α-Cristobalite syn	SiO2	0.74%
	COD 9009355	aluminum sodium silicate	Al0.333 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	0.66%
	COD 9006550	Berlinite	AlO4 P	0.63%
	COD 9000019	Cronstedtine	Fe1.4 H1.667 O4 O01 Si0.5	0.61%
	COD 5910001	Cementine	C Fe3	0.59%
	COD 2311042	Sodium Chloride	ClNa	0.59%
	COD 9004733	Nikischite	Al3 Fe6 H42 Na O36 S2	0.50%
	COD 1011184	Tenorite	Cu O	0.49%
	COD 9000573	Dolomite	C2 Ca Mg O5	0.45%
	COD 9000634	Titanomagnetite	Fe2 O4 Ti	0.29%
	COD 1521101	sodalikemet.	Al4.002 Mg1.998 O24 P6	0.28%
	COD 1539120	Zinc sulfate	O4 S Zn	0.18%
	COD 1010940	Chalcopyrite	Cu Fe S2	0.10%
	COD 5910051	Zinc carbonate	C O3 Zn	0.09%

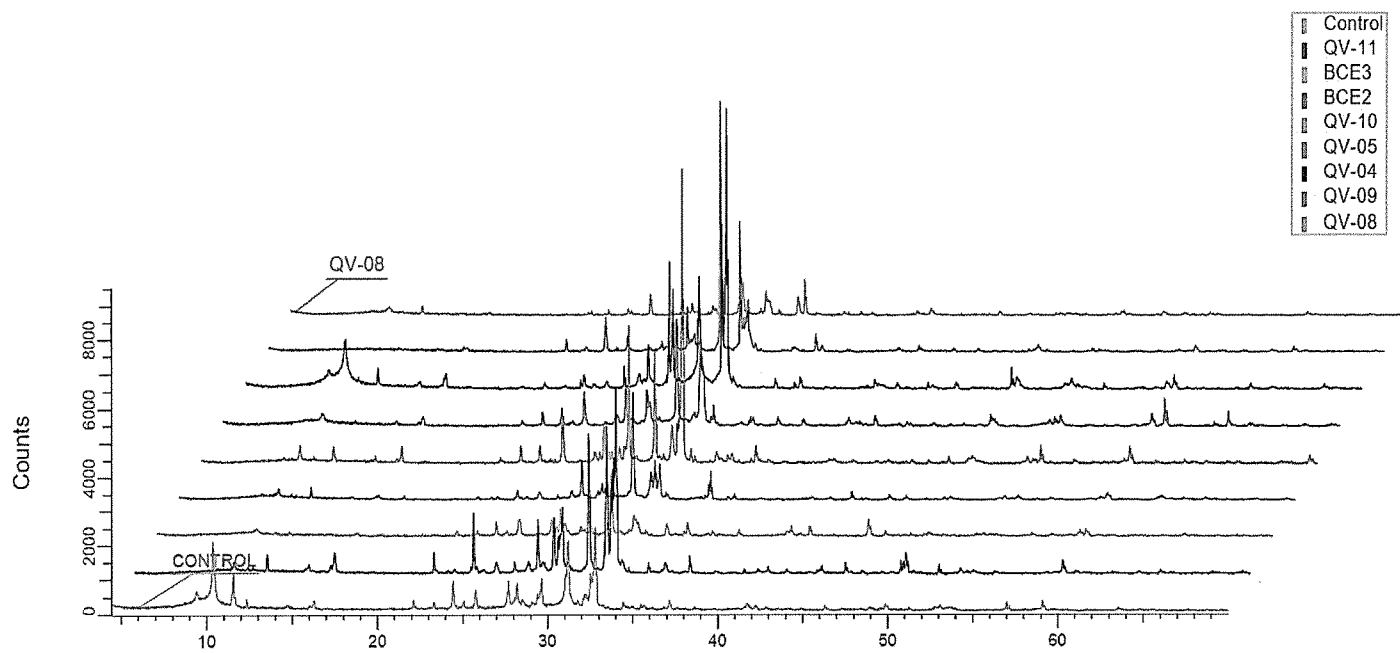


Tabla 6. Resultados del análisis de difracción de Rayos x (DRX) normalizados a las fases cristalinas de las muestras superficiales del fondo marino de la Bahía de Quintero-Ventana.

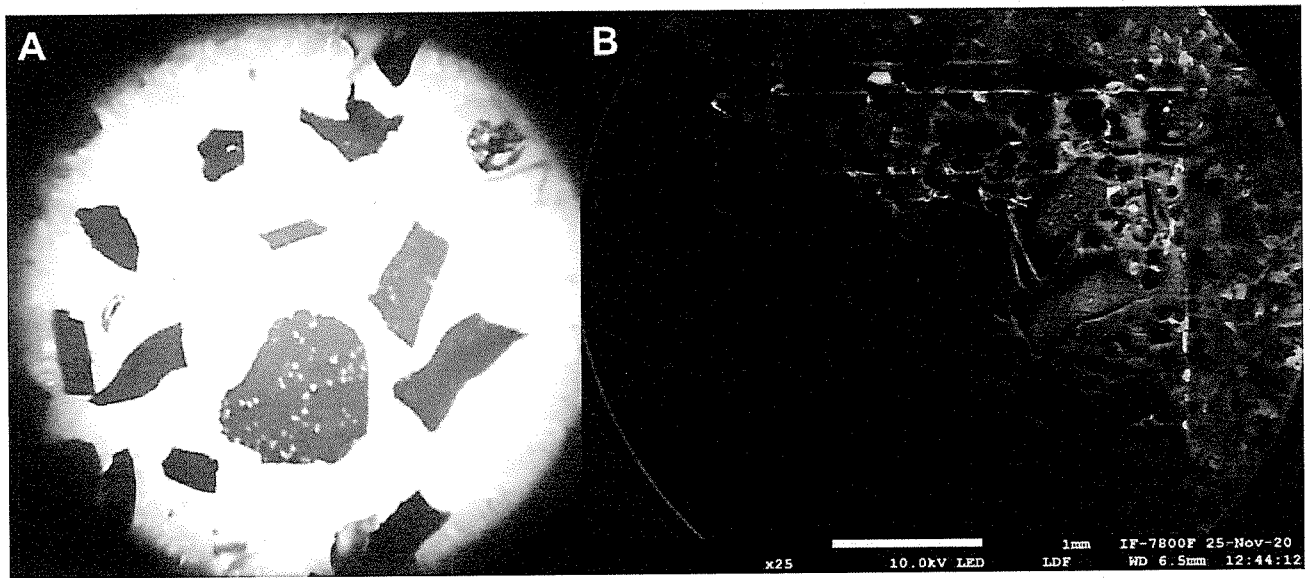
Mineral	Grupo mineral	Formula	Pattern #	CONTROL	QV_04	QV_05	QV_08	QV_09	QV_10	QV_11	BCE2	BCE3
Anatase nanocrystalline	oxide	O2 Ti	COD 1526931	1,11	2,24	0	0	0	1,66	0	0	0
Akimotoite	oxide silicate	Mg O3 Si	COD 9000851	0	0	0	0	0	3,46	0	0	0
Albite	Feldespatos Na	Al Na O8 Si3	COD 9002203	14,52	0	0	0	0	0	0	0	0
Albite, calcian	Feldespatos Ca	Al1.02 Ca0.02 Na0.98 O8 Si2.98	COD 9009663	12,33	0	0	15,64	21,85	8,96	7,64	21,51	21,13
Albite, calcian, ordered	Feldespatos Ca	(Na , Ca) Al (Si , Al)3 O8	PDF 41-1480	0	18,8	37,31	11,45	0	0	0	0	0
Albite, disordered	Feldespatos Na	Na (Si3 Al) O8	PDF 10-0393	0	16,63	0	0	0	0	0	0	0
aluminium sodium silicate	Aluminosilicates Na	Al0.333 H0.167 Na0.167 O2 Si0.667	COD 9009366	0	0	0	0,55	0,77	0,9	0,77	0,67	0,66
aluminosilicate keatite	silice	Al H O6 Si2	COD 8104312	0	0	0	0	0	0	0,69	1,37	1,35
Anatase	oxidos	Ti O2	COD 5000223	0	0	0	0,69	0,97	1,13	0,98	0,89	0,88
Anatase	oxidos	O2 Ti	COD 9009086	0,59	0,85	3,61	0	0	0	0	0	0
Andesine	Feldespatos Ca	Na.499 Ca.491 (Al1.488 Si2.506 O8)	PDF 79-1148	0	0	0	0	0	0	19,1	9,58	9,41
Anhydrite	opaco/ yeso	Ca (S O4)	PDF 86-2270	1,72	2,8	0	0	0	0	0	0	0
Annite	mica blanca	Al3.448 Fe3 K0.99 Na0.01 O12 Si2.552	COD 9002315	0	0,34	0	0	0	0	0	0	0
Annite	mica blanca	Al1.28 Fe1.41 K0.93 Mg1.02 Na0.07 O12 Si2.72 Ti0.46	COD 9010178	1,28	2,78	2,39	0	0	0	0	0	0
Augite, aluminian	piroxeno	Ca (Mg , Fe , Al) (Si , Al)2 O6	PDF 41-1483	0	1,88	3,73	0,85	0	0	0	0	0
Bayerite	oxide	Al H3 O3	COD 9016646	0	0	0	0,59	0,82	0,96	0,82	1,44	1,41
Berlinite	fosfatos	Al O4 P	COD 9006550	0	0	0	1,1	1,53	1,8	1,54	0,64	0,63
Berlinite iso	fosfatos	Al O4 P	COD 1544551	0	0	0	2,12	2,96	3,48	2,97	3,63	3,56
Beusite	fosfatos	Ca1.18 Fe0.9 Mn0.92 O8 P2	COD 9004214	0	0	0	0	0,29	0,34	0,29	1,79	3,07
Biotite	mica blanca	Al1.207 Fe0.4 K1.906 Mg0.512 Mn0.007 Na0.034 O12 Si2.808 Ti0.067	COD 9001582	1,59	1,1	0	0	0	0	0	0	0
Brookite	oxide	O2 Ti	COD 9004137	0	0	0	1,06	0	0	0	0	0
Burkeite	evaporite saline	C0.49 Na3 O3.5 Si1.01	COD 9009347	0	0	0	0	0,25	0,3	0	0	0
Bytownite	Feldespatos Ca	Al1.75 Ca0.75 Na0.25 O8 Si2.25	COD 2108237	0	0	0	0	0	11,07	0	0	0
Bytownite	Feldespatos Ca	Al0.92 Ca0.43 Na0.07 O4 Si1.08	COD 9011200	0	0	0	0	5,07	0	0	0	0
Calcite	carbonatos	C Ca O3	COD 9016706	0	0	0	3,83	0	0	0	0	0
Calcium Aluminum Oxide Sulfide	opacos	Ca8 (Al12 O24) S2	PDF 79-2329	0,79	1,91	0	0	0	0	0	0	0
Calcium Aluminum Silicate	otro silicato	Al3 Ca0.5 Si3 O11	PDF 46-0744	1,74	2,84	5,63	0	0	0	0	0	0
calcium peroxide	peroxido	Ca O2	COD 1530292	0	0	0	0	0,22	0	0	0	0
calcium phosphate oxide	fosfato/oxido	Ca4(PO4)2O	COD 9011144	0	0	0	0	0	2,94	0	0	0
Cancrinite	Feldespatos Na/Ca	C Al3 Ca Na3 O15 Si3	COD 1010549	0	0,65	1,29	0	0	0	0	0	0
Carbon / grafito	carbon minerals	C	COD 9014004	2,29	0,58	1,14	0	0	0	2,21	1,32	1,3
Carbon	carbon minerals	C60	PDF 44-0558	0	0,63	1,24	0	0	0	0	0	0
Celadonite	mica verde	Al0.42 Ca0.04 Fe1.3 H2 K0.78 Mg0.58 O12 Si3.68 Ti0.02	COD 9015417	0	0	0	1,6	2,24	2,63	2,24	4,53	4,45
Cementite	carburo	C Fe3	COD 5910001	0	0	2,08	0,47	0,66	0,78	0,66	0,6	0,59
Chalcopryite	sulfuro	Cu Fe S2	COD 1010940	0	0	0	0	0	0	0,17	0,1	0,1
Chloritoid	clorita	Al3.84 Fe1.93 Mg0.15 O14 Si2	COD 9000773	0	0	0	0	0,36	0,42	0,36	0,69	1,79
Clintonite 1M	mica blanca	Al3.46 Ca Fe0.15 H2 Mg2.19 O12 Si1.2	COD 9001887	0	0	0	0	1,41	1,66	0	0	0
Copper Zinc	otros	Cu0.70 Zn2	PDF 65-1873	0	0,36	0,72	0	0	0	0	0	0
Cordierite	Aluminosilicates Fe / Mg	2 Mg O -2 Al2 O3 -5 Si O2	PDF 02-0646	3,69	0	0	0	0	0	0	0	0
Cristobalite	silice	O2 Si	COD 9016249	1,27	1,64	0	0	0	0	0	0	0
Cristobalite, β	silice	Si O2	PDF 89-3435	0,38	0	0	0	0	0	0	0	0
Cronstedtite	serpentina	Fe1.4 H1.667 O4.001 Si0.5	COD 9000019	0	0	0	0,47	0,66	0,77	0,66	0,62	0,61
Diopside-ferrian	piroxeno	Ca Fe0.194 Mg0.906 O6 Si1.9	COD 9005336	0	0	0	5,15	0	0	0	0	0
Dolomite	carbonatos	C2 Ca Mg O6	COD 9000573	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,09	0,46	0,45
Epidote	Aluminosilicates Fe / Ca	Al2.09 Ca2 Fe0.91 H O13 Si3	COD 9016199	0	0	0	0	0	1,12	0	0	0
Fayalite	olivine	Fe1.1 Mg0.75 Mn0.15 O4 Si	COD 9016212	0	1,52	0	0	0	0	0	0	0

Ferrihydrite	oxide	Fe0.39 O0.595	COD 9012762	0	0	0	0,72	0,31	0,36	0,31	1,81	1,78
Forsterite	olivine	Ca0.004 Fe0.912 Mg1.07 Mn0.012 O4 Si	COD 9000167	0,35	0,56	1,12	0,25	0,36	0,42	0,36	0	0
Gismondine	zeolite	Al2 Ca H8 O12 Si2	COD 9012417	0	0	0	0,43	0,61	0,71	0	0	0
Graftonite	fosfato	Ca Fe1.38 Mn0.62 O8 P2	COD 9000165	0	0	0	3,32	0	0,96	0	0	0
Gypsum	opaco/ yeso	Ca H4 O6 S	COD 9013169	0	0	0	0,62	0,87	1,02	0,87	1,73	1,69
Heulandite-Ca	zeolite	Al4,446 Ca1.848 H12.38 K0.06 Na0.65 O48.38 Si13.554	COD 9001616	5,45	0	0	0	0	0	0	0	0
hydrosodalite	zeolite	Al6 H16 Mg1.98 Na1.98 O32 Si6	COD 1536469	0	0	0	0	0	0,63	0,53	0	0
hydroxide-perovskite	peroskite	H6 Mg O6 Si	COD 9014857	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0
Illite	arcilla	Al2 H2 K O12 Si4	COD 9013718	0	0	0	3,65	0	0	0	0	0
Illite 1M	arcilla	Al2.34 Ca0.02 Fe0.02 H4 K0.78 Mg0.34 Na0.02 O12 On Si3.35	COD 2300190	0	0	0	2,2	3,07	3,61	3,08	8,58	8,43
Kaersutite	anfiboie	Ca1.784 Fe1.72 K0.1 Mg3.494 Na1.058 O24 Si8	COD 9015124	0	1,74	0	2,95	4,12	4,84	4,13	4,06	4,15
Kaolinite 1A	Arcilla	Al2 Si2 O5 (O H)4	PDF 74-1786	1,36	0	0	0	0	0	0	0	0
Kaolinite 2M	Arcilla	Al2 H4 O9 Si2	COD 1011045	0	0	0	1,74	2,43	2,85	0	0	0
Labradorite	Feldespato Ca	Al0.83 Ca0.34 Na0.15 O4 Si1.17	COD 9000749	0	0	0	0	0	0	18,68	0	0
Labradorite	Feldespato Ca	Na2 O -2 Ca O -3 Al2 O3 -8 Si O2	COD 9015929	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Labradorite	Feldespato Ca	Na2 O -2 Ca O -3 Al2 O3 -8 Si O2	PDF 02-0509	0,99	1,6	3,18	0	0	0	0	0	0
Larnite	olivine	Ca2 (Si O4)	PDF 83-0461	0	0	0	1,34	1,87	2,19	1,87	2,05	2,02
Lignite (NR)	carbon minerals	C - Si O2	PDF 05-0423	2,66	0	0	0	0	0	0	0	0
magnesium chromates	chromates	Cr Mg O4	COD 1008083	0	0	0	0	0	0	2,04	0	0
Meionite, scapolite group	scapolite	Ca4Al6Si6O24(CO3)	COD 1541653	0	0	0	0,94	1,32	1,55	1,32	3,72	3,65
Moissanite 3C	carburo	Si C	COD 1011031	0,34	0	0	0	0	0	0	0	0
Muscovite / phengite	mica instratificada	Al2.9 Fe0.04 H2 K0.86 Mg0.06 Na0.1 O12 Si3	COD 9014960	0	0	0	5,12	0	0	0	0	0
Muscovite 2M1	Mica Blanca	Al3 H2 K O12 Si3	COD 1000042	1,96	3,2	6,35	0	0	0	0	0	0
Muscovite 2M1	Mica Blanca	Al2.65 Fe0.12 K0.92 Mg0.06 Na0.08 O12 Si3.2 Ti0.04	COD 9001953	0	2,38	4,73	0	0	0	0	0	0
Nikischerite	opaco	Al3 Fe6 H42 Na O38 S2	COD 9004733	0	0	0	0,26	0,36	0,43	0,37	0,51	0,5
Obertite	anfiboie	Na3 (Mg3 Fe +3 Ti +4) Si8 O22 O2	PDF 53-0899	0	0	0	0	0	0	0	2,68	0
Oligoclase	Feldespato Na/Ca	Al1.179 Ca0.179 Na0.821 O8 Si2.821	COD 9011422	0	0	0	12,51	17,48	11,44	0	0	0
Pectolite	piroxeno	Ca1.23 Mn0.77 Na O9 Si3	COD 9000612	0	0	0	1,53	2,14	2,52	2,14	2,6	2,55
Phlogopite	mica verde	Fe1.1 H0.24 K Mg1.9 O12 Si4	COD 9016344	0	0	0	2,01	2,81	3,3	2,81	0	0
Phlogopite	mica verde	Fe0.993 H1.442 K Mg2.007 O12 Si3.96	COD 9010398	0	0	0	2,93	4,09	4,8	0	0	0
potasium oxide	oxide	K2 O	COD 9009055	0,57	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyrite	sulfuro	Fe S2	COD 9015842	0	0	1,82	0	0	0	0	0	0
Pyroxene-ideal	piroxeno	Fe O3 Si	COD 9003393	0	0	0	0	0	0	0,54	2,44	2,4
Pyroxene-ideal	piroxeno	Mg O3 Si	COD 9003434	7,33	10,7	0	0	0	0	0	0	0
Quartz	silice	O2 Si	COD 4002439	0	0	0	0	0	0,16	0,13	0	0
Quartz	silice	O2 Si	COD 9011496	0	0	0	0,49	0,68	0,8	0,68	1,49	1,46
Quartz low	silice	O2 Si	COD 1011176	0	0	0	6,59	9,21	4,3	5,55	5,43	5,33
Quartz low	silice	O2 Si	COD 9015022	0	3,58	7,1	0	0	0	0	0	0
Quartz low	silice	Si O2	PDF 87-2096	4,33	0	0	0	0	0	0	0	0
Quartz sandstone	silice	O2 Si	COD 1532512	7,57	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramsdellite	oxide	Mn O2	COD 9016028	0	0	0	0	0,12	0,14	0,12	0,83	0,81
Ramsdellite	oxide	Mn O2	COD 8103498	0,93	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvumite	opacos	Fe2 K S3	COD 9013453	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhodochrosite	carbonatos	C Mn O3	COD 5000207	0	0	1,71	0,19	0,27	0,32	0,27	1,36	1,33
sanidine-like feldspar	Feldespato Na	Al K O8 Si3	COD 1527004	4,02	6,54	0	0	0	0	0	0	0
Sapphirine-2M	otro silicato	Mg3.5 Al9 Si1.5 O20	PDF 21-0549	0	0,84	1,67	0	0	0	0	0	0
Scacchite	cloruro	Cl2 Mn	COD 9009130	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0
Serrabrancaite	fosfato	H2 Mn O5 P	COD 9012515	0	0	0	0	0	0	1,3	0,99	0,97
Siderite	carbonatos	C Fe O3	COD 9016410	0,49	0,47	0	0	0	0	0	0	0
Siderite magnesian calcian, syn	carbonatos	Ca0.1 Mg0.33 Fe0.57 (C O3)	PDF 80-0502	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0
Sodalite	Feldespato Na	Al3 Cl Na4 O12 Si3	COD 9003330	0	0	0	0	0,59	0,69	0,59	0,82	0,8
sodalite met.	Feldespato /fosfato	Al4.002 Mg1.998 O24 P6	COD 1521101	0	0	0	0	0	0	0,35	0,29	0,28

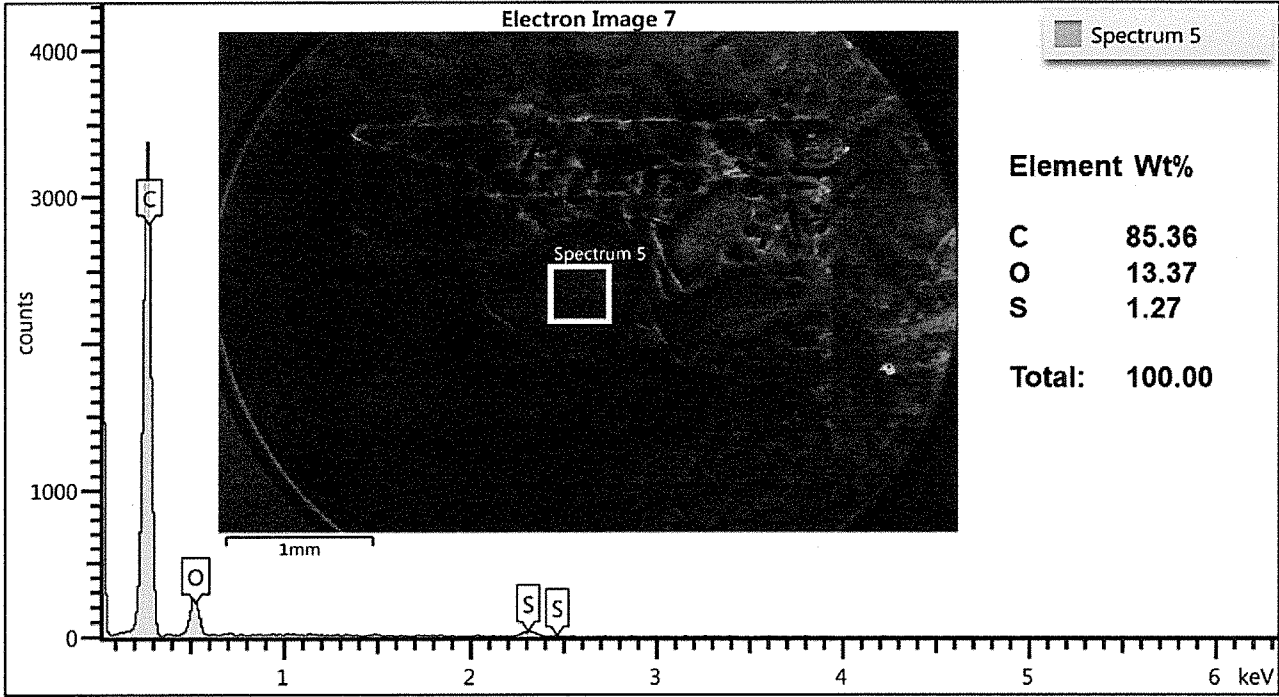
Sodium Aluminum Silicate	Aluminosilicates Na	Na3.22 Al5.48 Si90.52 O190.9	PDF 41-0411	0	2,43	0	0	0	0	0	0	0	0
Sodium Chloride	cloruro	Cl Na	COD 2311042	0	0	0	0	0	0	0,27	0,6	0,59	
Sodium Copper Manganese Oxide	oxido complejo	Na4 Cu0.65 Mn0.35 Ox	PDF 48-0682	0,67	1,1	2,18	0	0	0	0	0	0	
sodium oxalate	organico	C2 Na2 O4	COD 8103690	0,74	0	0	0	0	0	0	0	0	
Spinel	spinel	Al1.835 Cr0.166 Mg0.991 O4 Zn0.009	COD 9005997	0	0	0	0	0	0	0,71	0,3	2,46	
Sulfur Oxide	carburo	C4 S O3	PDF 38-1212	0	2,56	5,09	0	0	0	0	0	0	
sulphur alpha	sulfuro	S8	COD 1537087	0	0	0	1,31	1,83	2,15	0	0	0	
Tamarugite	opaco	Al H12 Na O14 S2	COD 9000181	6,68	0	0	0	0	0	0	0	0	
Taramite, potassian	anfibole	Na2 Ca Fe5 Al2 Si6 O22 (O H)2	PDF 20-0734	0	0	0	0,51	0,71	0,84	0,71	1,75	1,72	
Tenorite	oxide	Cu O	COD 1011194	0	0	0	0,1	0,14	0,16	0,14	0,5	0,49	
Tetrachloroaluminates	cloruro	Al Cl4 Na	COD 1004043	0	0	0	0	0,79	0	0	0	0	
Thenardite	opacos	Na2 O4 S	COD 1011184	0	0	0	1,22	1,7	2	1,7	1,99	1,96	
Tistarite	oxide	O3 Ti2	COD 9008082	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	
Titanomagnetite	oxido complejo	Fe2 O4 Ti	COD 9000934	0	0	0	0,17	0,24	0,28	0,24	0,3	0,29	
Tremolite	anfibole	Ca2 Mg5 O24 Si8	COD 9015250	5,63	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tuperssuatsiaite	arcilla	Fe1.09 H10 Mn1.91 Na1.88 O28 Si8	COD 9002827	0,56	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ulvospinel, syn	oxide	Fe2 Ti O4	PDF 34-0177	0	0	0	1,06	1,49	1,74	1,49	1,96	1,92	
Uninodal zeolites	zeolite	O2 Si	COD 4124081	0	0	0	0	0	0	0,65	0	0	
Vaterite	carbonatos	C Ca O3	COD 9014701	0	0	0	0	0	0	2,16	0	0	
Wuestite	oxidos	Fe O	COD 1011198	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	
Wuestite met.	oxidos	Fe0.914 O	COD 1541151	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	
Wurtzite-4H	opacos	S Zn	COD 9013305	0,79	1,78	0	0	0	0	0	0	0	
Xonotlite	anfibole	Ca6 O19 Si6	COD 9008438	0	1,17	2,32	0	0	0	0	0	0	
Zinc carbonate	carbonatos	C O3 Zn	COD 5910061	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,09	0,09	0,09	
Zinc sulfate	opacos	O4 S Zn	COD 1539120	0	0	0	0	0	0	0,05	0,18	0,18	
α-Cristobalite, syn	Silice	Si O2	PDF 89-3434	0	0,23	0,46	0,1	0,15	0,17	0,15	0,76	0,74	
β-MgSO4	opacos	Mg O4 S	COD 1200004	0,96	1,57	3,12	0	0	0	0	0	0	
			%-Crystallinity	51,78	53,70	52,50	45,69	56,88	62,44	55,39	50,39	49,39	
			%-Amorphous	48,22	46,30	47,50	54,31	43,12	37,56	44,61	49,61	50,61	
			Suma	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

ANEXO “C”
MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (SEM)
Y ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)

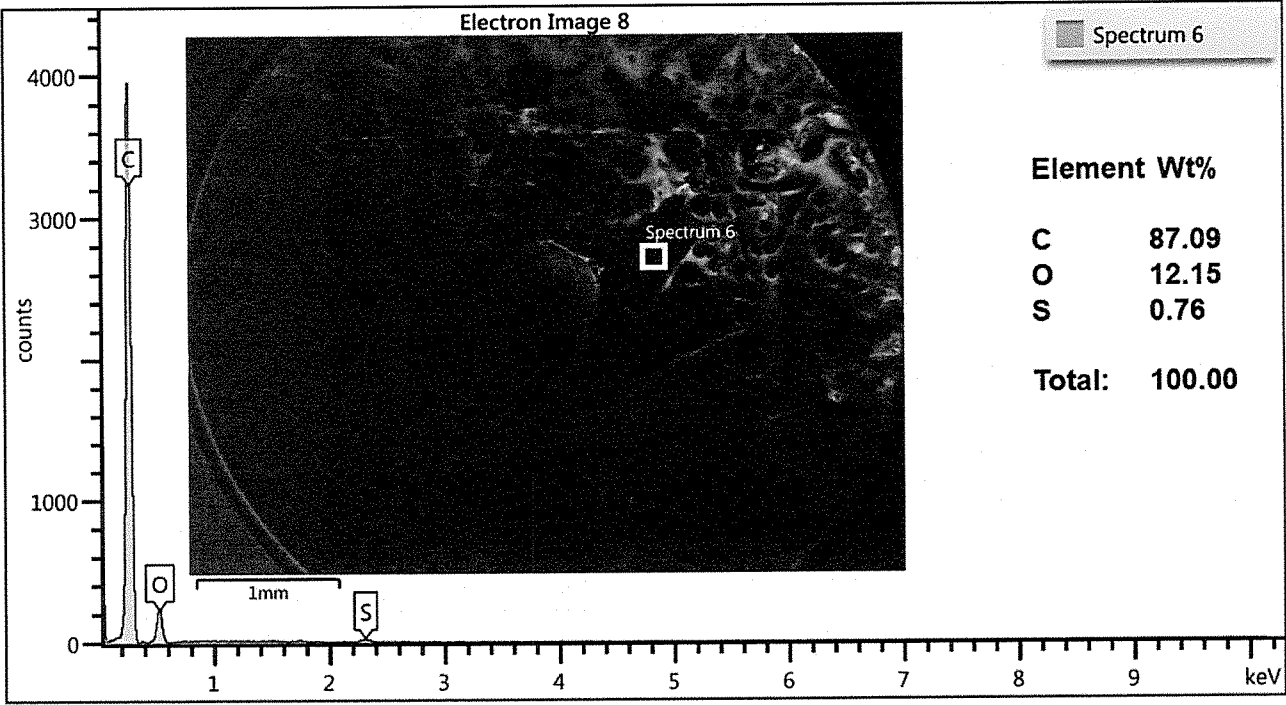
QV-PV-A



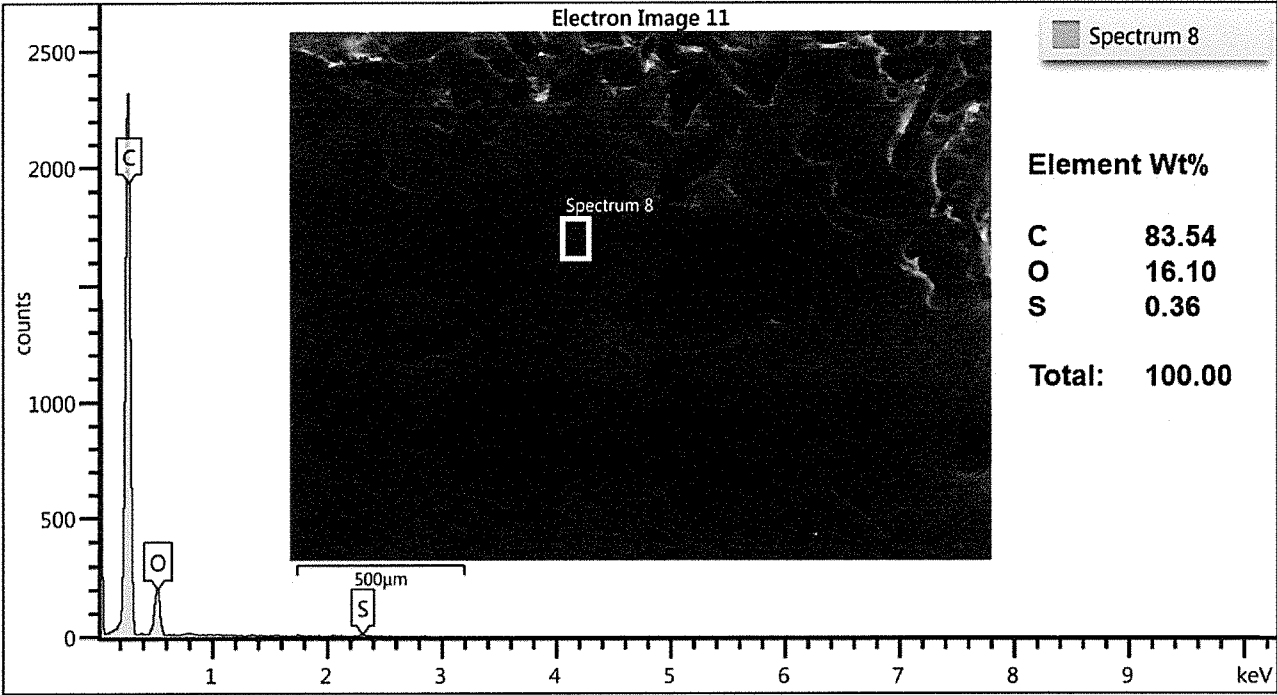
QV-PV-A



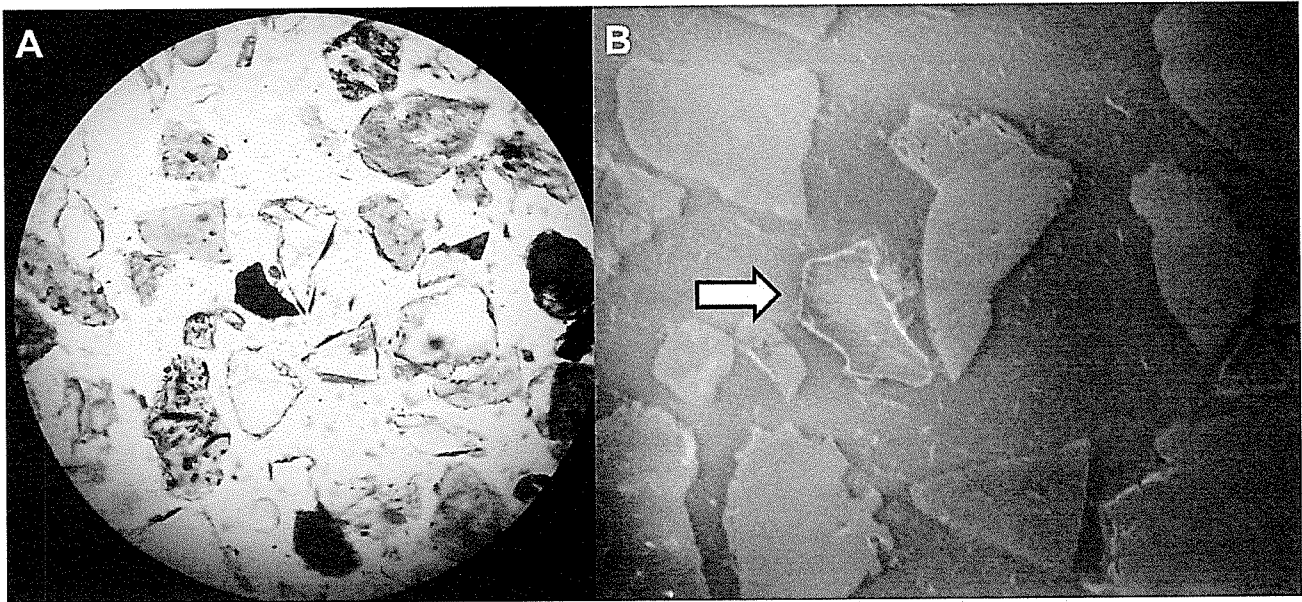
QV-PV-A



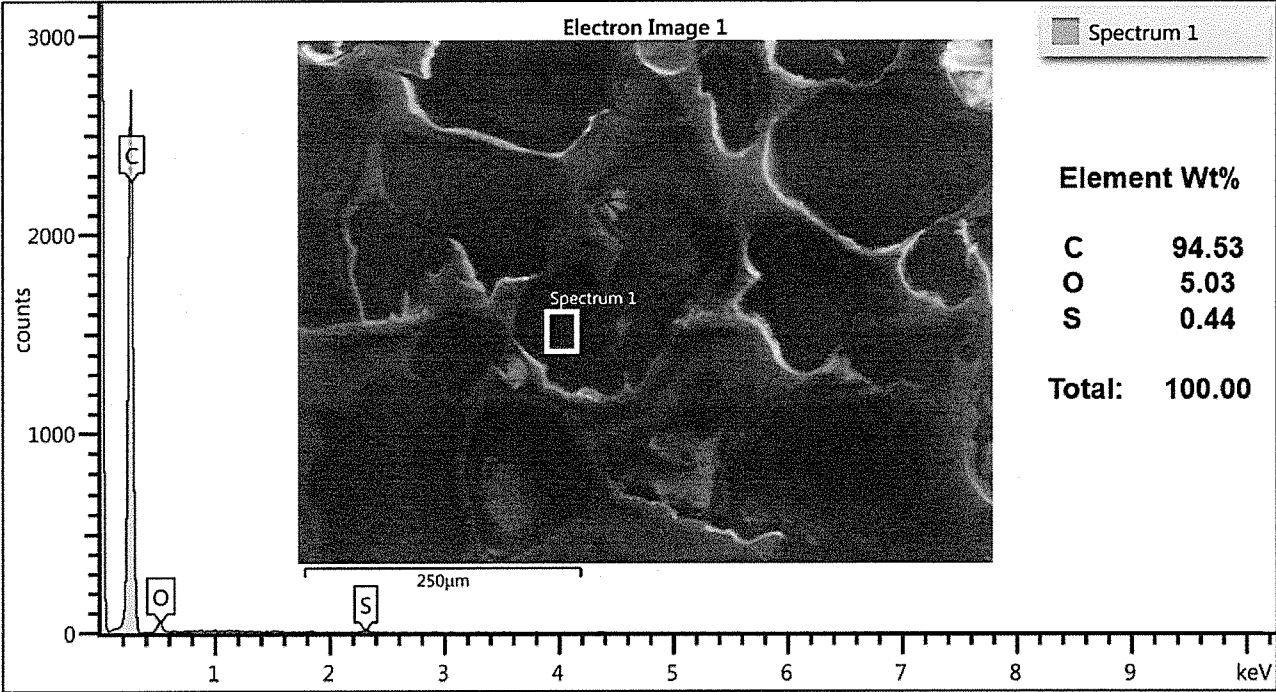
QV-PV-A



QV-21

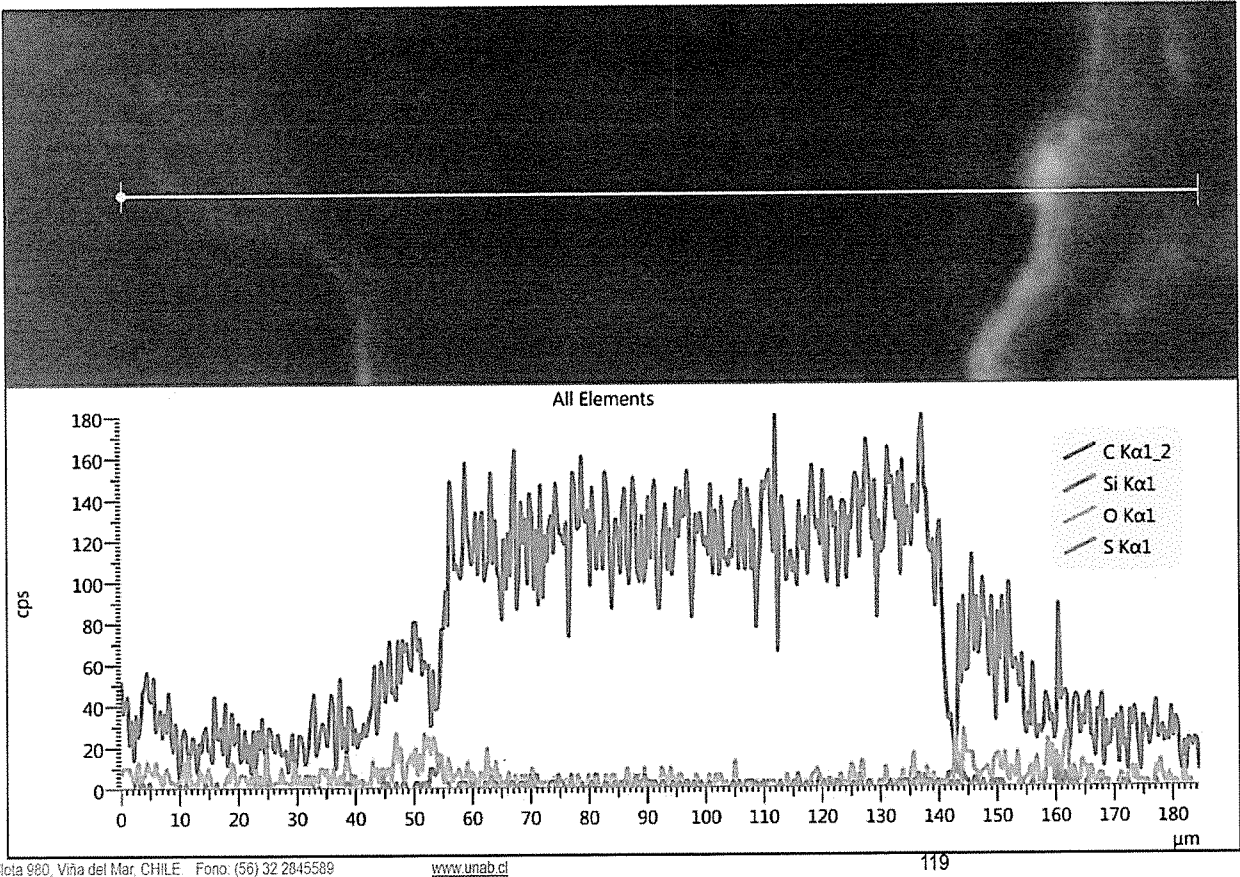


QV-21
 Análisis elemental EDS

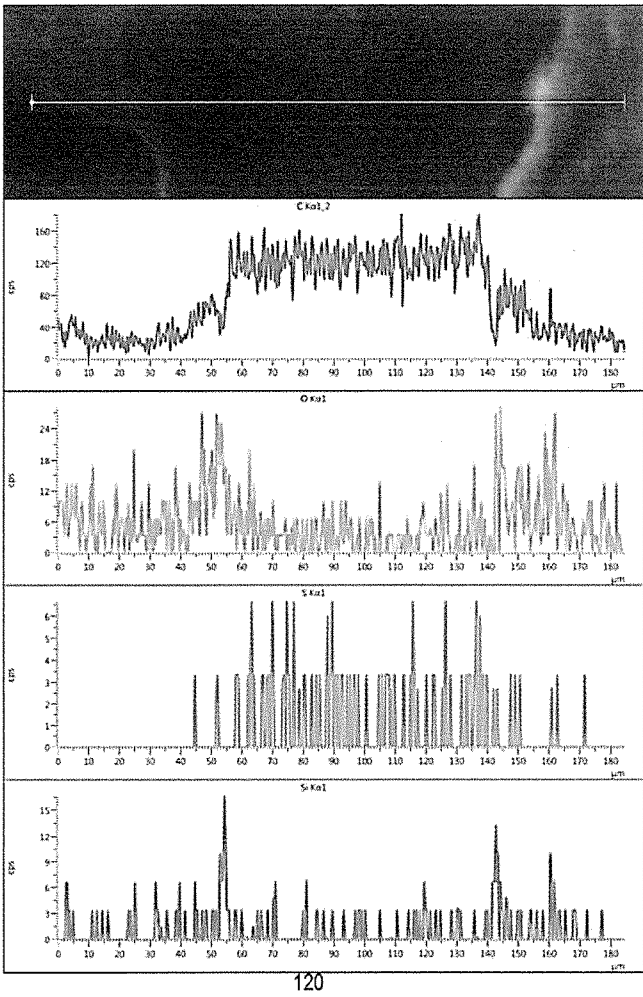


QV-21

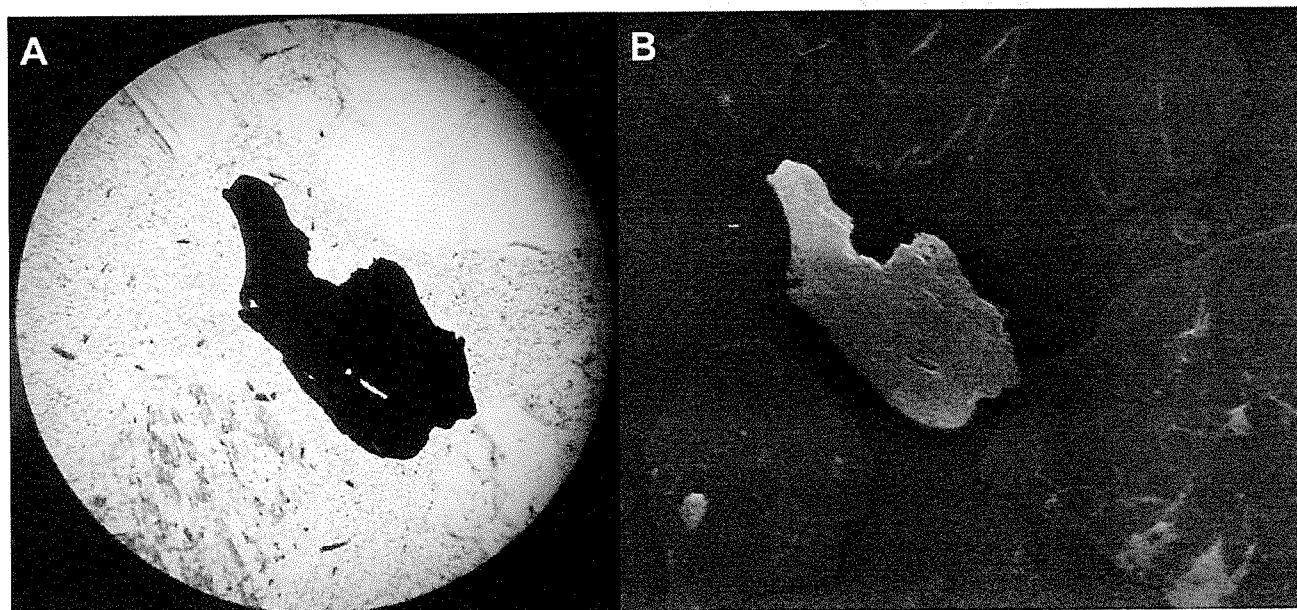
Análisis lineal elemental EDS



QV-21
Análisis lineal elemental EDS
Análisis en línea con elementos separados

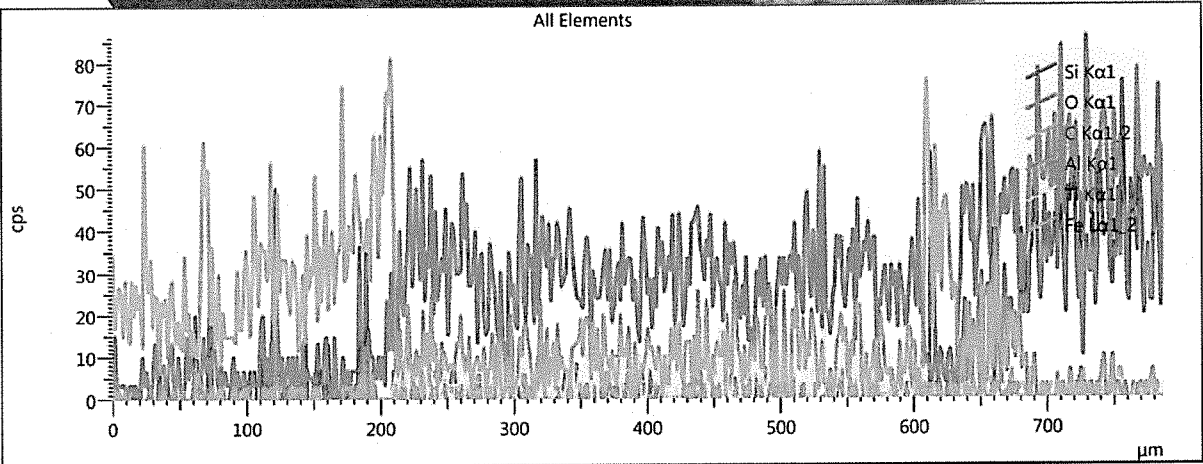
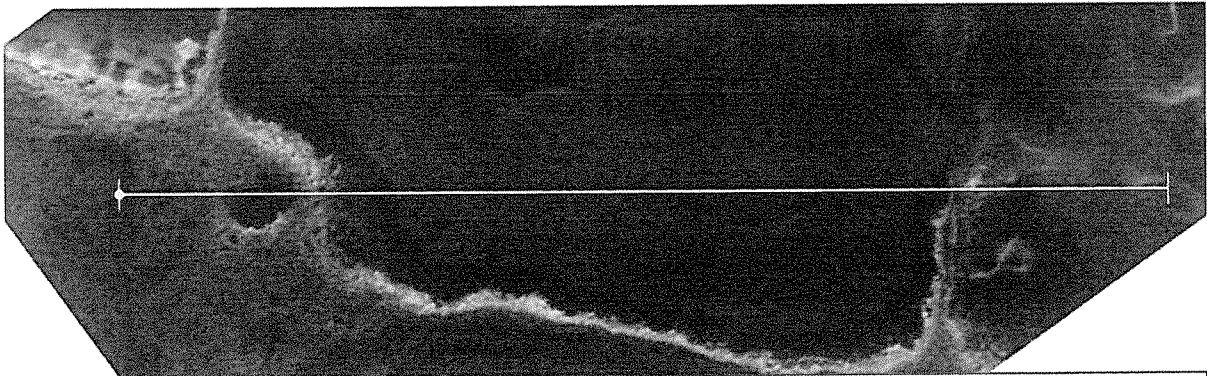


QV-18



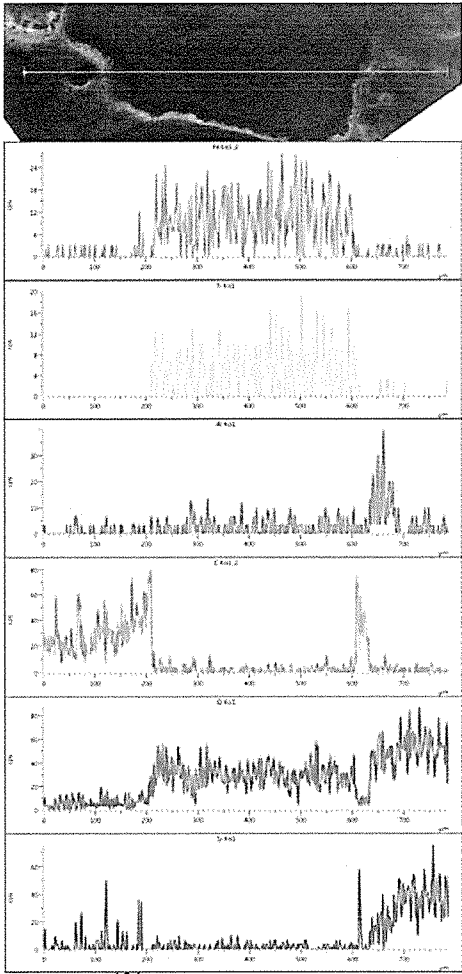
QV-18

Análisis lineal elemental EDS

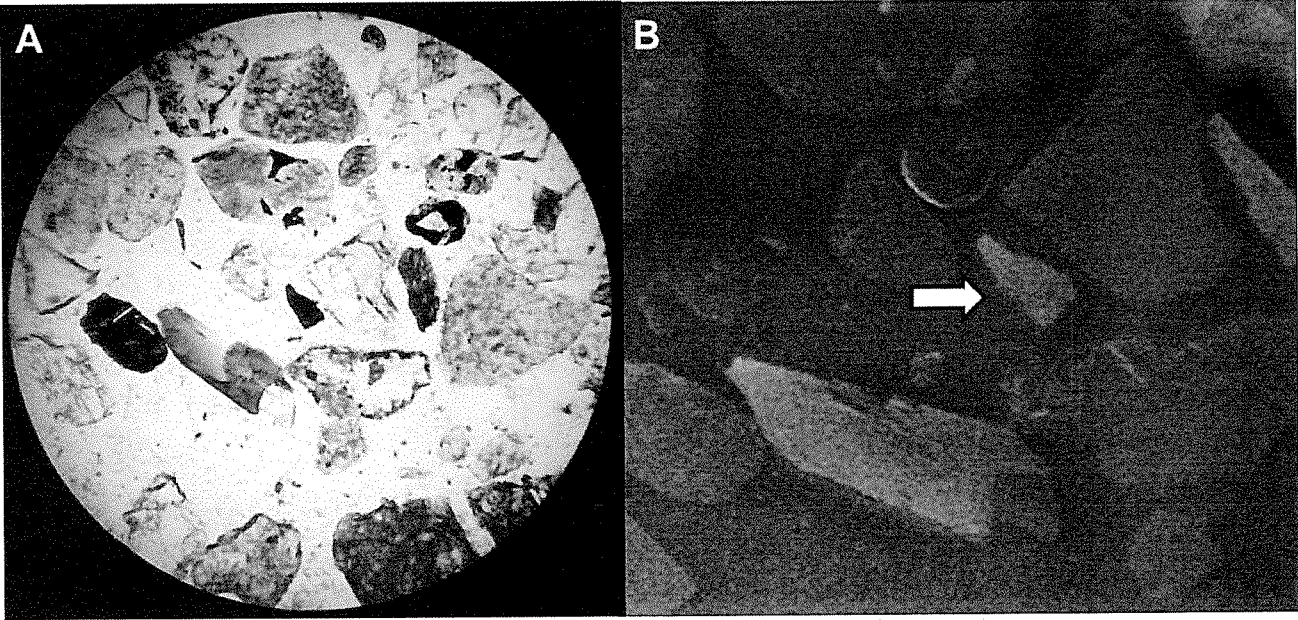


QV-18
 Análisis lineal elemental EDS

Análisis en línea con elementos separados

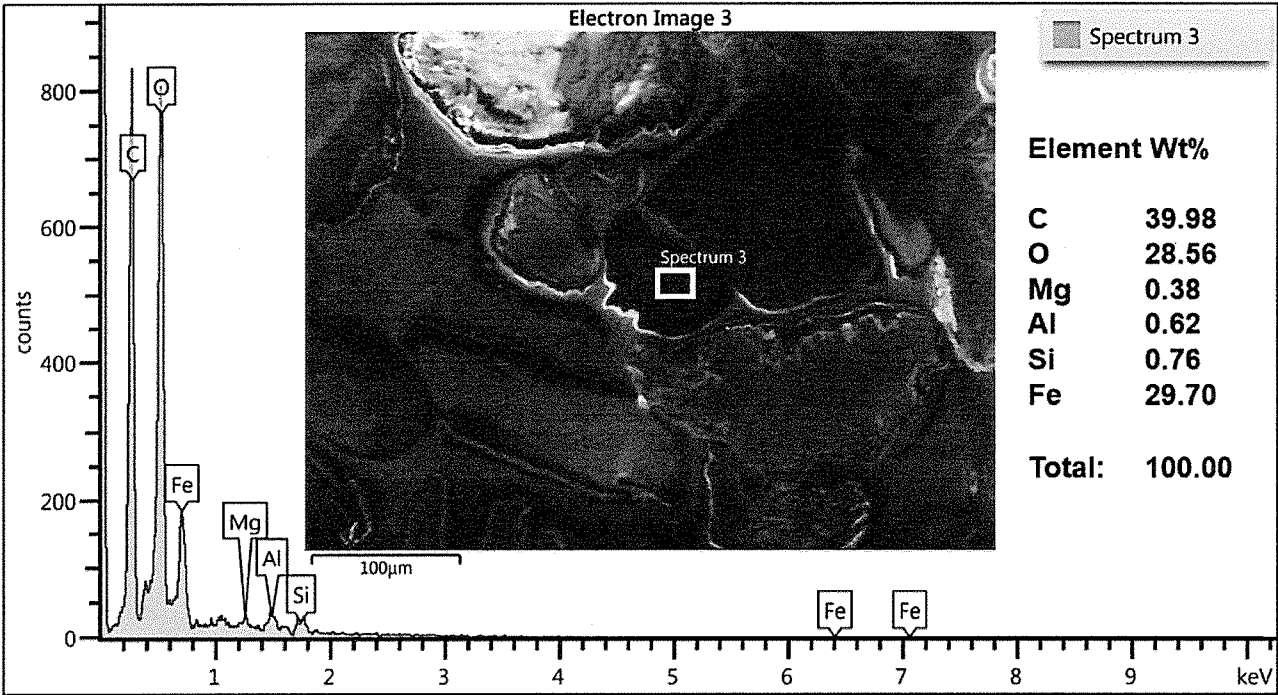


QV-BC-E6



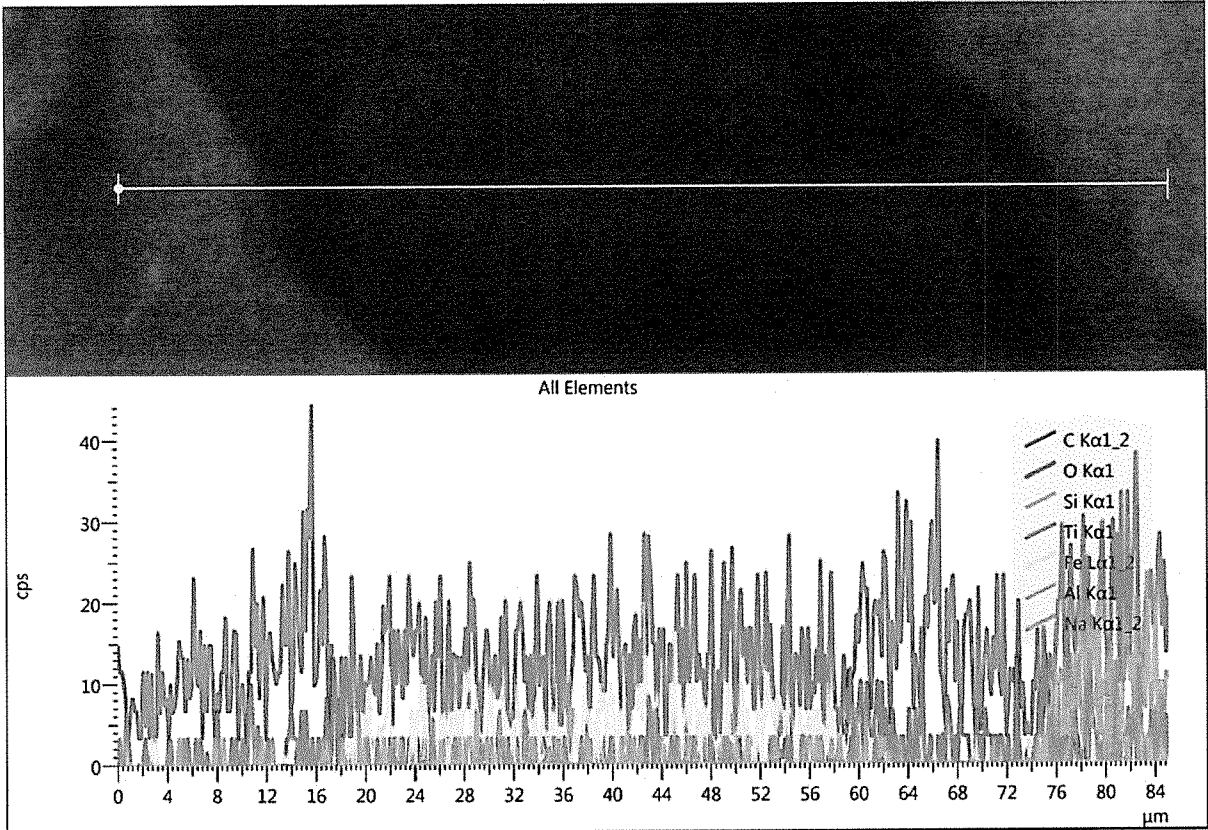
QV-BC-E6

Análisis elemental EDS

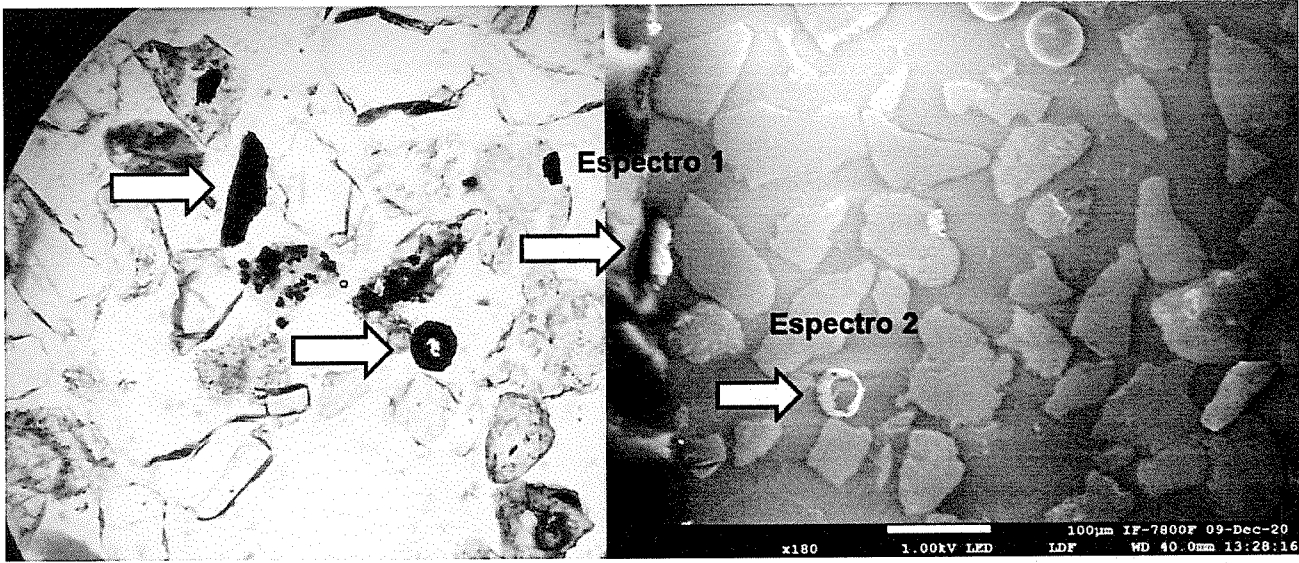


QV-BC-E6

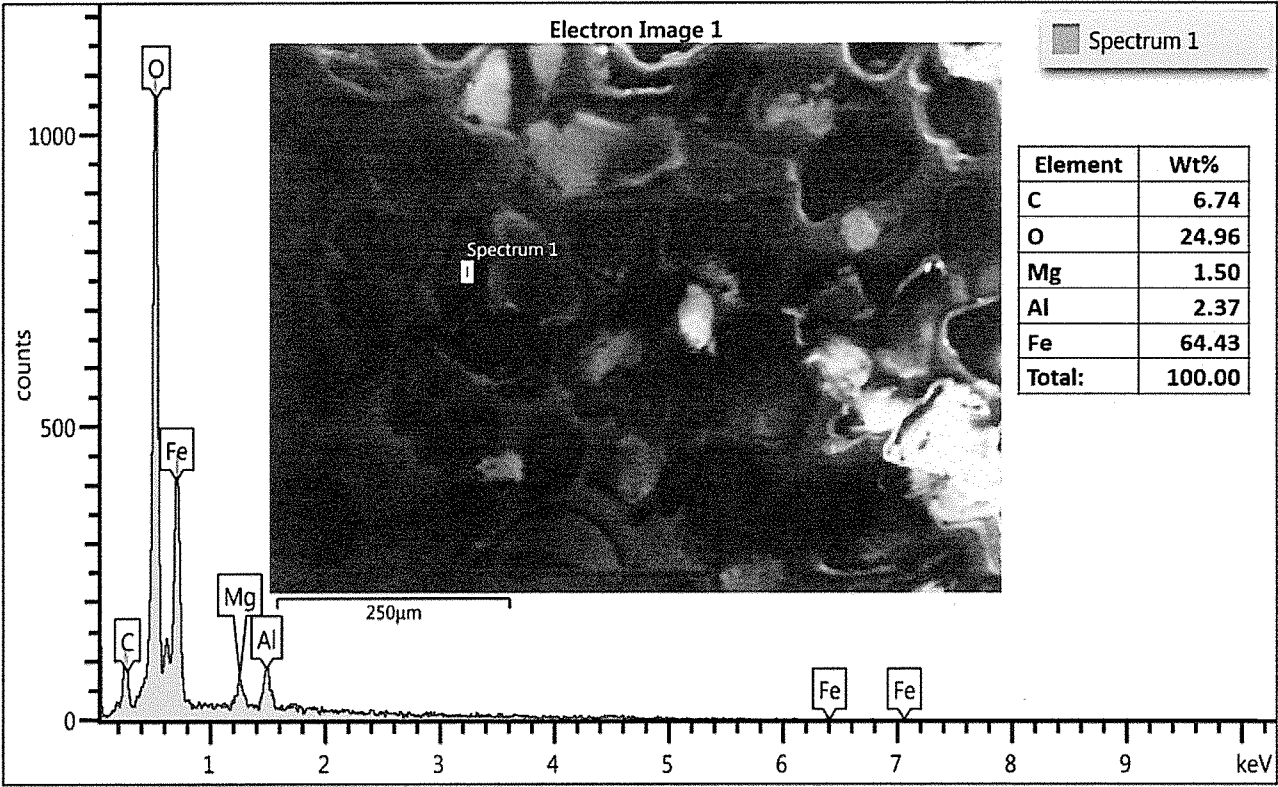
Análisis lineal elemental EDS



QV-02

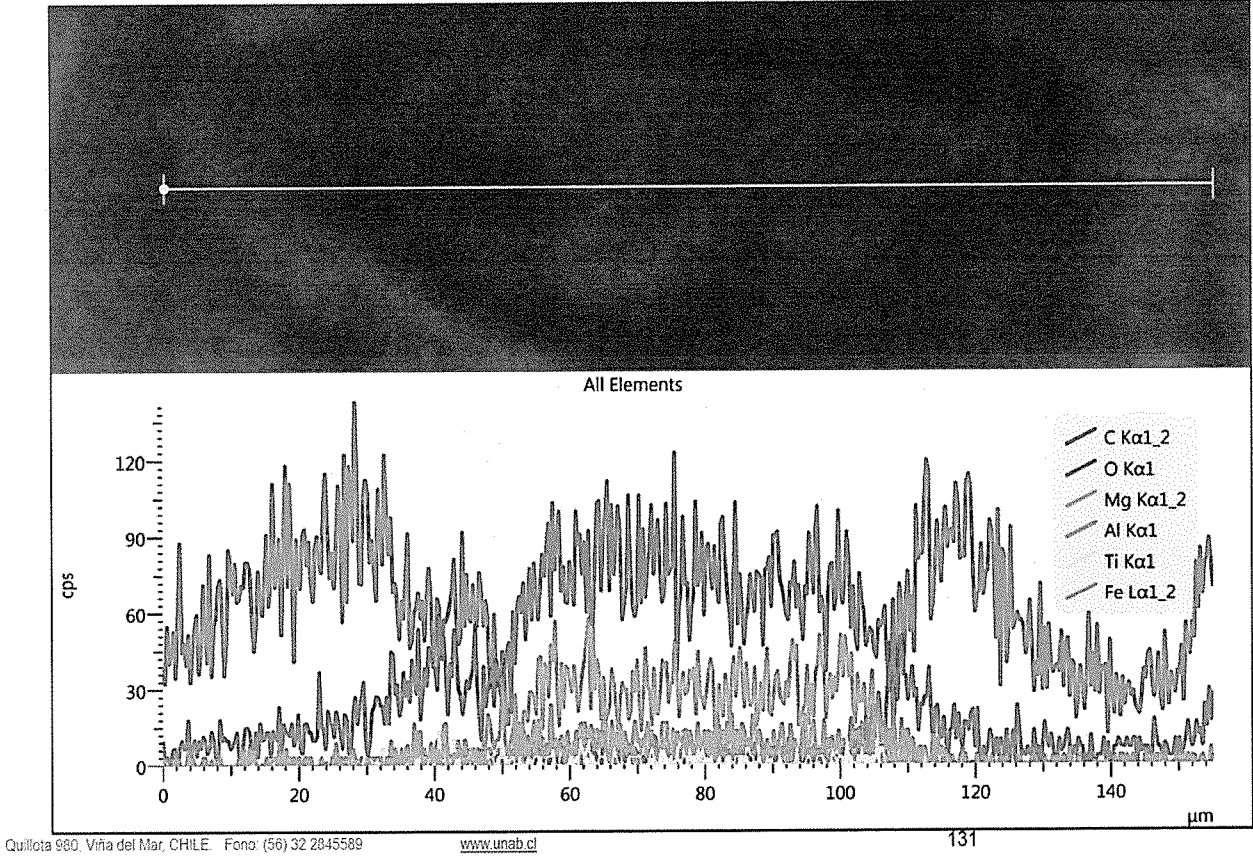


QV-02
 Análisis elemental EDS Espectro 1



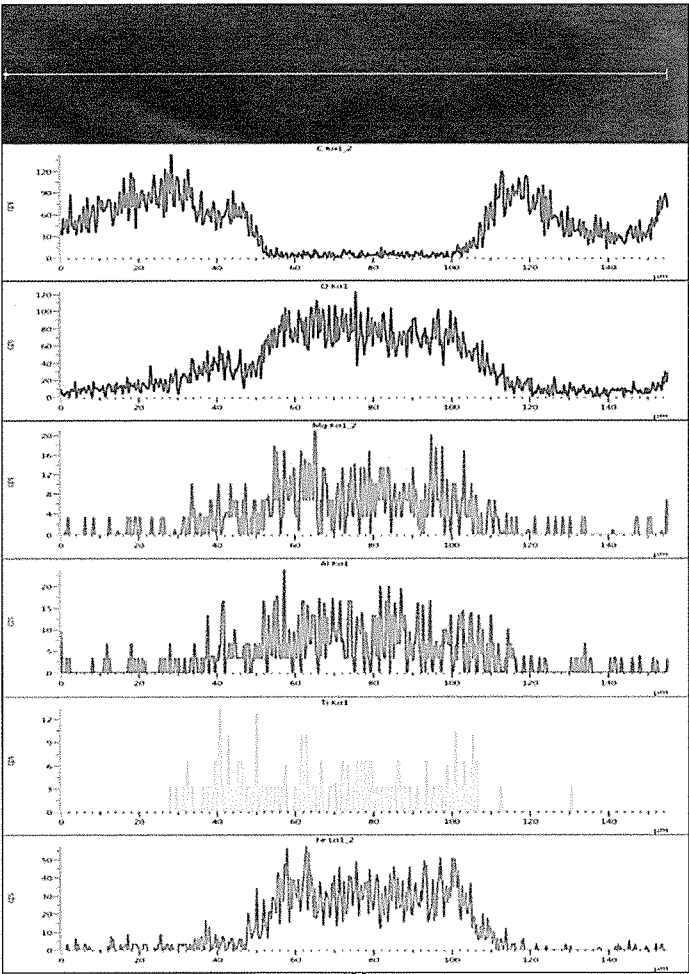
QV-02

Análisis lineal elemental EDS Espectro 1

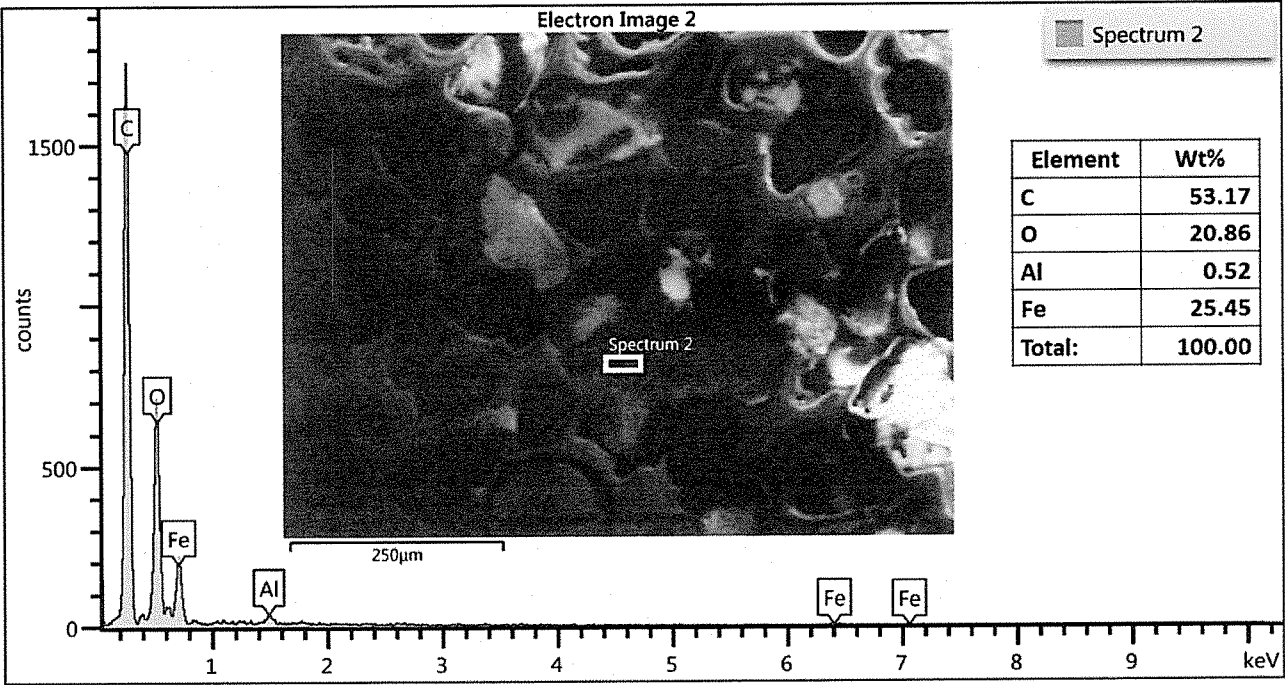


QV-02
Análisis lineal elemental EDS Espectro 1

Análisis en línea con elementos separados

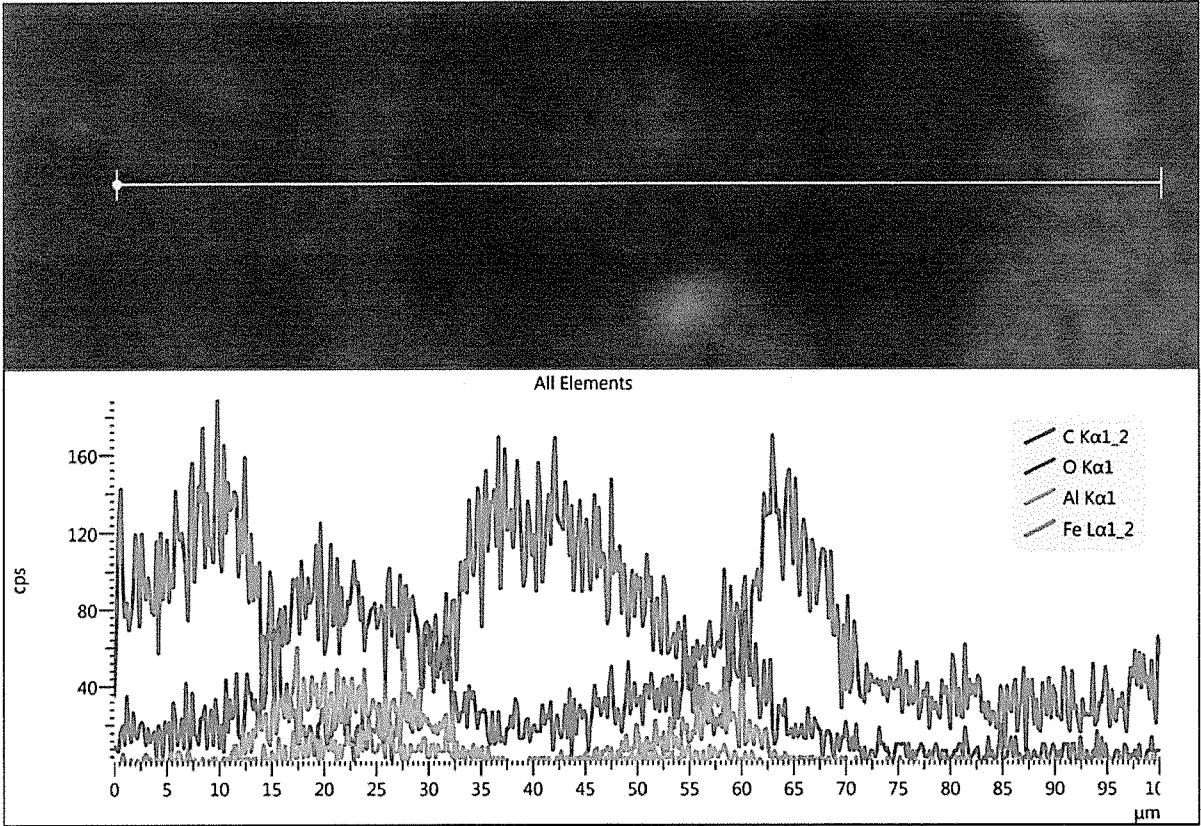


QV-02
 Análisis elemental EDS Espectro 2



QV-02

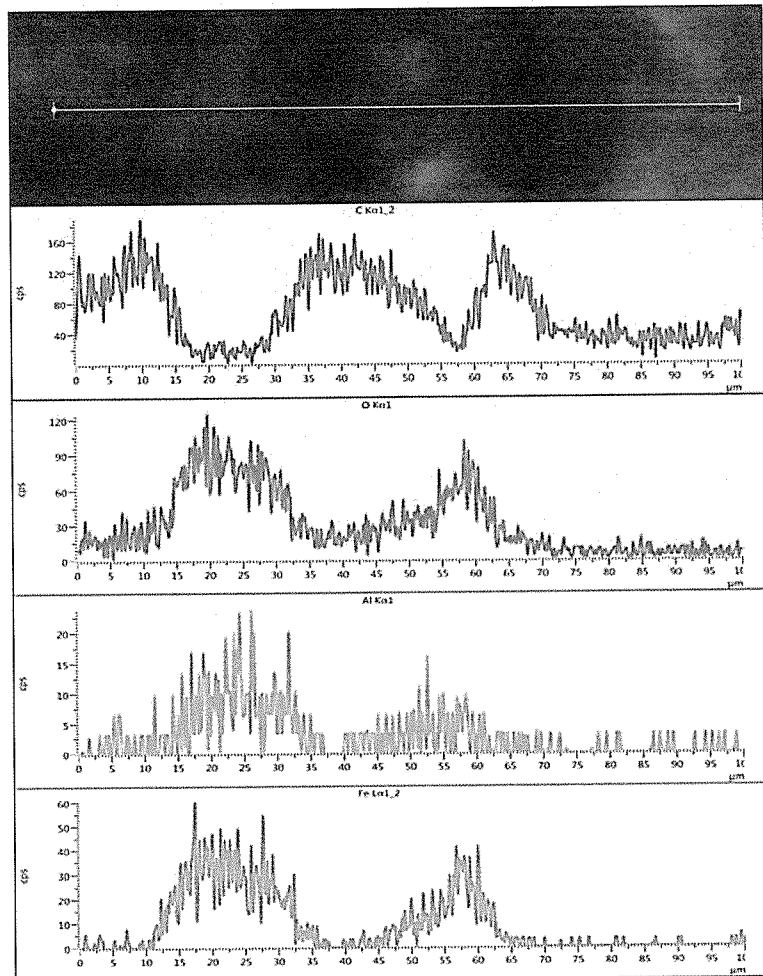
Análisis lineal elemental EDS Espectro 2



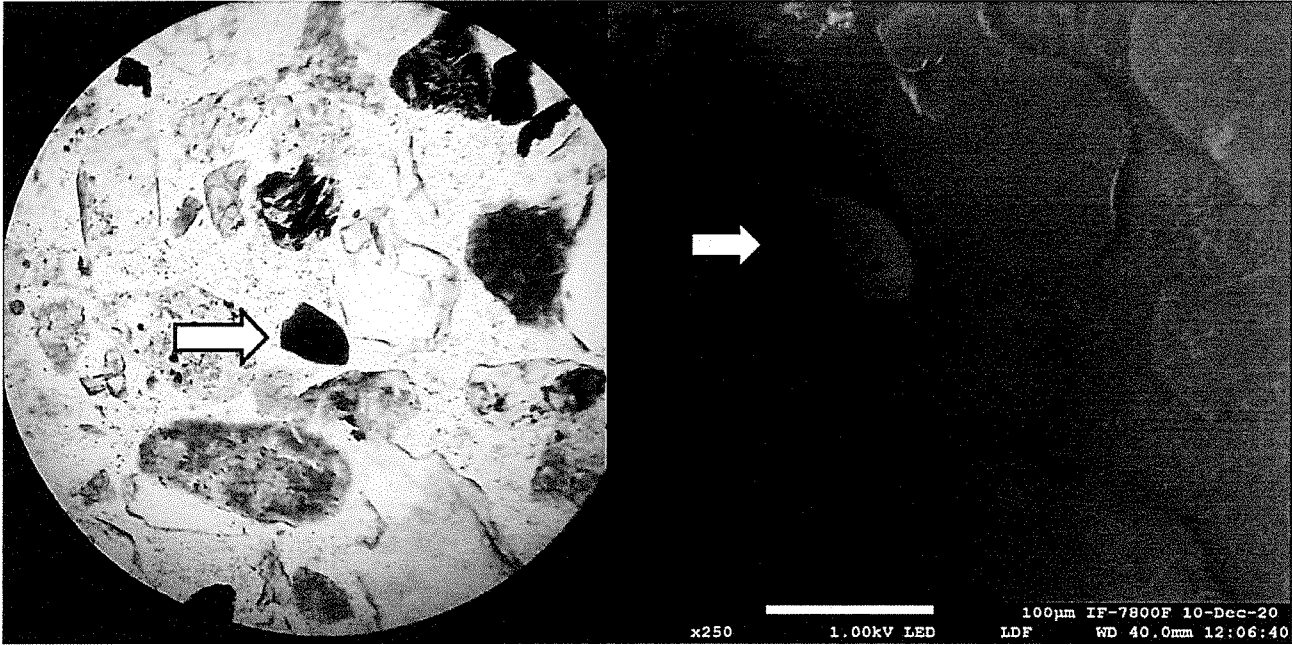
QV-02

Análisis lineal elemental EDS Espectro 2

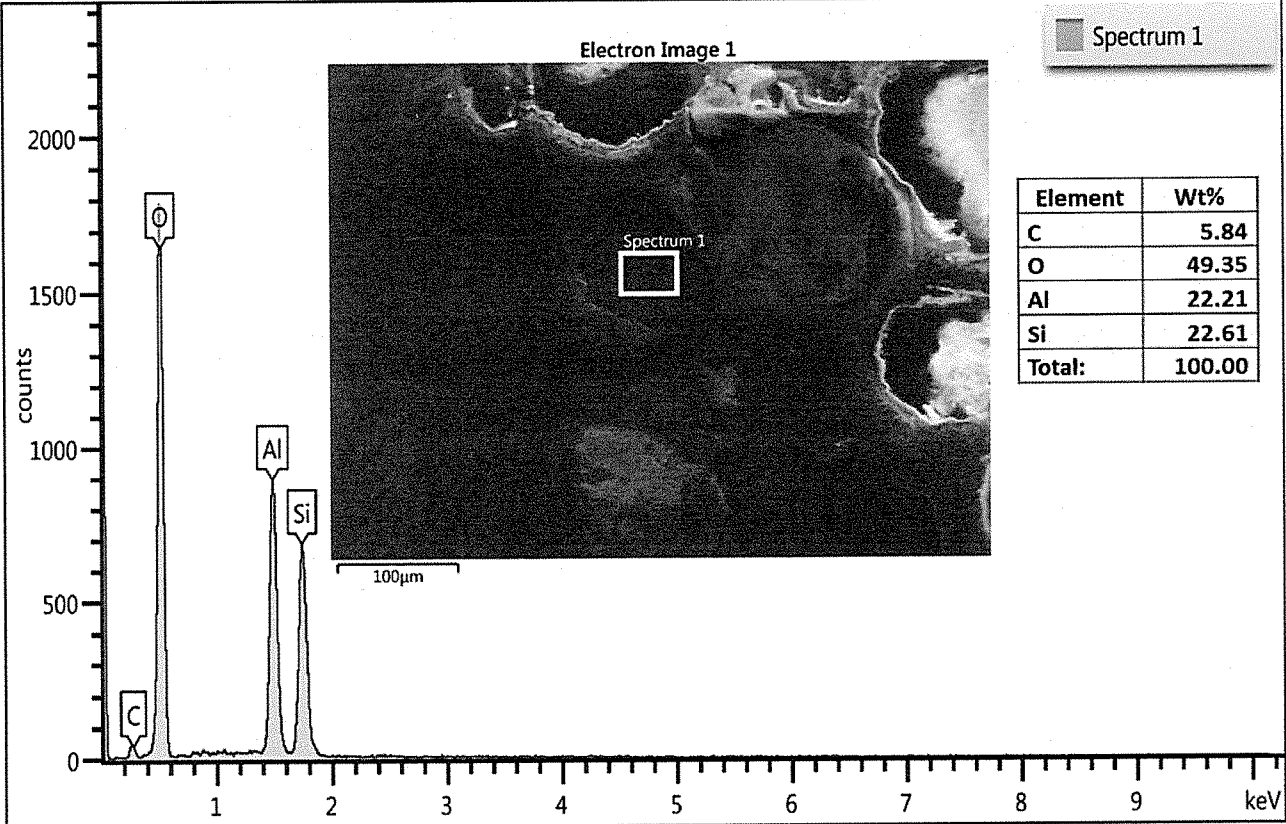
Análisis en línea con elementos separados



QV-04

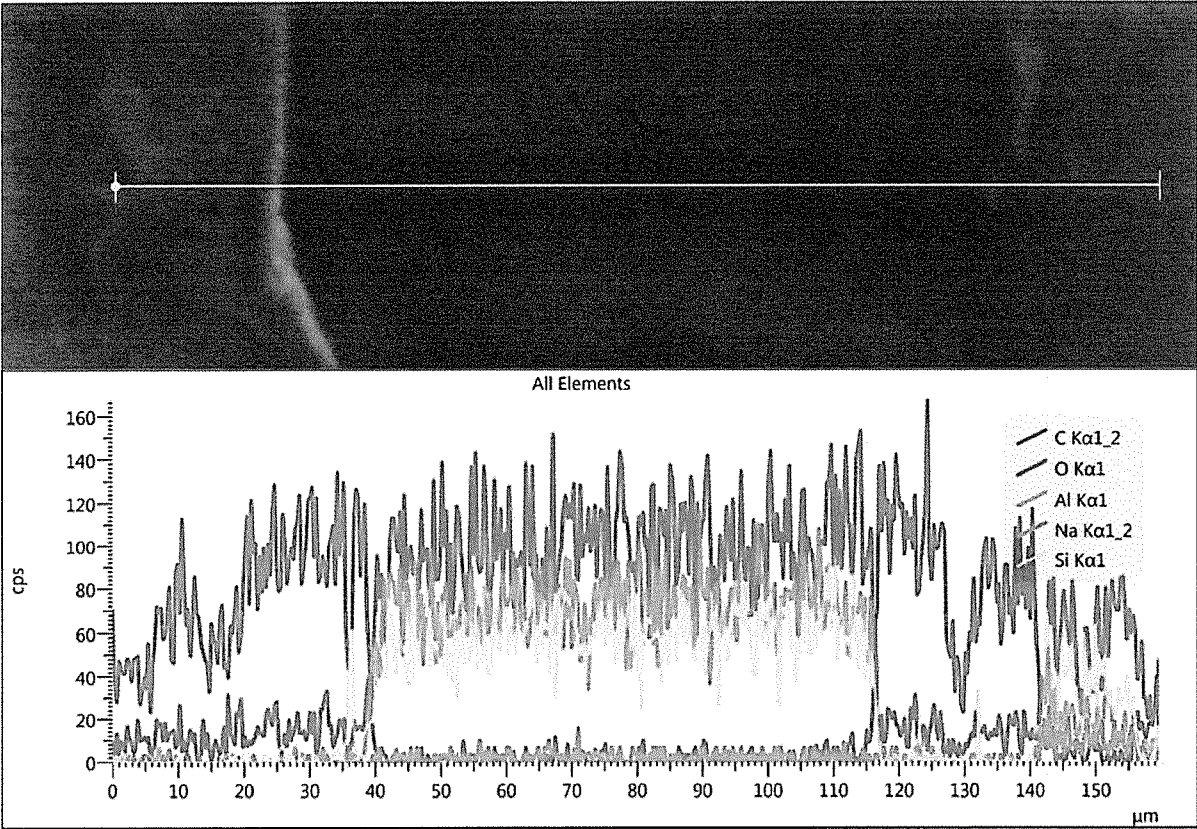


QV-04
 Análisis elemental EDS



QV-04

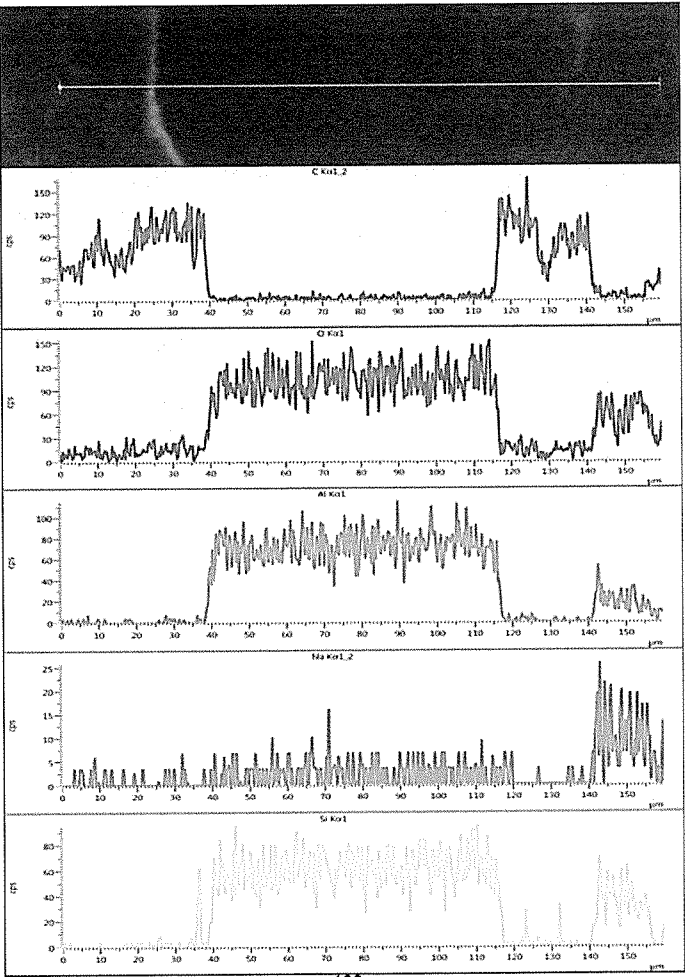
Análisis lineal elemental EDS



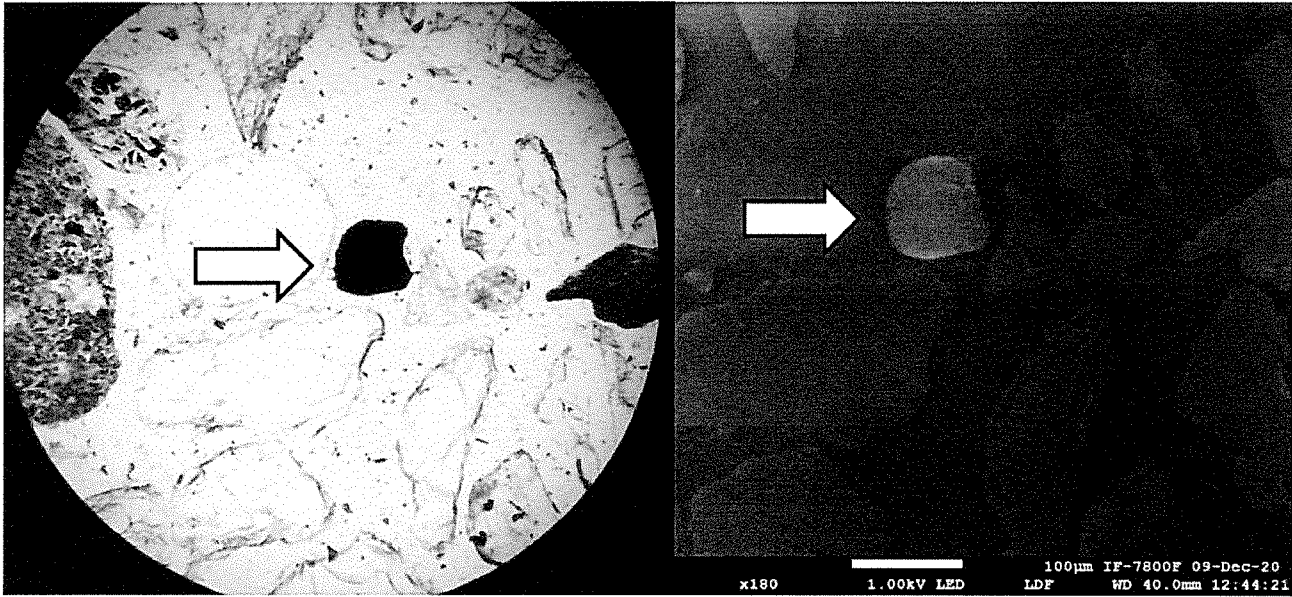
QV-04

Análisis lineal elemental EDS

Análisis en línea con elementos separados

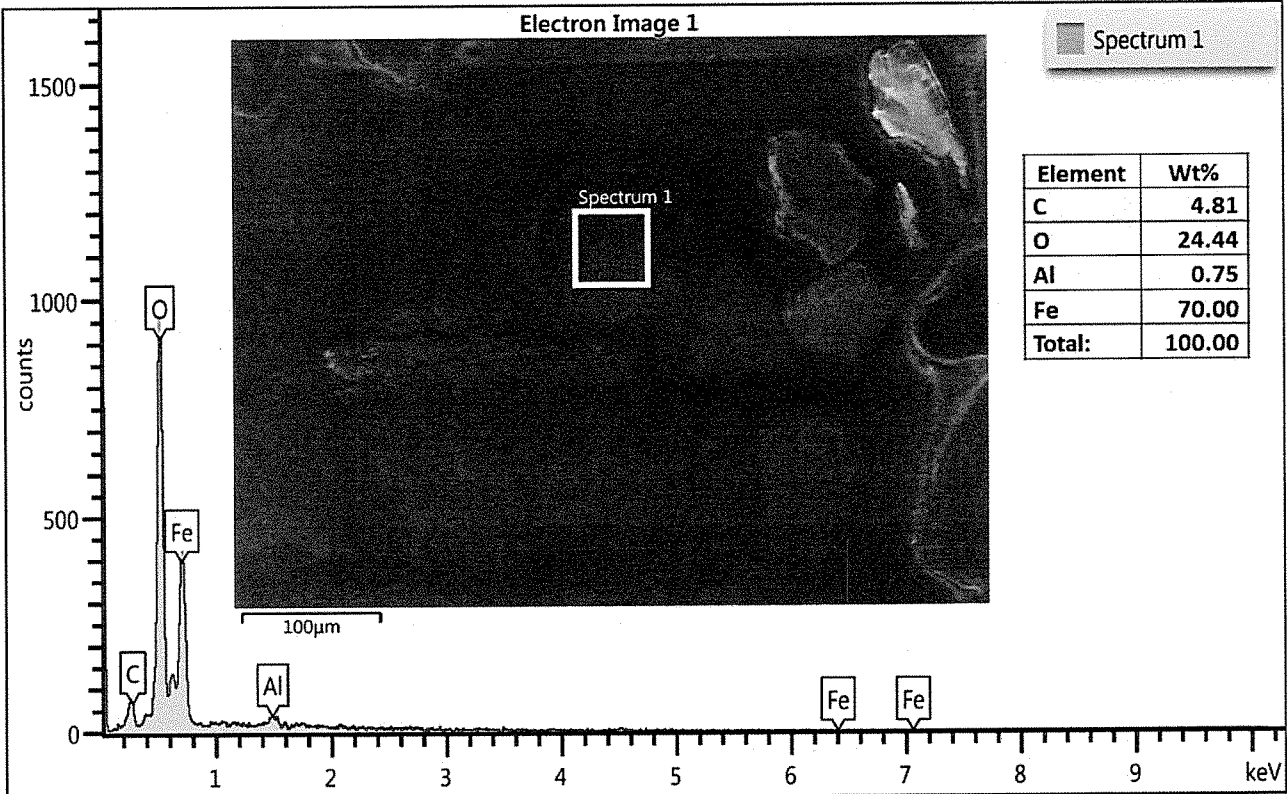


QV-08



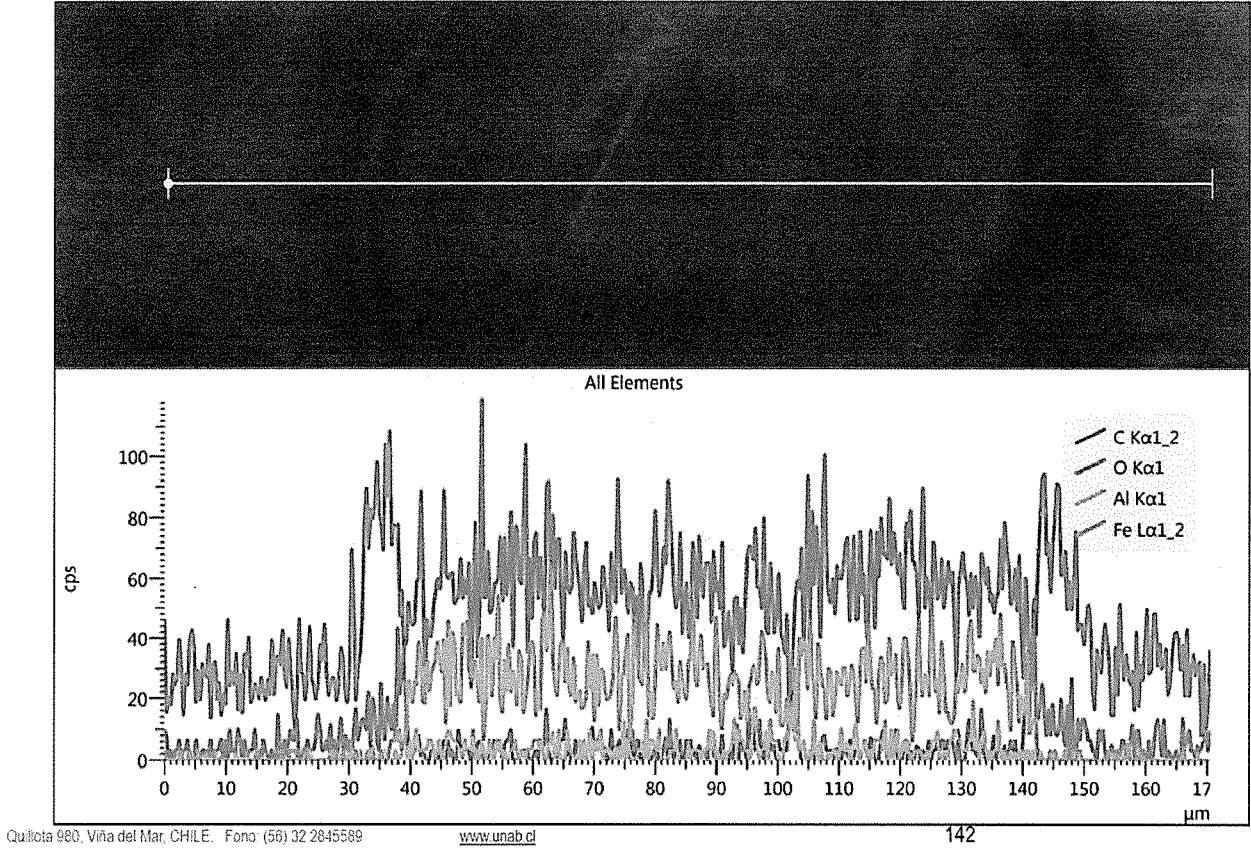
QV-08

Análisis elemental EDS



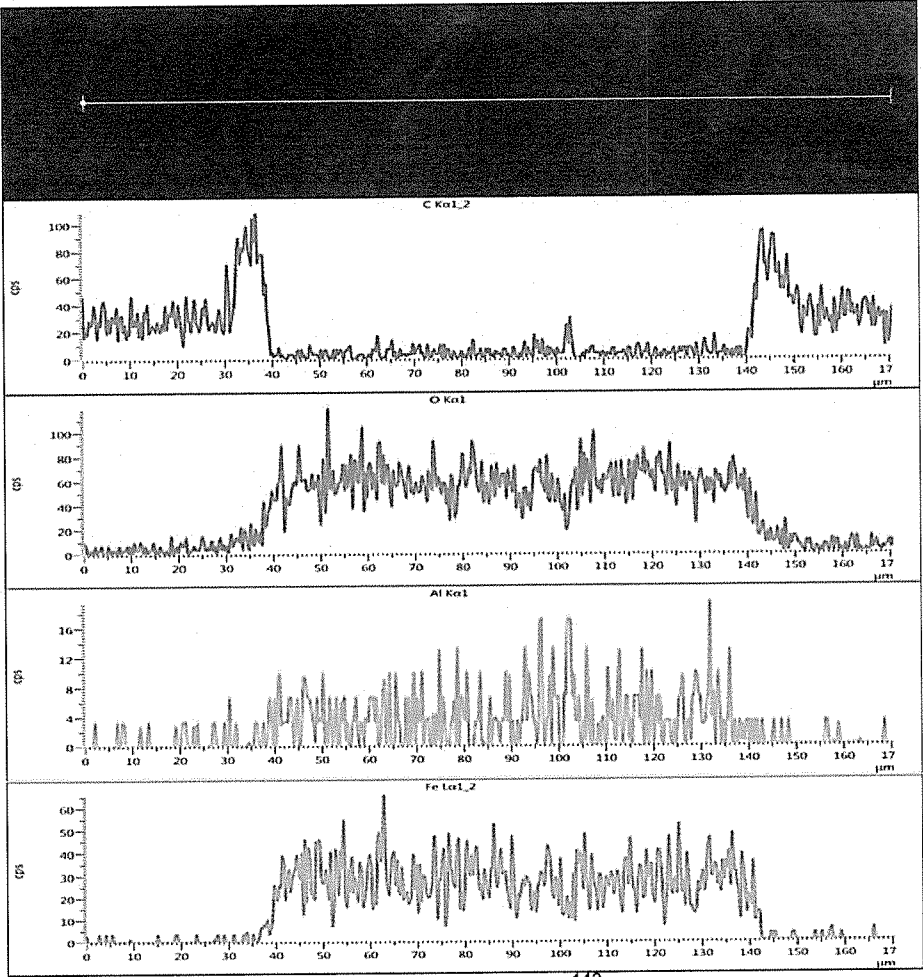
QV-08

Análisis lineal elemental EDS

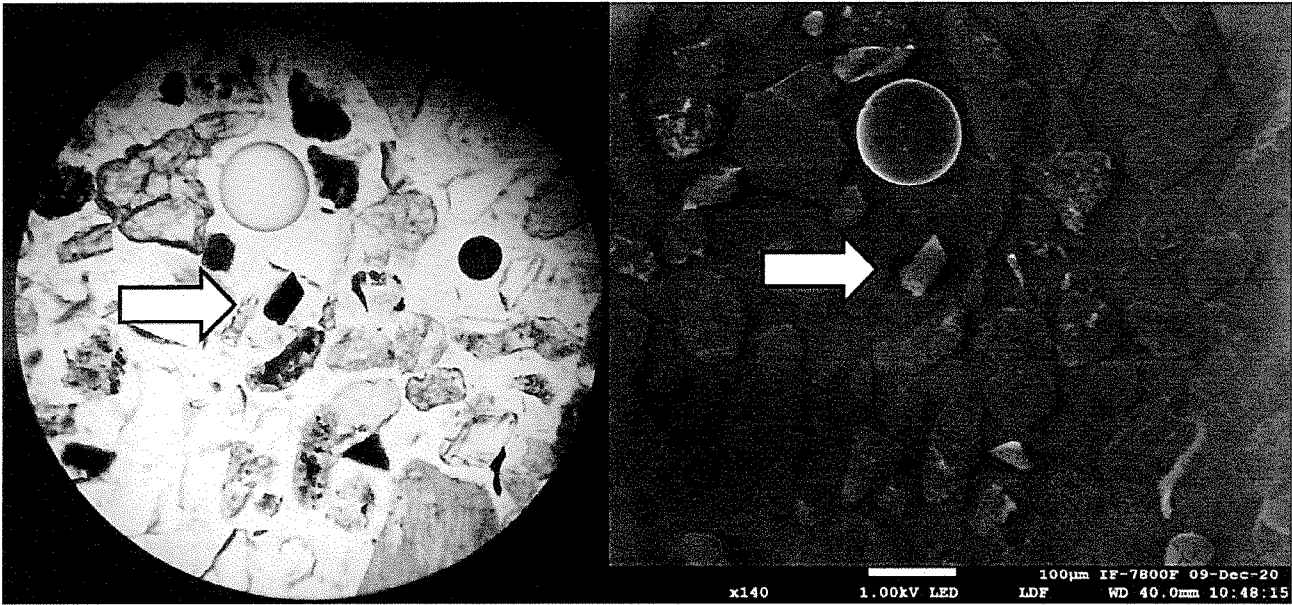


QV-08
Análisis lineal elemental EDS

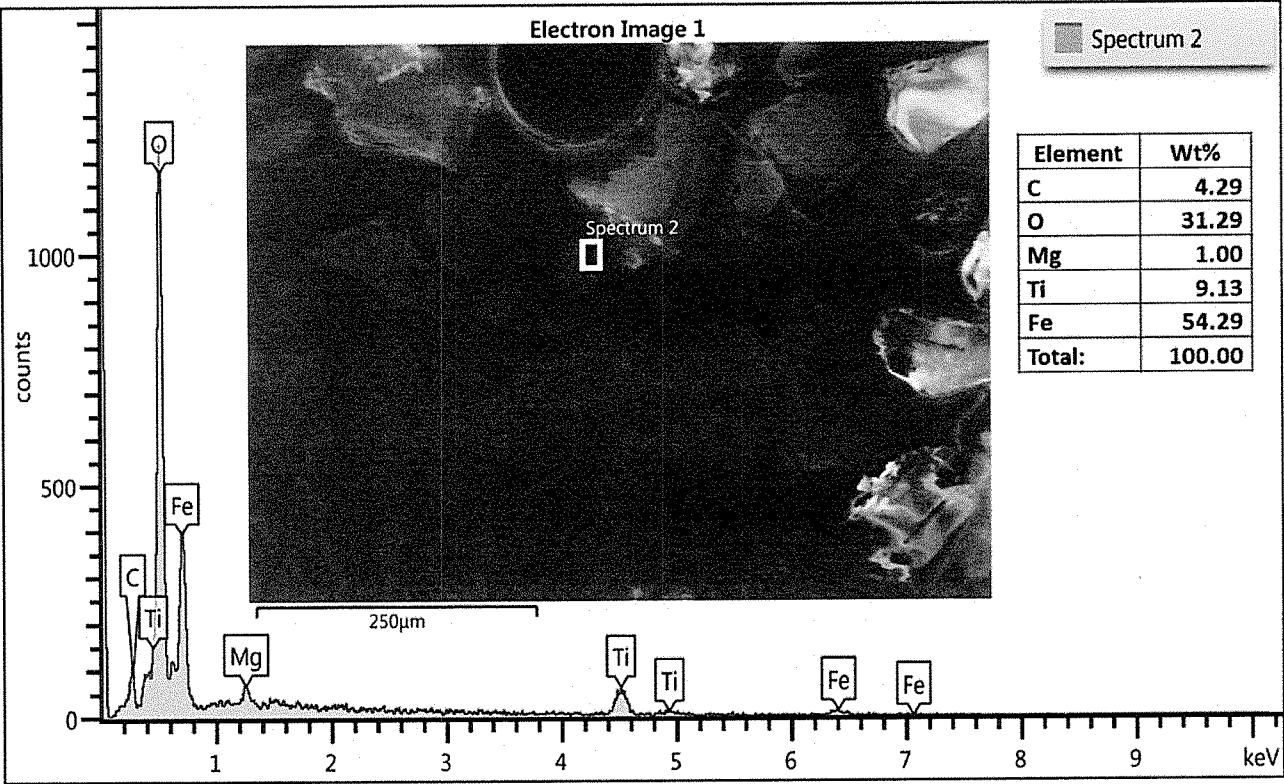
Análisis en línea con
elementos separados



QV-09

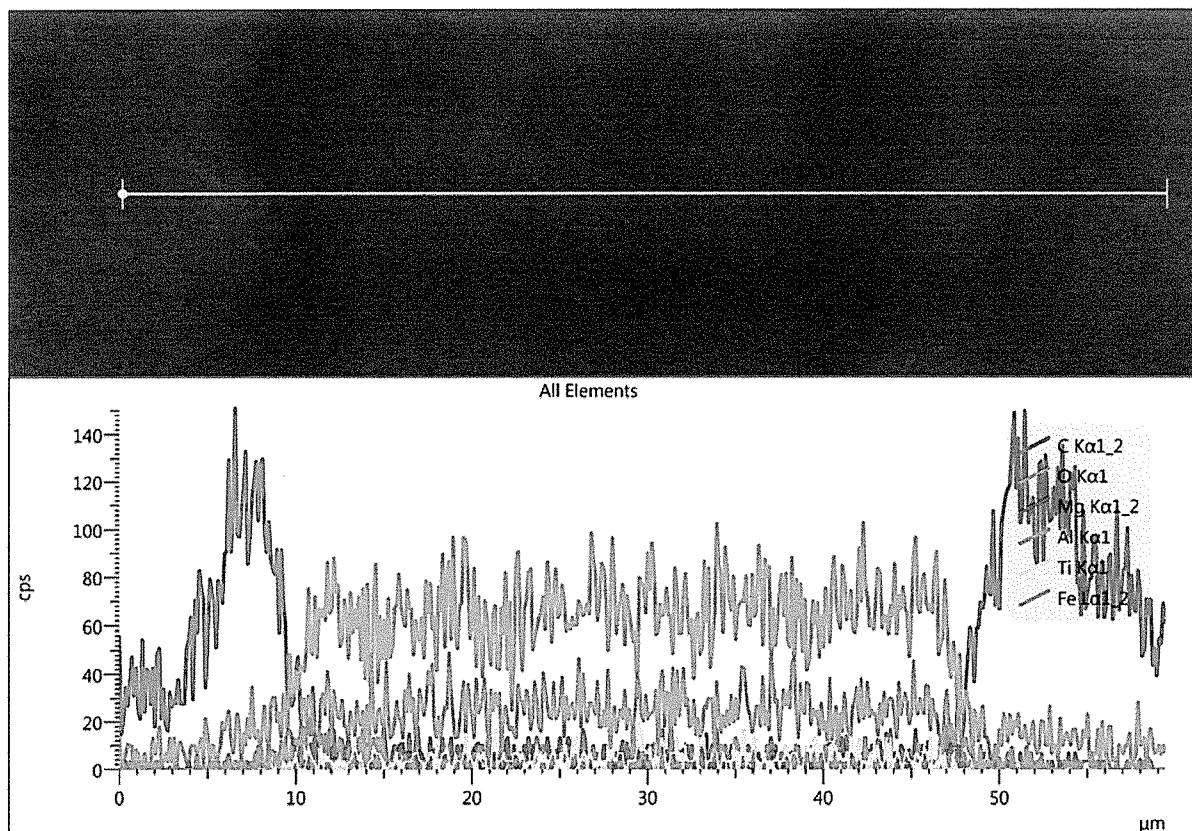


QV-09
 Análisis elemental EDS



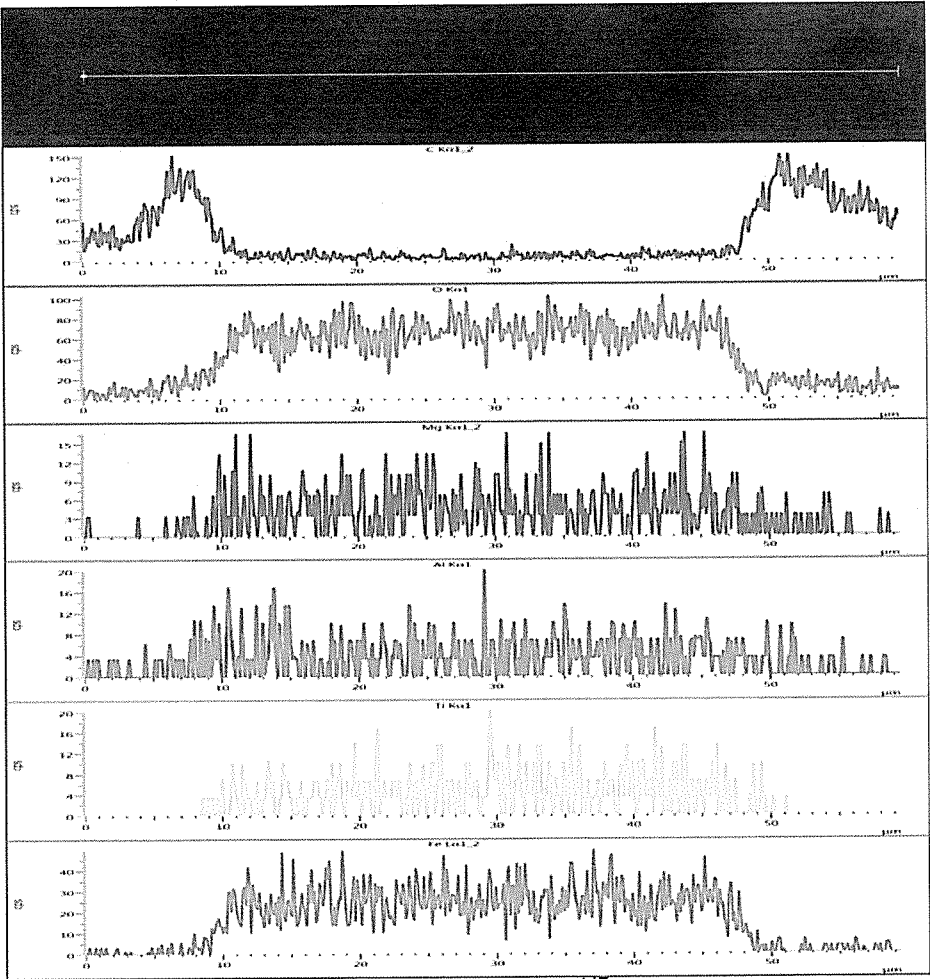
QV-09

Análisis lineal elemental EDS

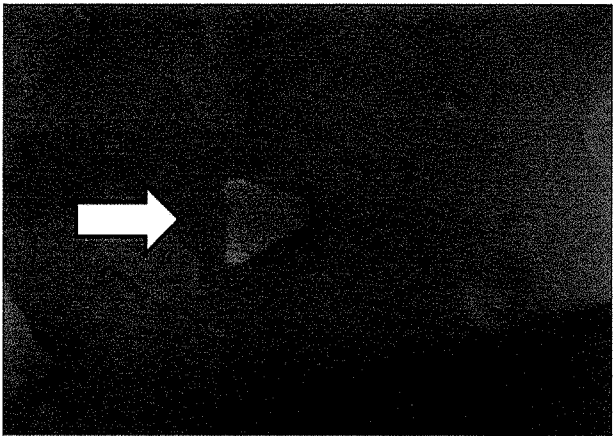
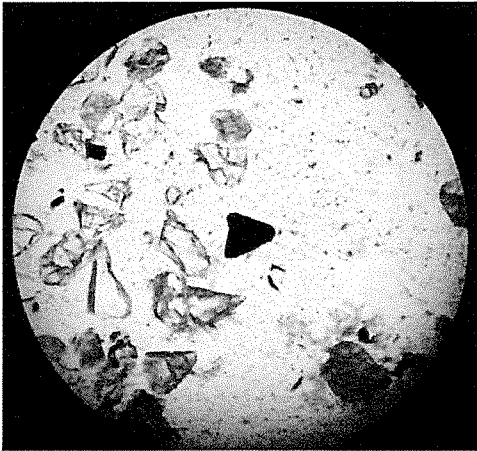


QV-09
 Análisis lineal elemental EDS

Análisis en línea con
 elementos separados

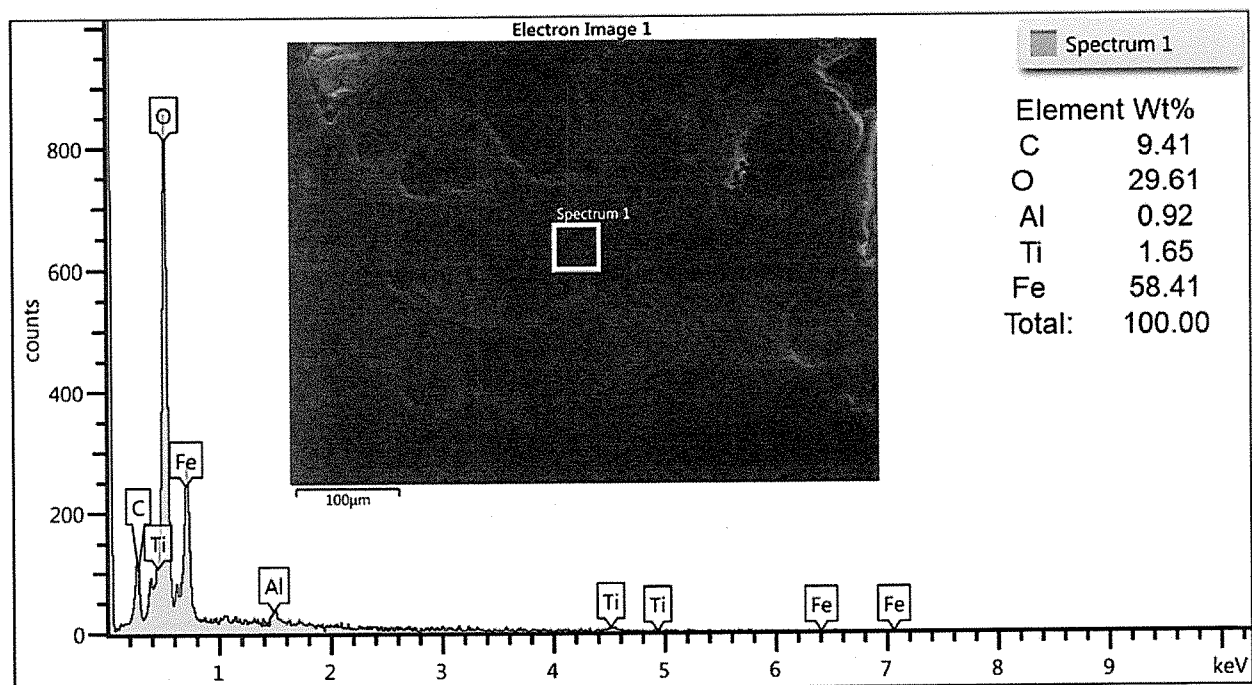


Muestra QV BC E2

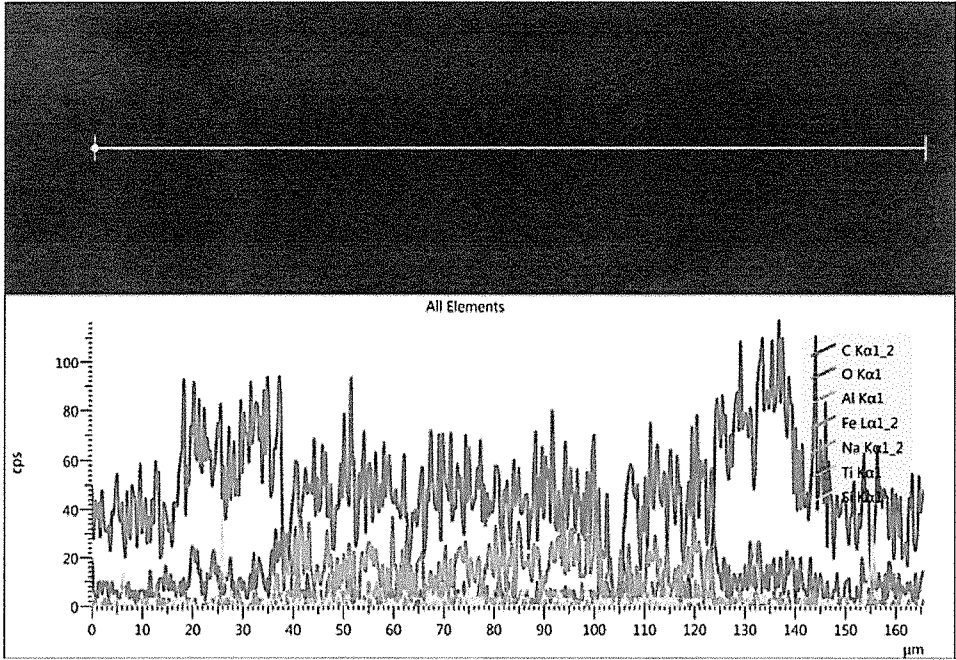


Muestra QV BC E2

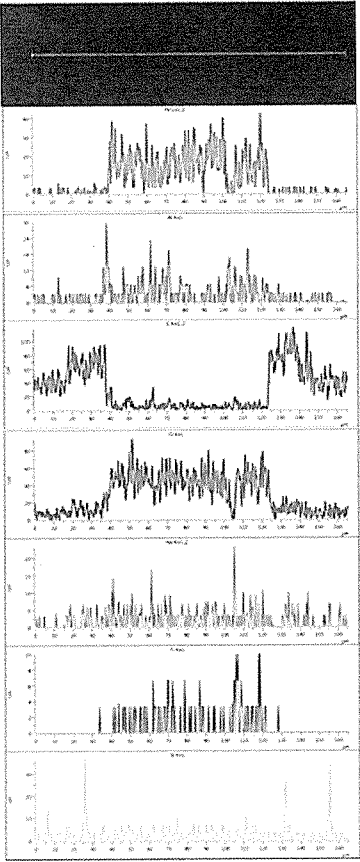
Análisis elemental EDS



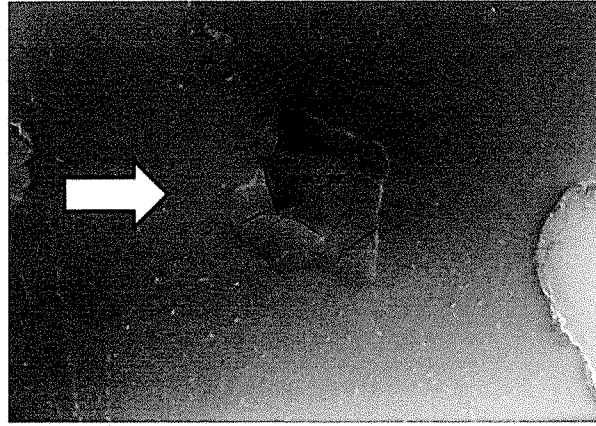
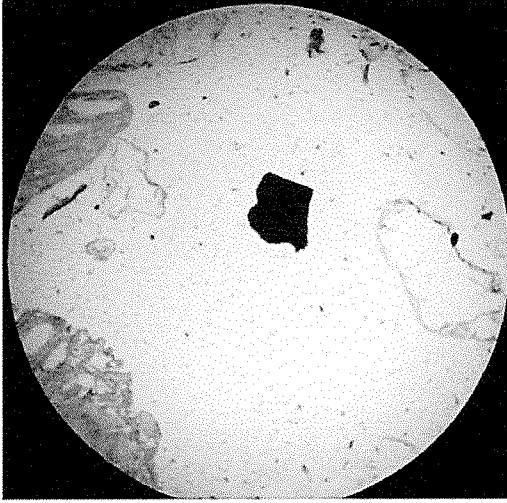
Análisis de elementos en línea



Análisis en línea
 con elementos
 separados

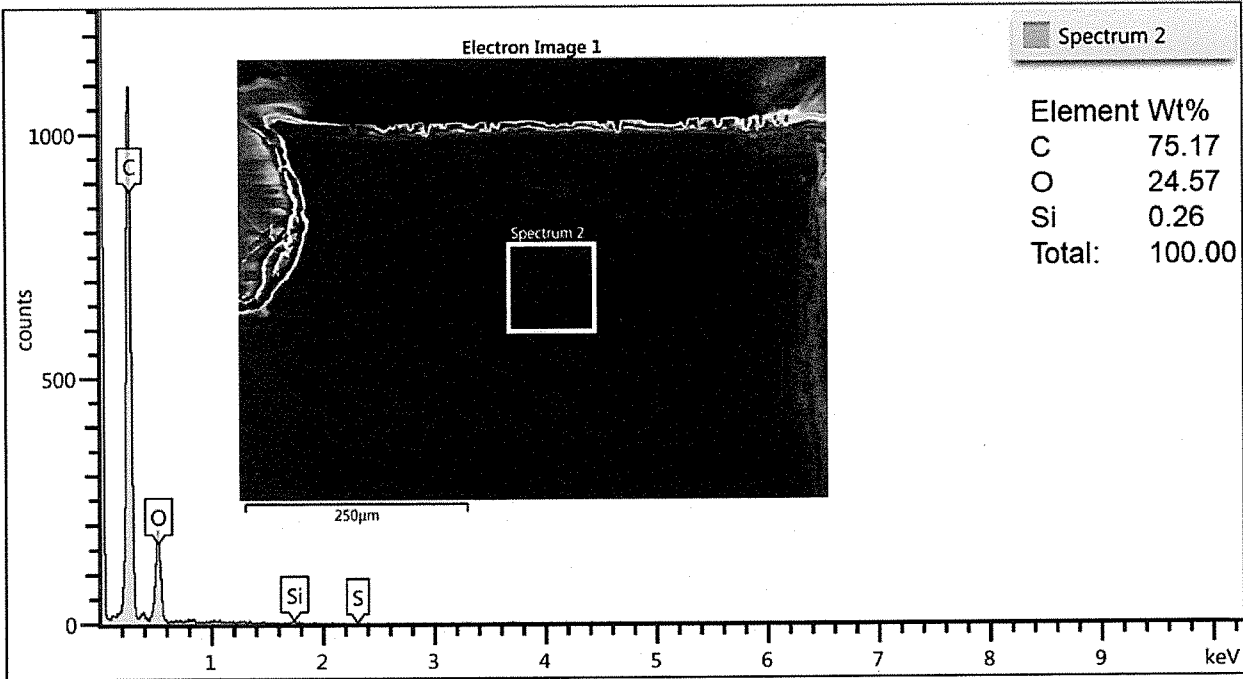


Muestra QV BC E4 B

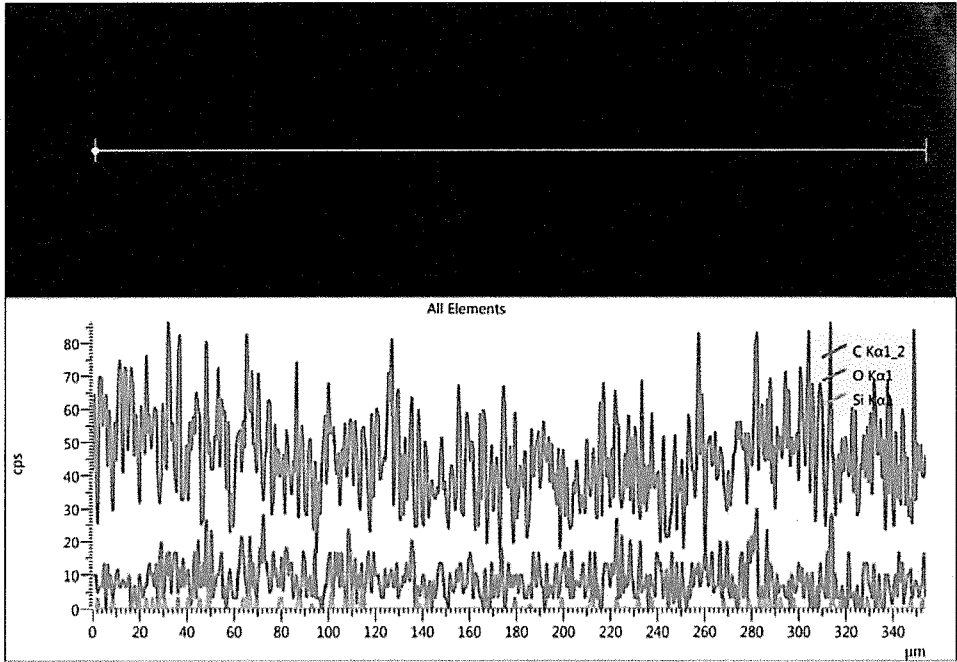


Muestra QV BC E4 B

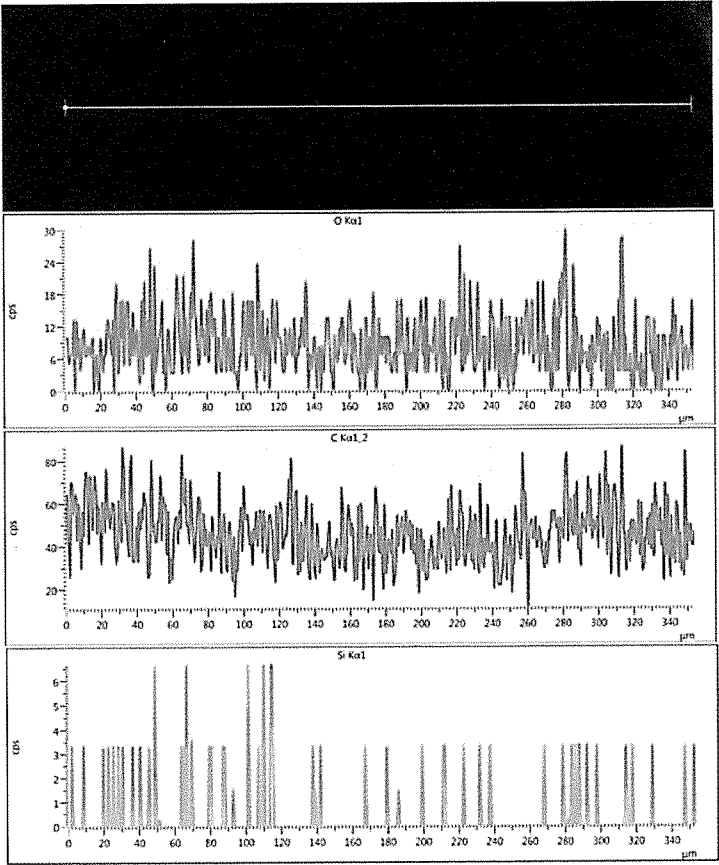
Análisis elemental EDS



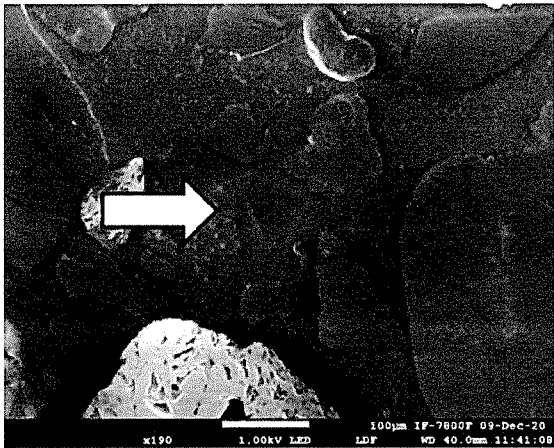
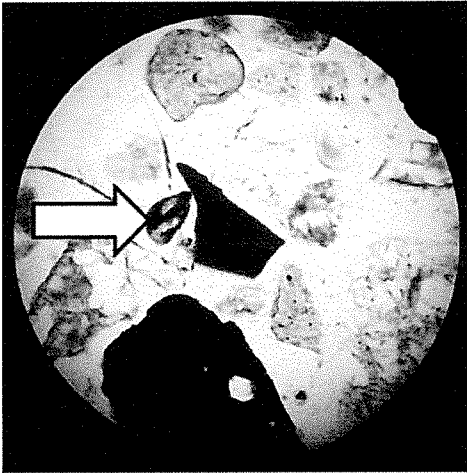
Análisis de elementos en línea



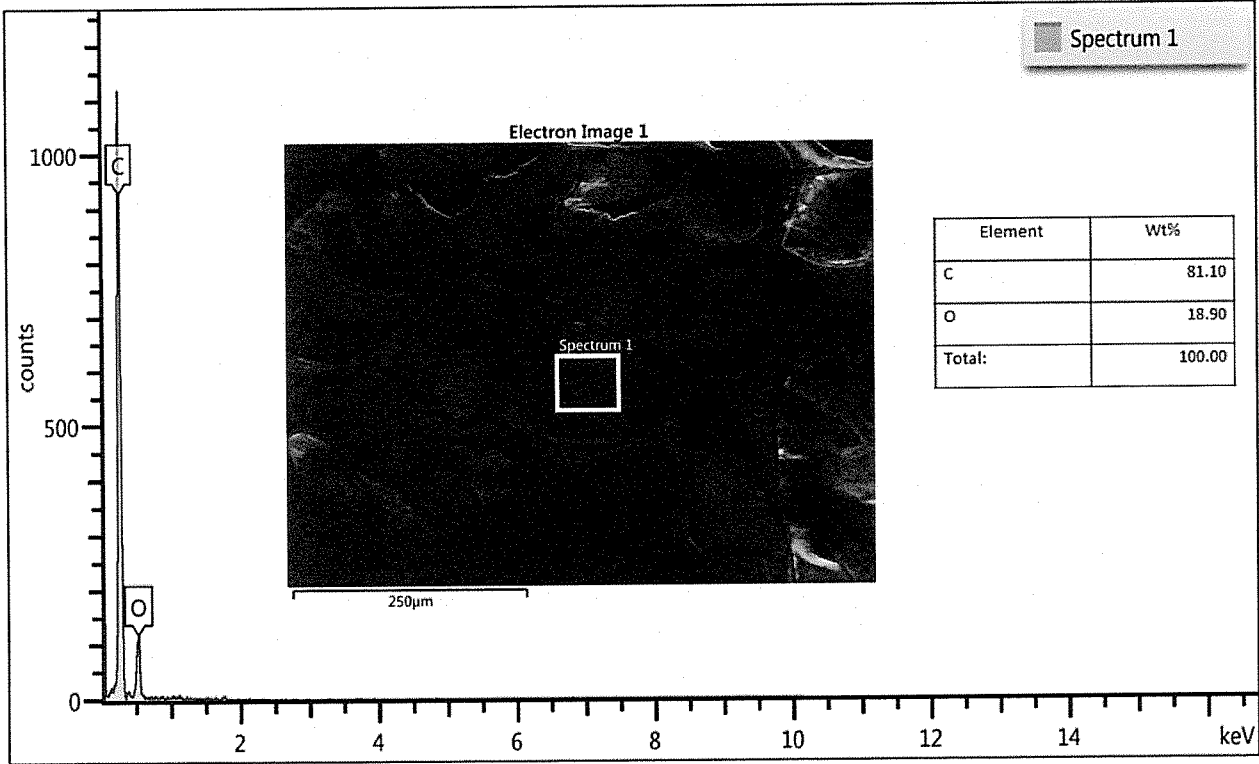
Análisis en línea
 con elementos
 separados



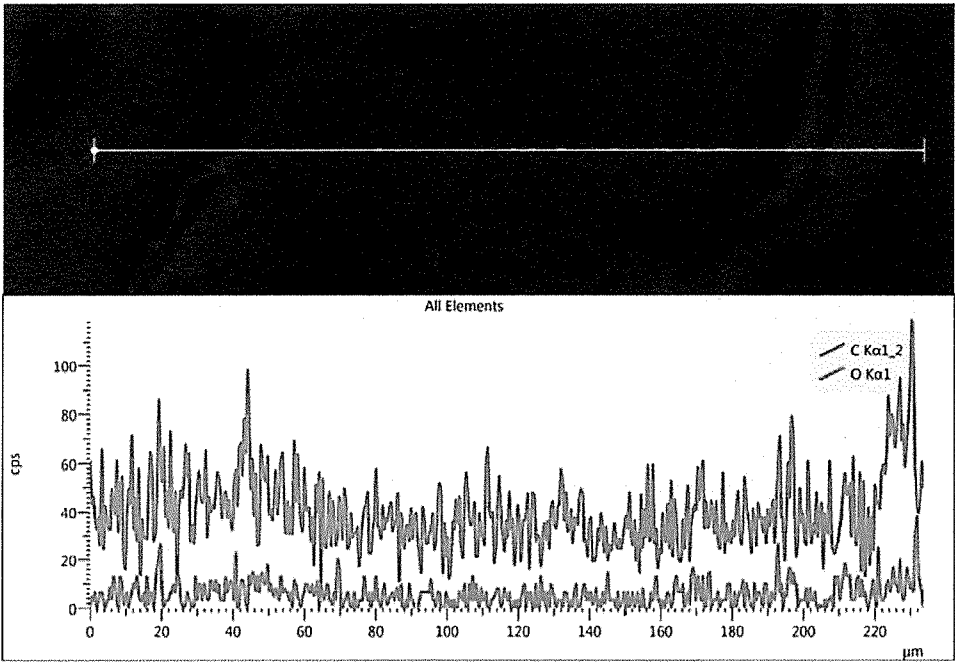
Muestra QV 12a



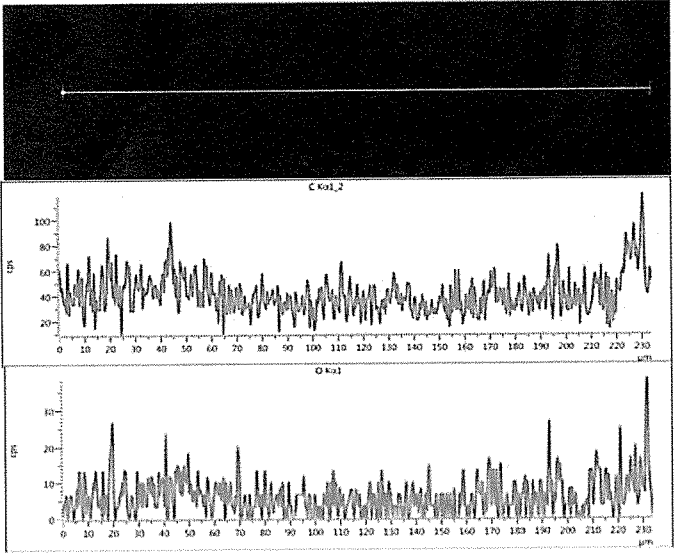
Muestra QV 12a
 Análisis elemental EDS



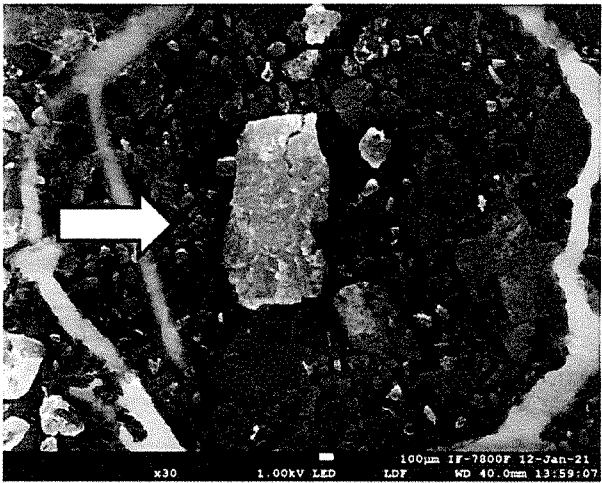
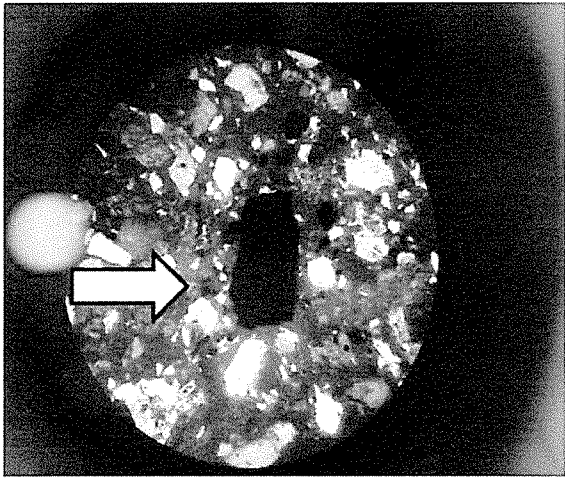
Análisis de elementos en línea



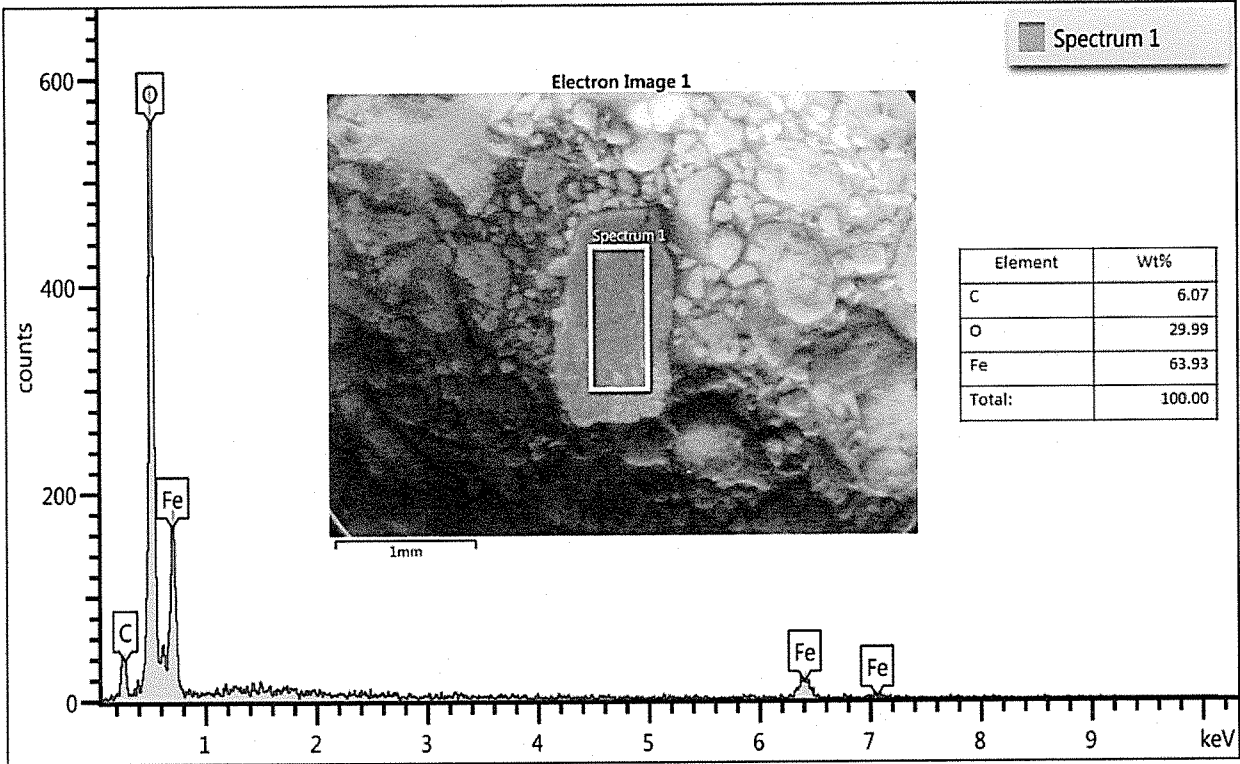
Análisis en línea
con elementos
separados



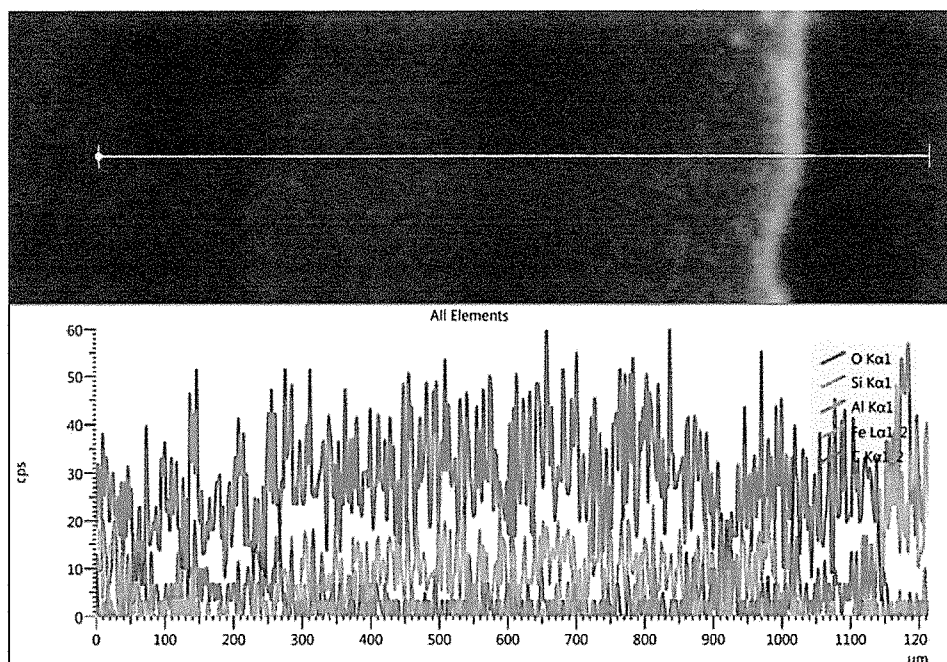
Muestra QV 12b



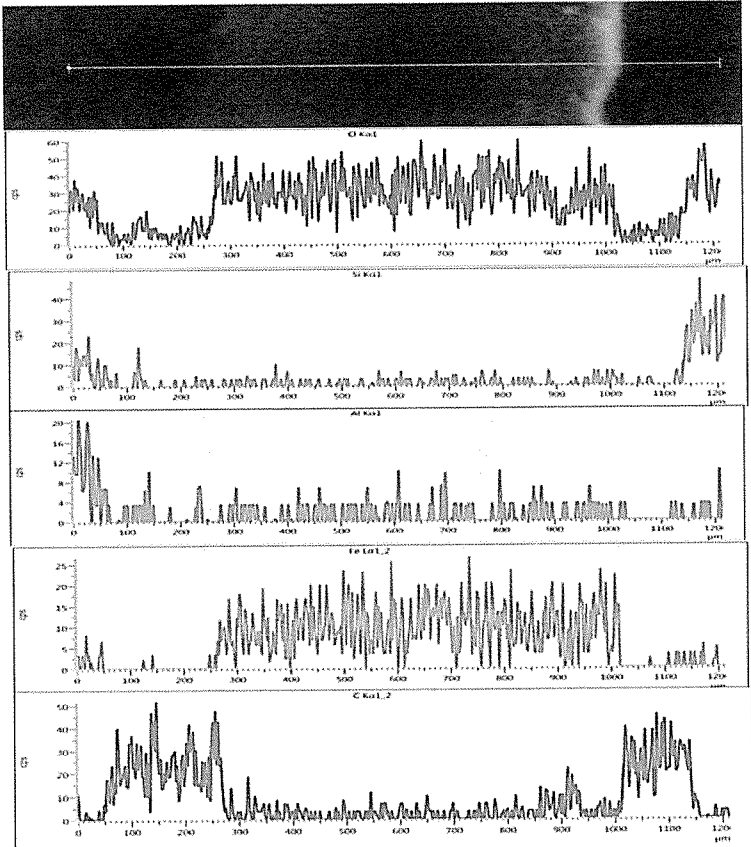
Muestra QV 12b
 Análisis elemental EDS



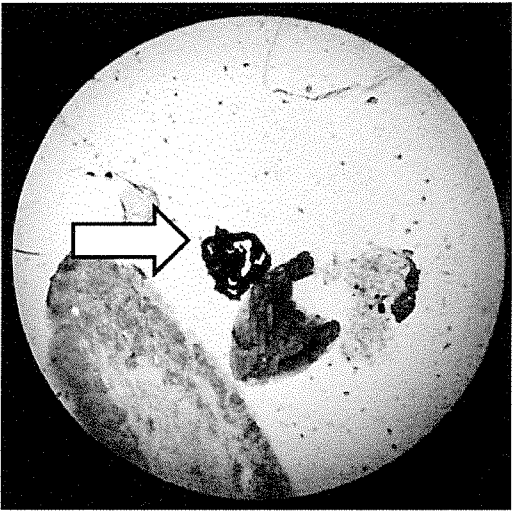
Análisis de elementos en línea



Análisis en línea
 con elementos
 separados

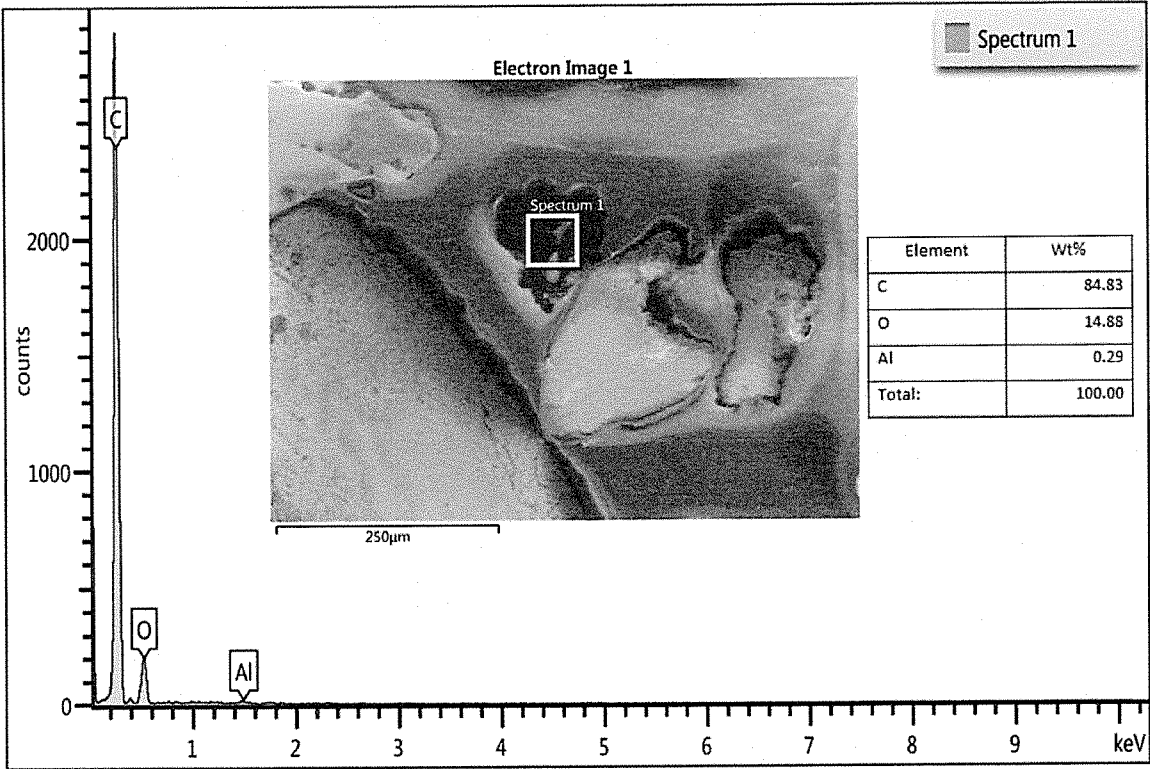


Muestra QV 13

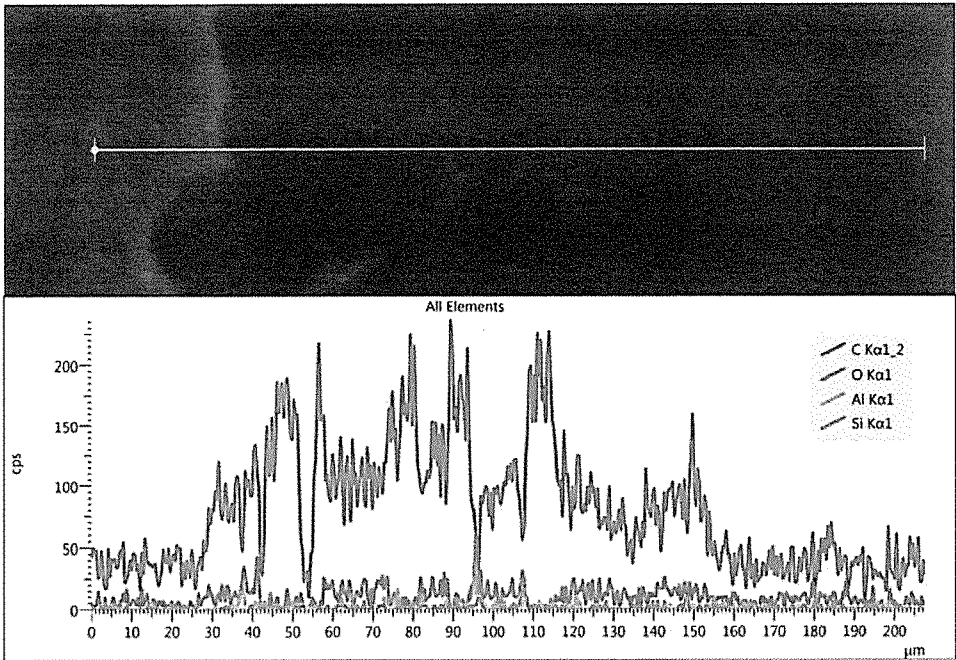


Muestra QV 13

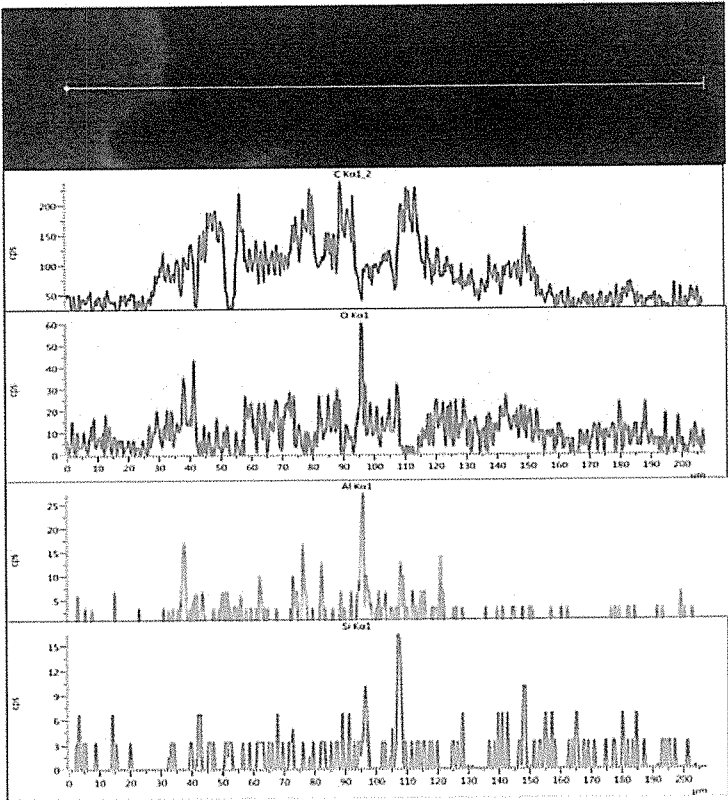
Análisis elemental EDS



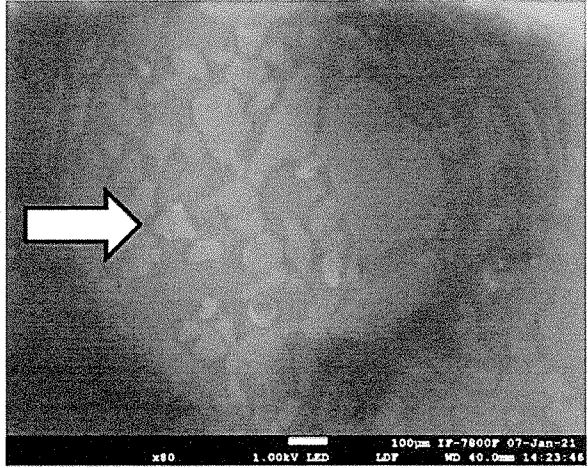
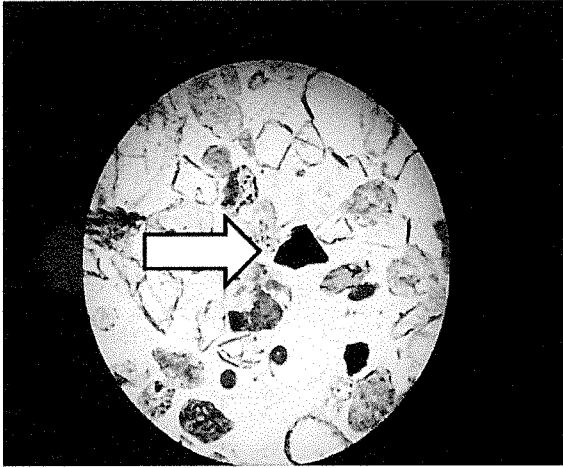
Análisis de elementos en línea



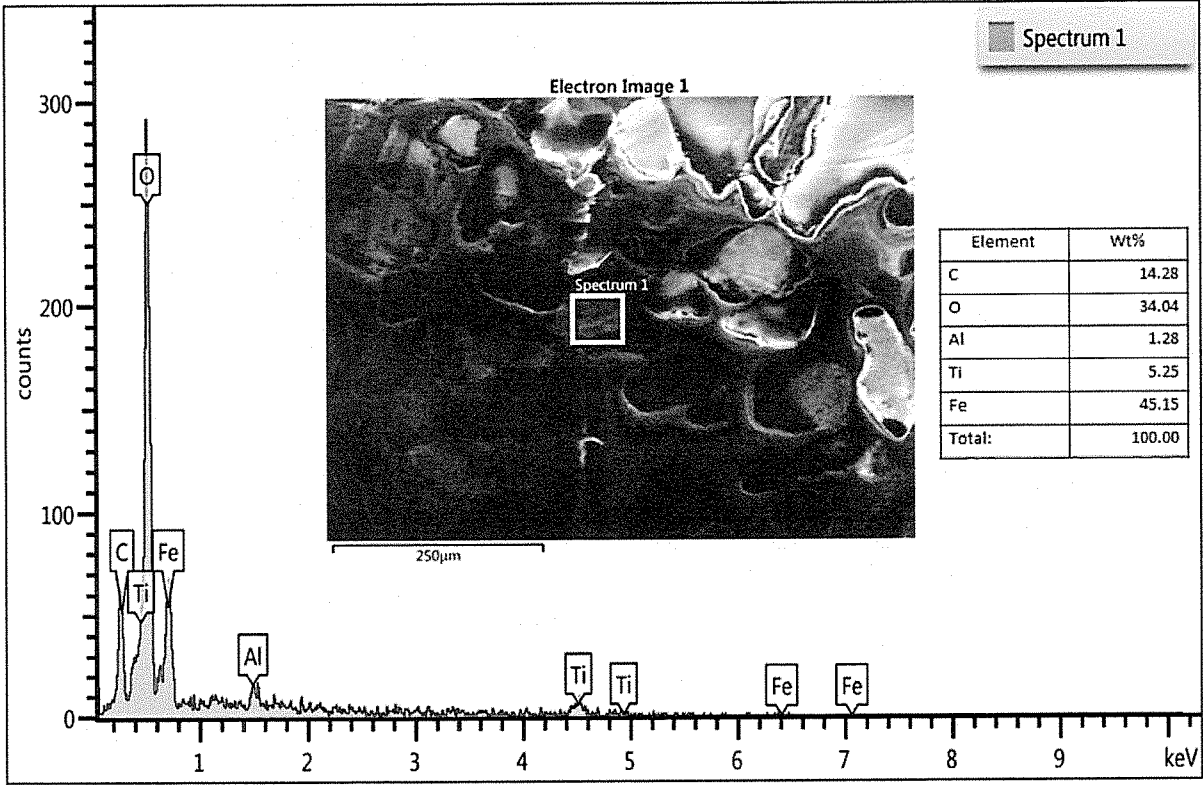
Análisis en línea
 con elementos
 separados



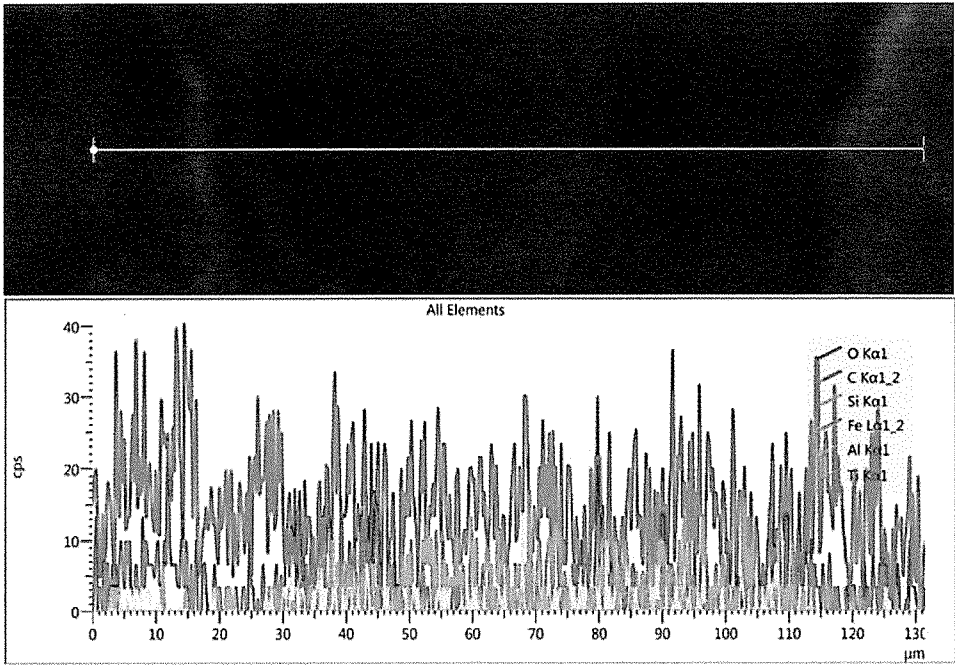
Muestra QV 03



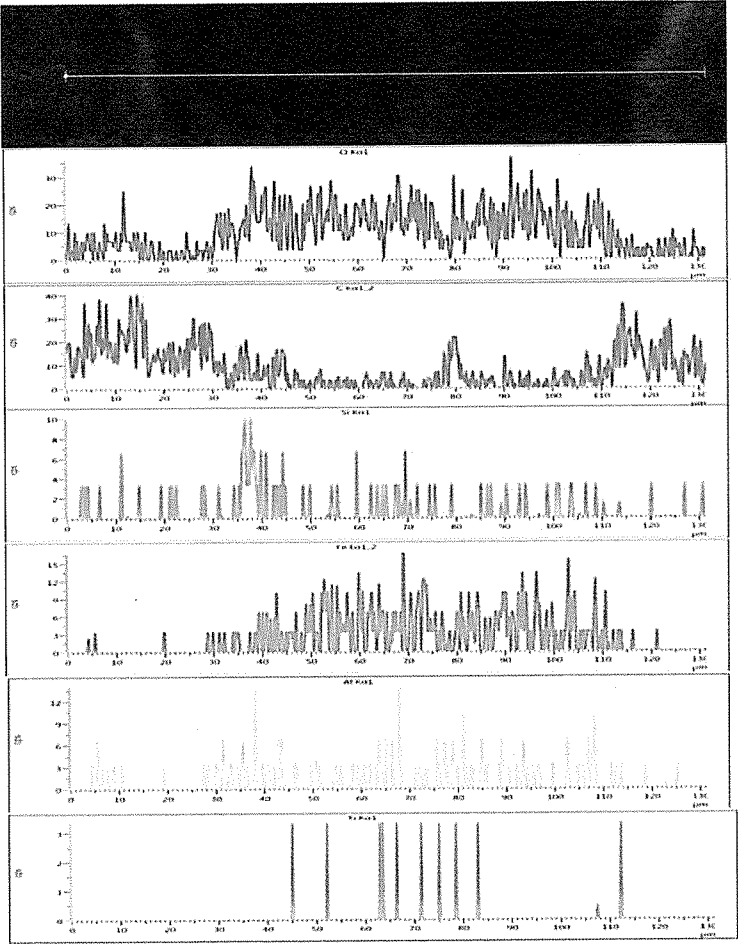
Muestra QV 03
 Análisis elemental EDS



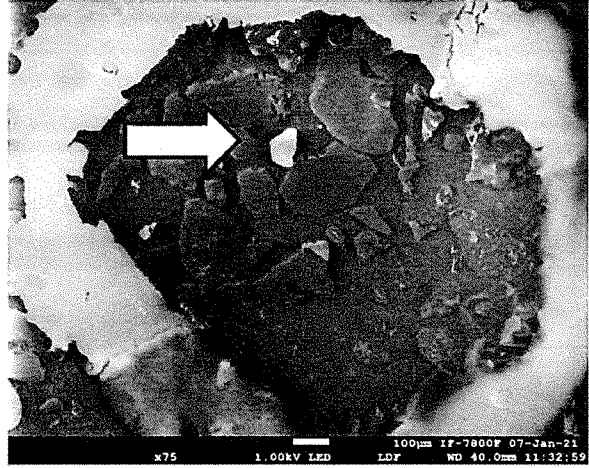
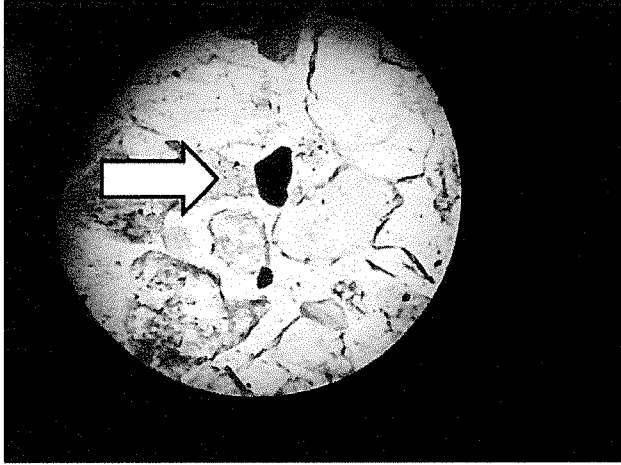
Análisis de elementos en línea



Análisis en línea
 con elementos
 separados

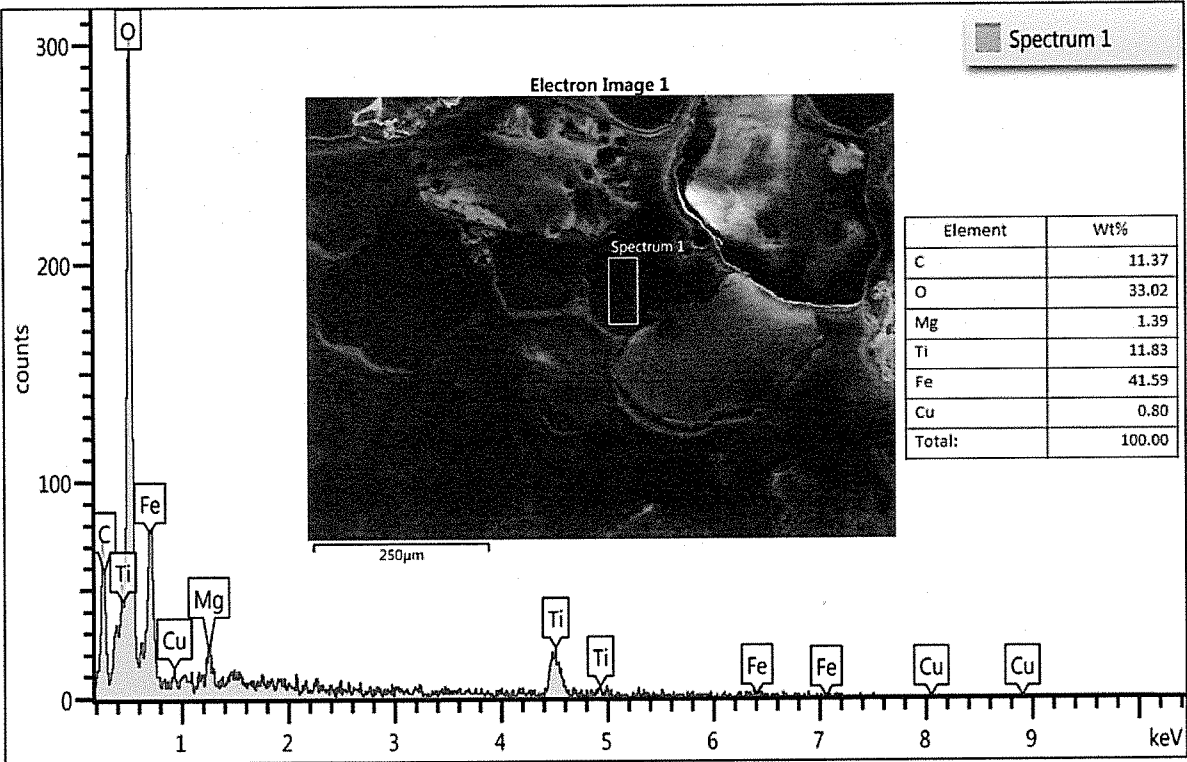


Muestra QV 20a

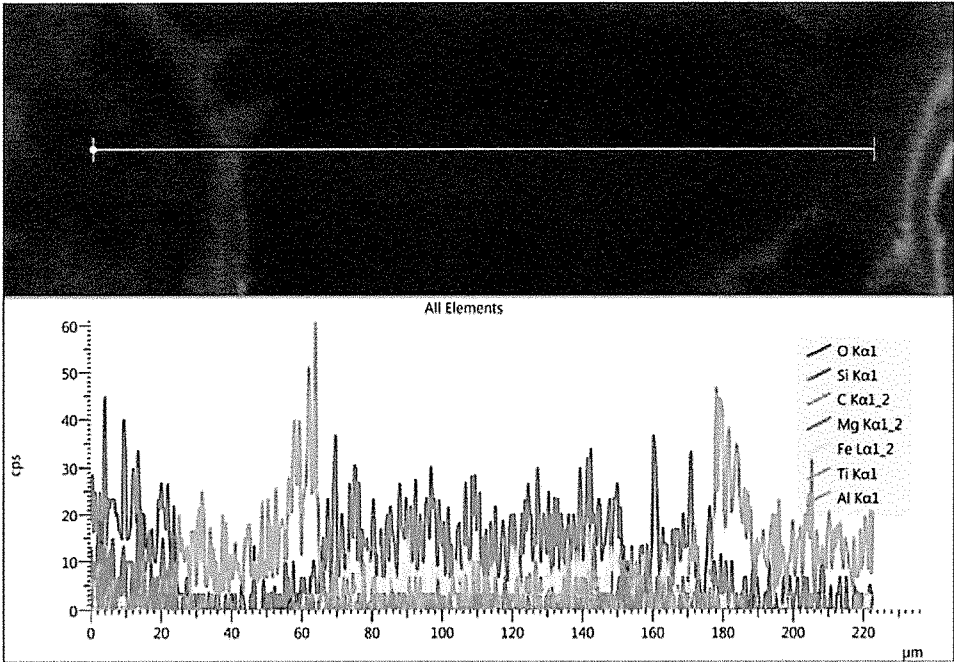


Muestra QV 20a

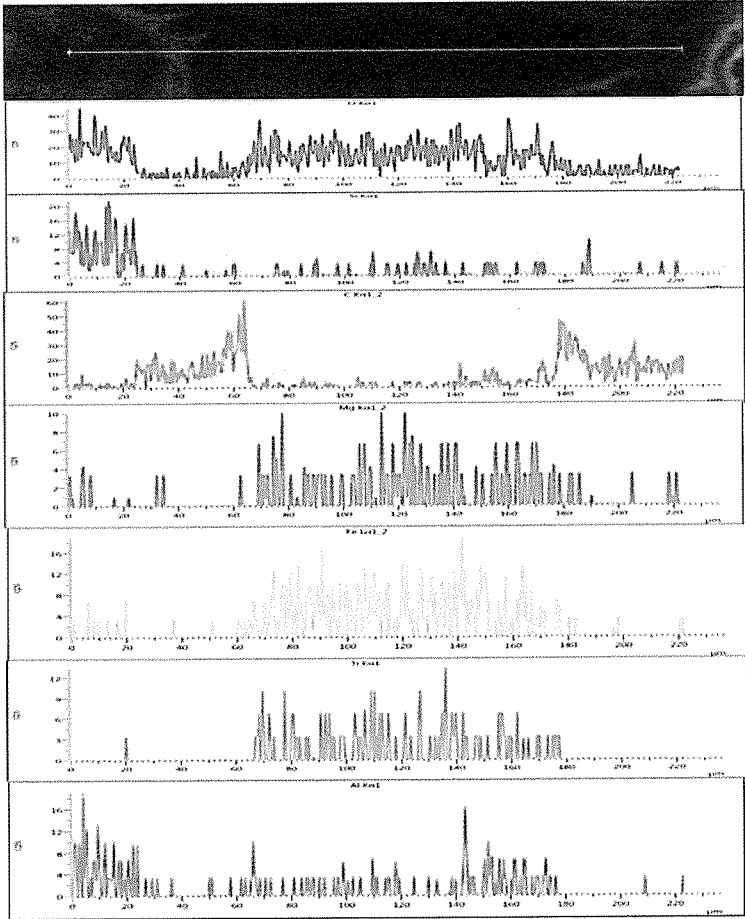
Análisis elemental EDS



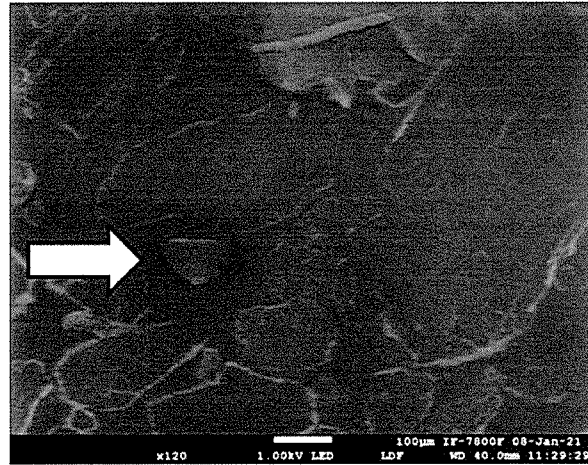
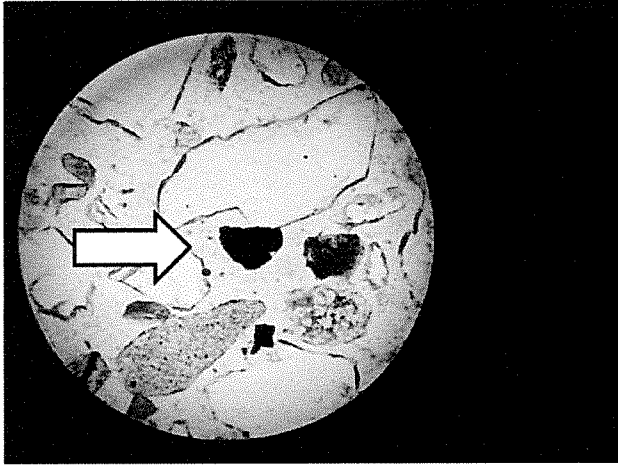
Análisis de elementos en línea



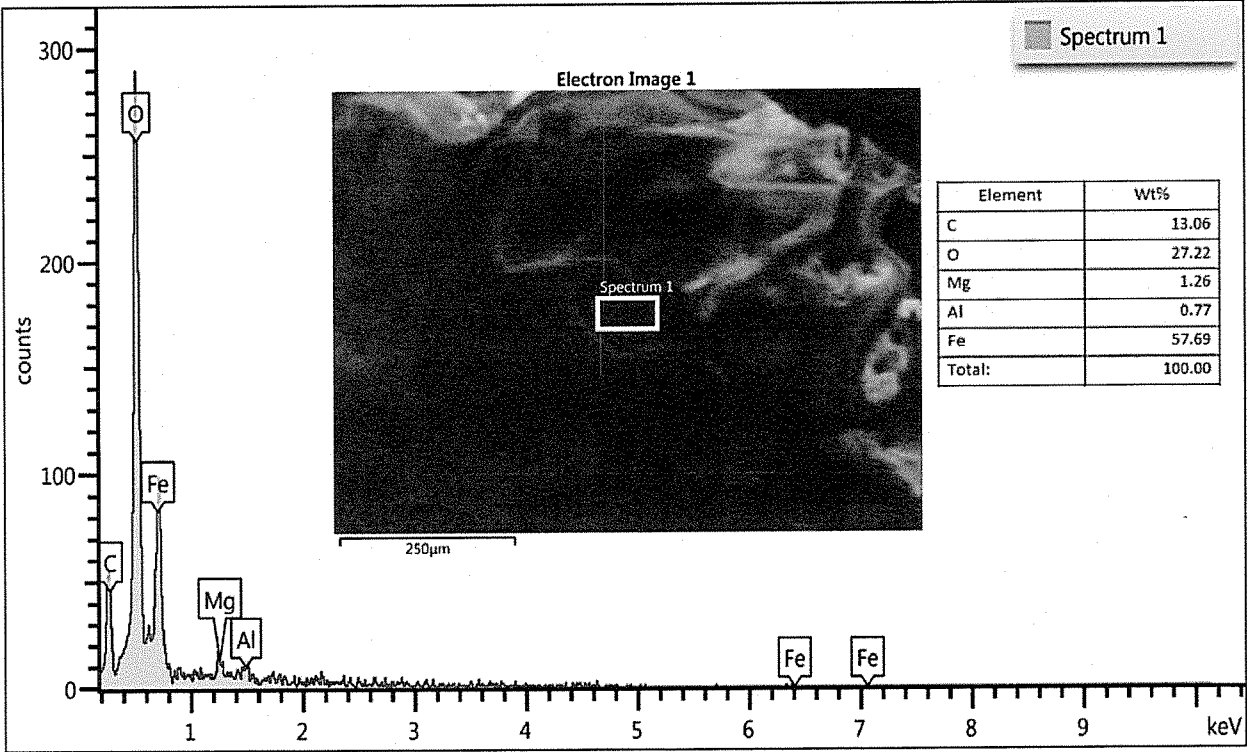
Análisis en línea
con elementos
separados



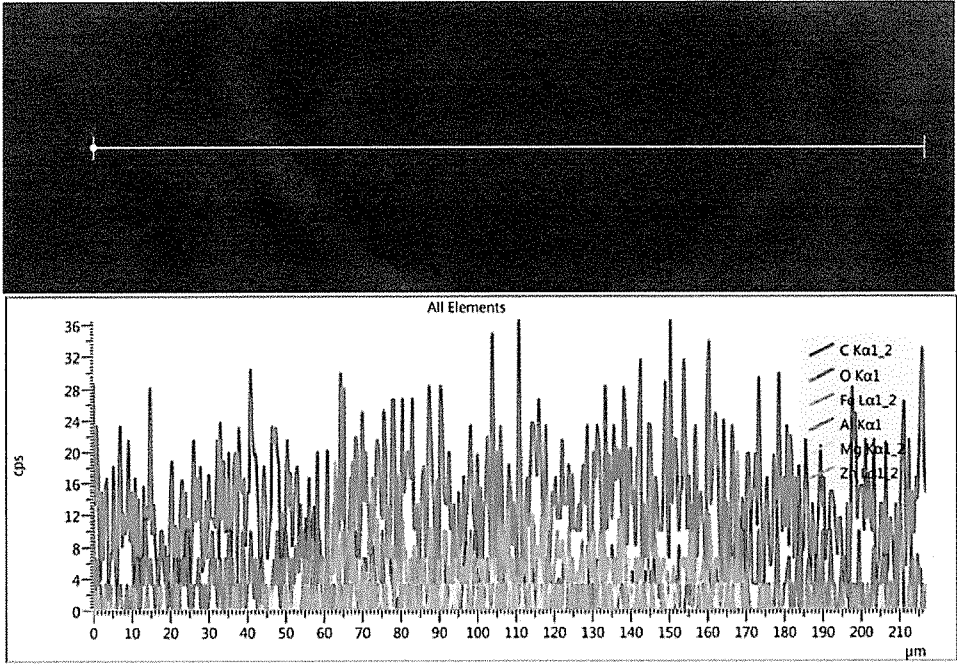
Muestra QV 20b



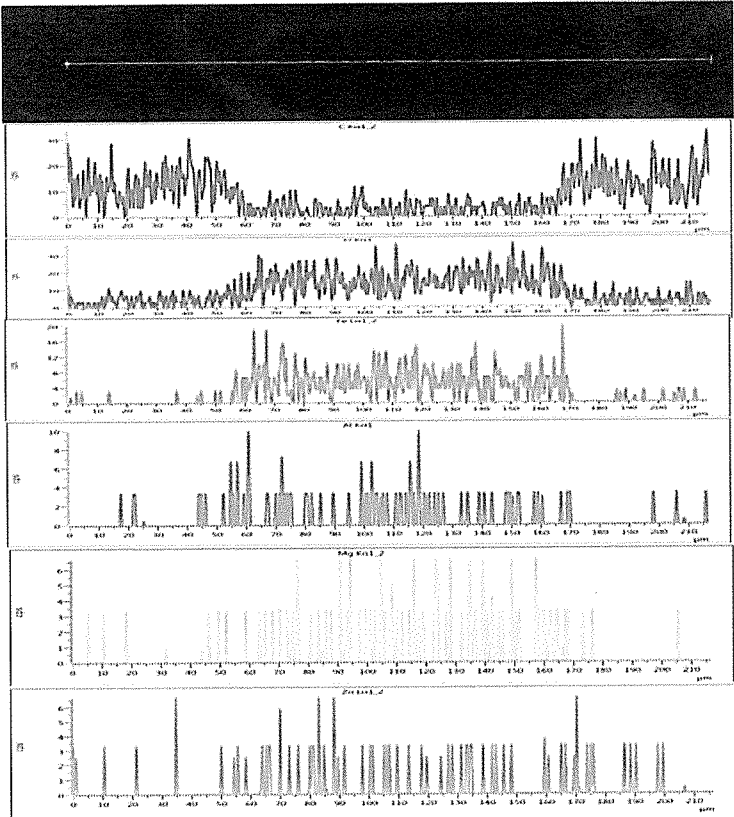
Muestra QV 20b
 Análisis elemental EDS



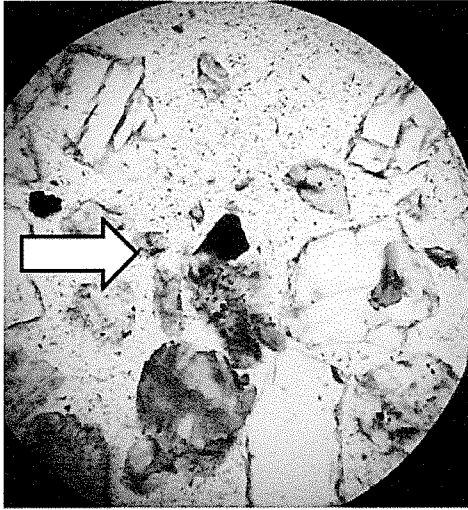
Análisis de elementos en línea



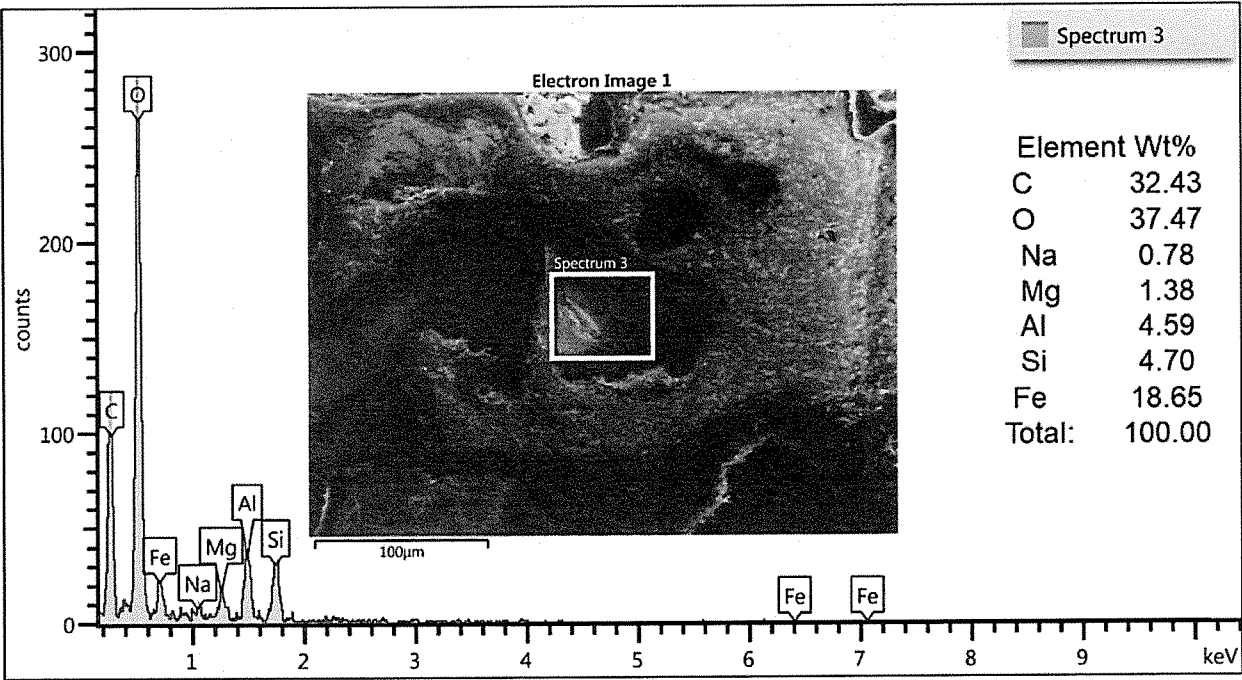
Análisis en línea
 con elementos
 separados



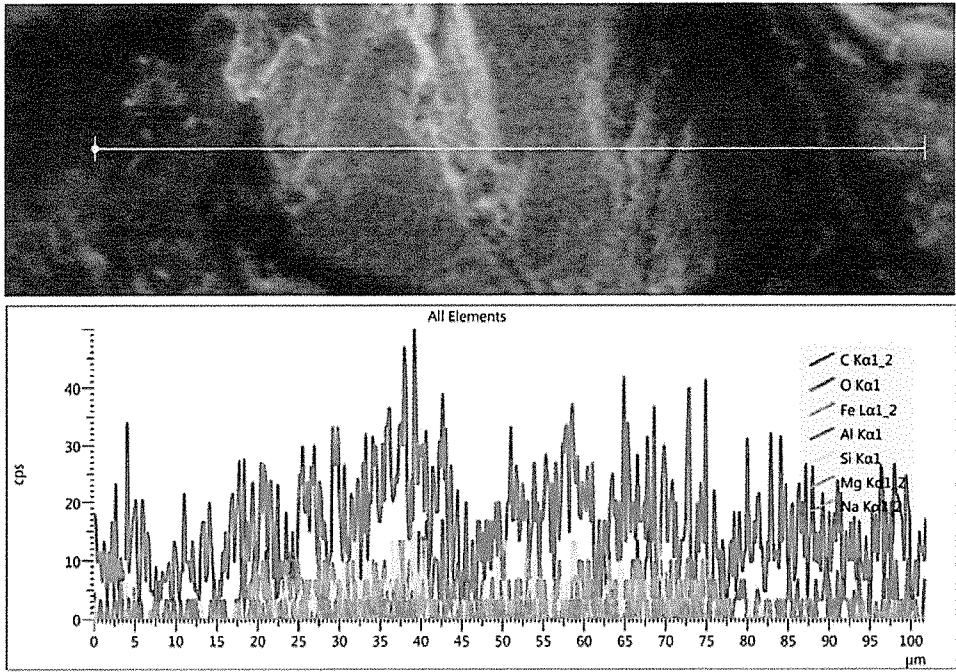
Muestra QV 19



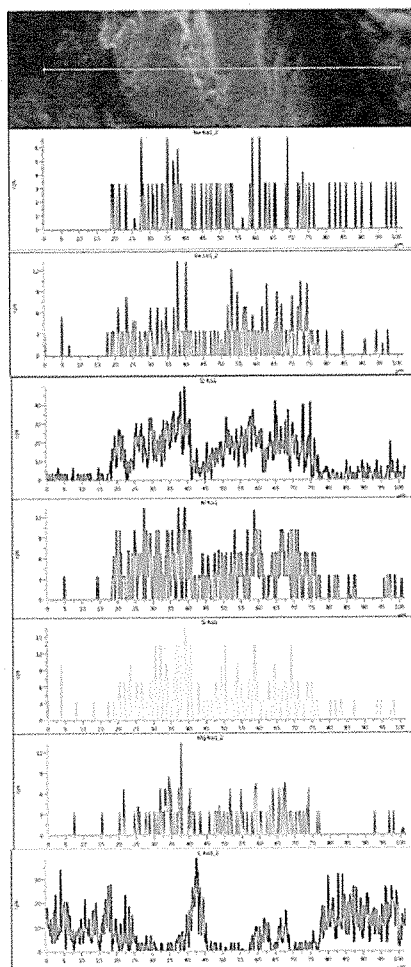
Muestra QV 19
 Análisis elemental EDS



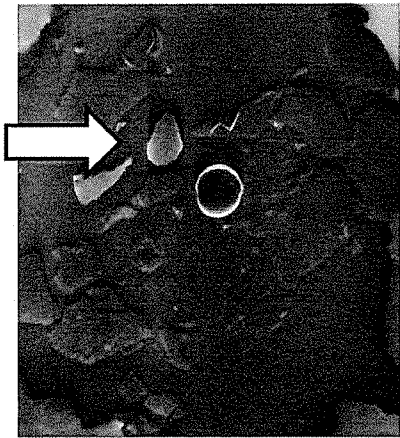
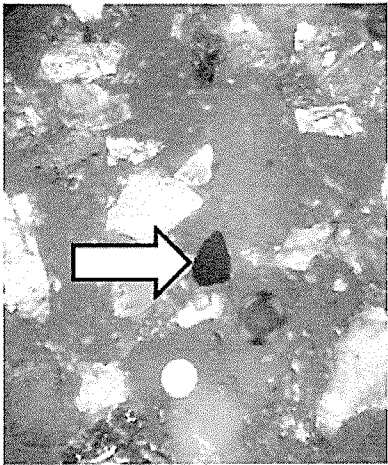
Análisis de elementos en línea



Análisis en línea
con elementos
separados

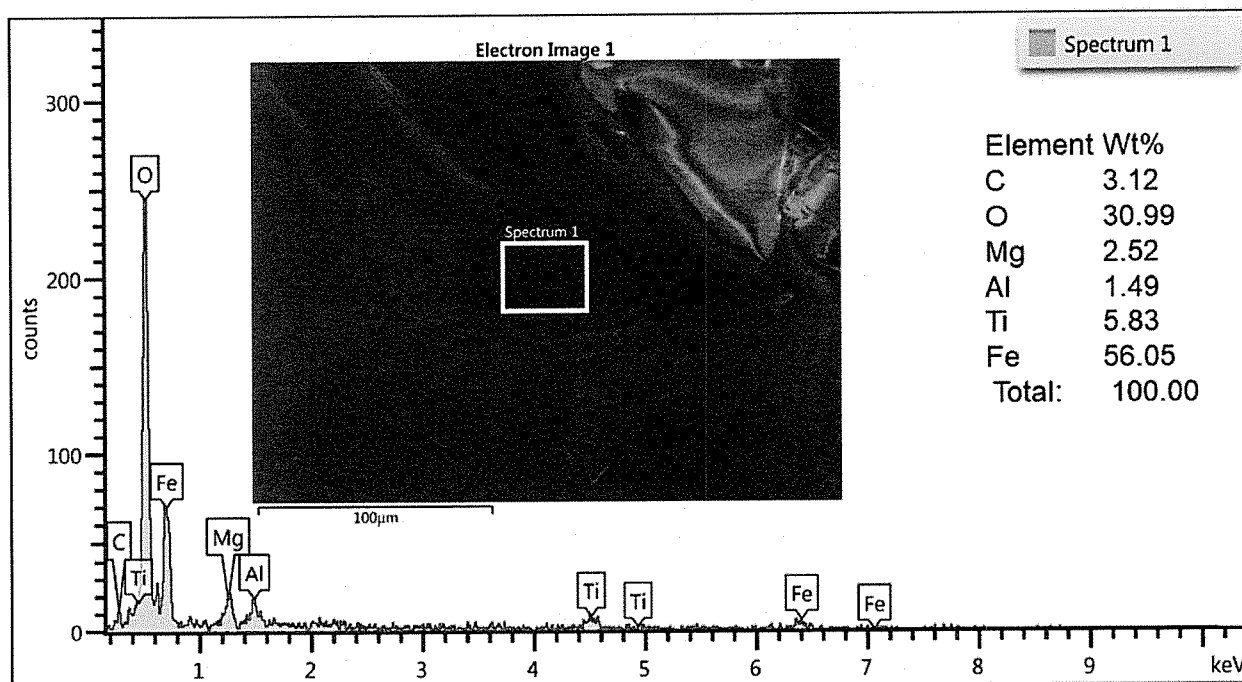


Muestra QV 11A

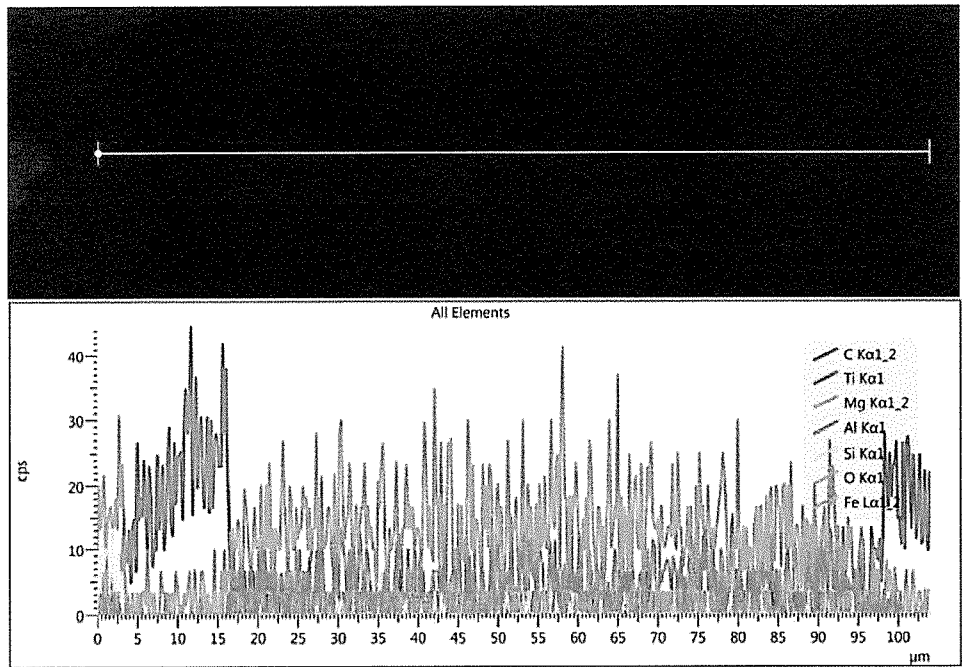


Muestra QV 11A

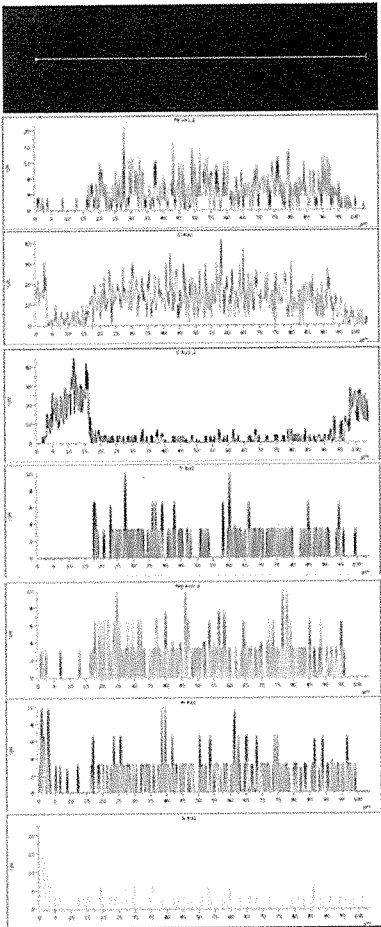
Análisis elemental EDS



Análisis de elementos en línea



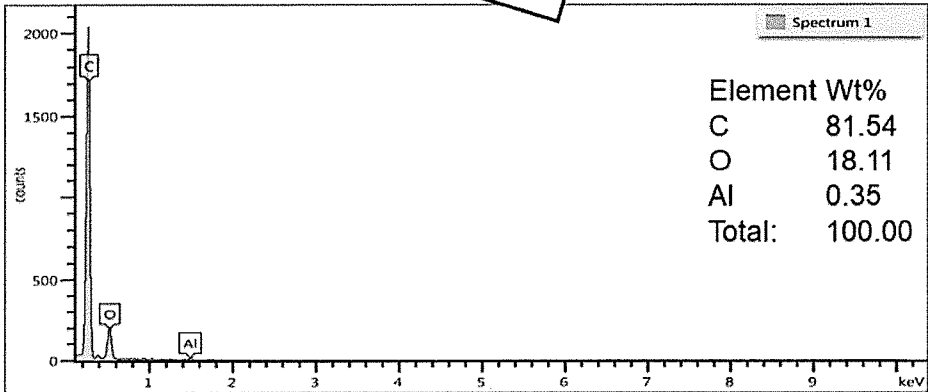
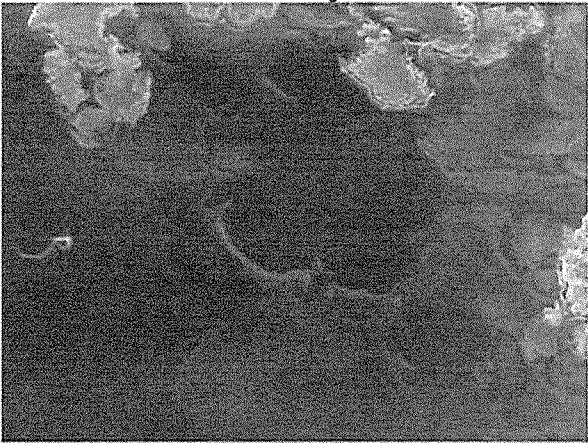
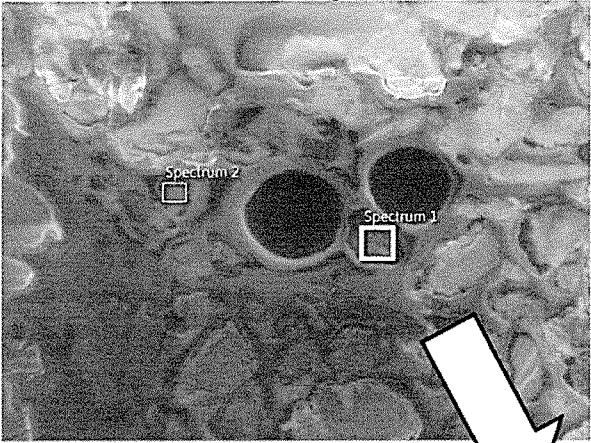
Análisis en línea
 con elementos
 separados



Muestra QV BC E3

Electron Image 1

Electron Image 2



La resina se daño con la radiación del haz electrónico. Por lo que no fue posible llevar acabo el análisis en línea

ANEXO “D” TESTIGOS DE SEDIMENTOS

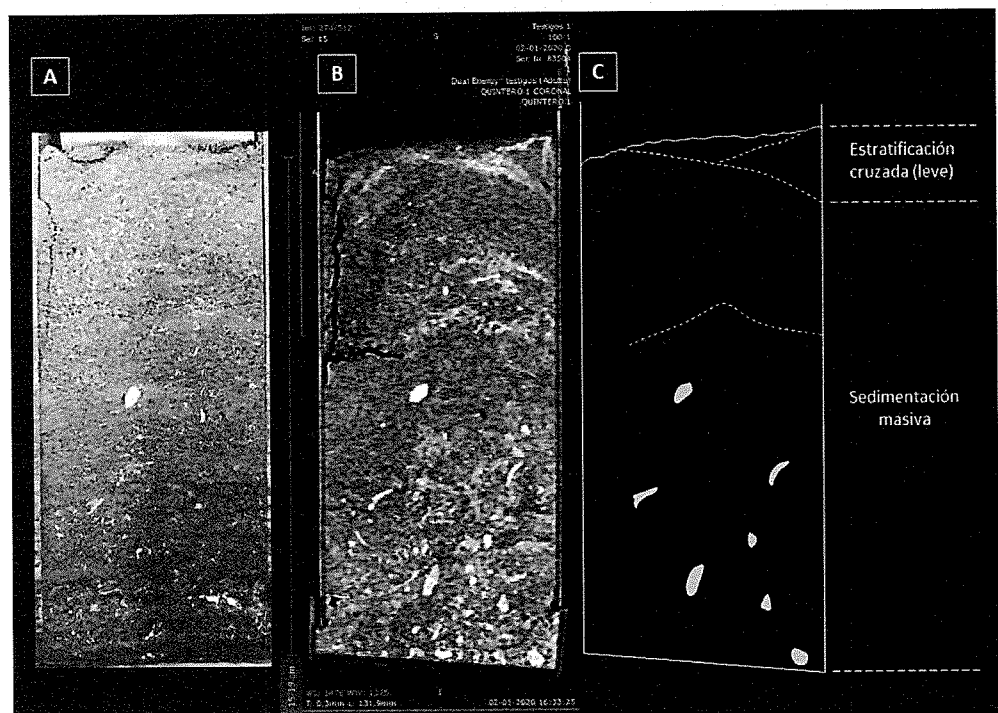


Figura A-23. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B), esquema de las estructuras internas (C) del **testigo 1**. El testigo tiene un largo de 15,19 cm, presenta una estructura principalmente masiva con una estratificación cruzada leve en la sección superior. El tamaño de los granos va de limo a arena media (0,004 - 0,5 mm). El sedimento es de color pardo, se encuentra moderadamente seleccionado y los granos presentan una morfología sub-discoidal a sub-angulosa. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (55%), líticos (10%), feldespato potásico (9%) anfíboles (7%), plagioclasa (3%), biotita (1%) y fragmentos de bivalvos y gastrópodos. Se observa presencia de burbujas anaranjadas hidrófobas a lo largo del testigo que podrían corresponder a aceites o lubricantes.

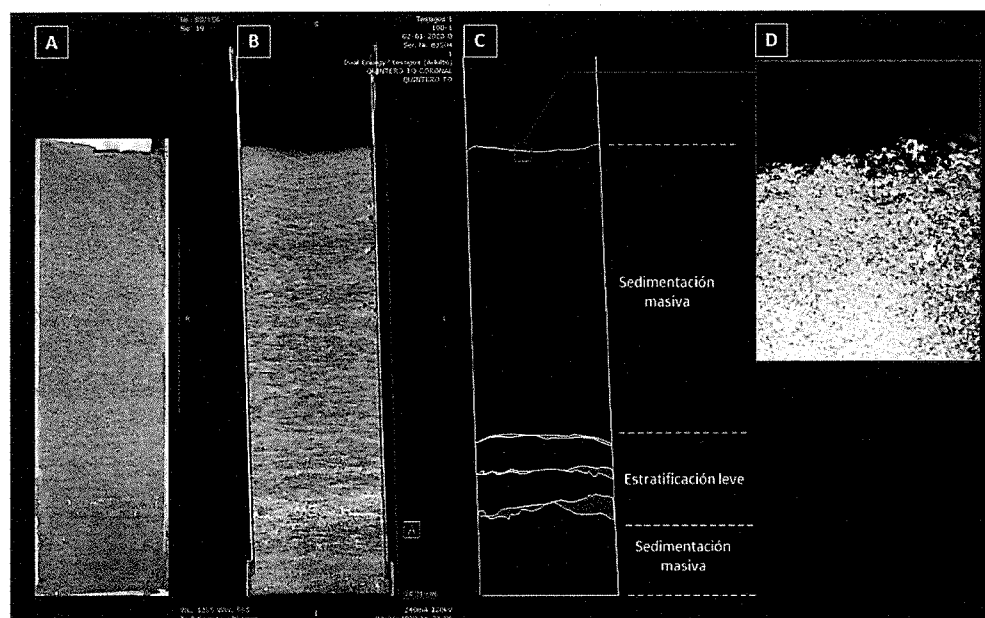


Figura A-24. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B), esquema de las estructuras internas (C) y fotografía con lupa binocular de partículas de carbón (D) del **testigo To**. El testigo tiene un largo de 24,21 cm, presenta una estructura principalmente masiva de arena fina a media (0,125-0,5 mm) y una estratificación leve marcada por fragmentos de bivalvos y gastrópodos: El sedimento es de color pardo, se encuentra bien seleccionado y los granos presentan una morfología sub-discoidal a sub-angulosa. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (80%), feldespato potásico (3%), anfíboles (2.5%), biotita (2%), plagioclasa (2%), fragmentos de bivalvos y gastrópodos (2%), carbón (0.5%), fragmentos líticos (8%). Las partículas de carbón se encuentran solo en la sección superficial del testigo (D), además de hebras de plástico a lo largo de este.

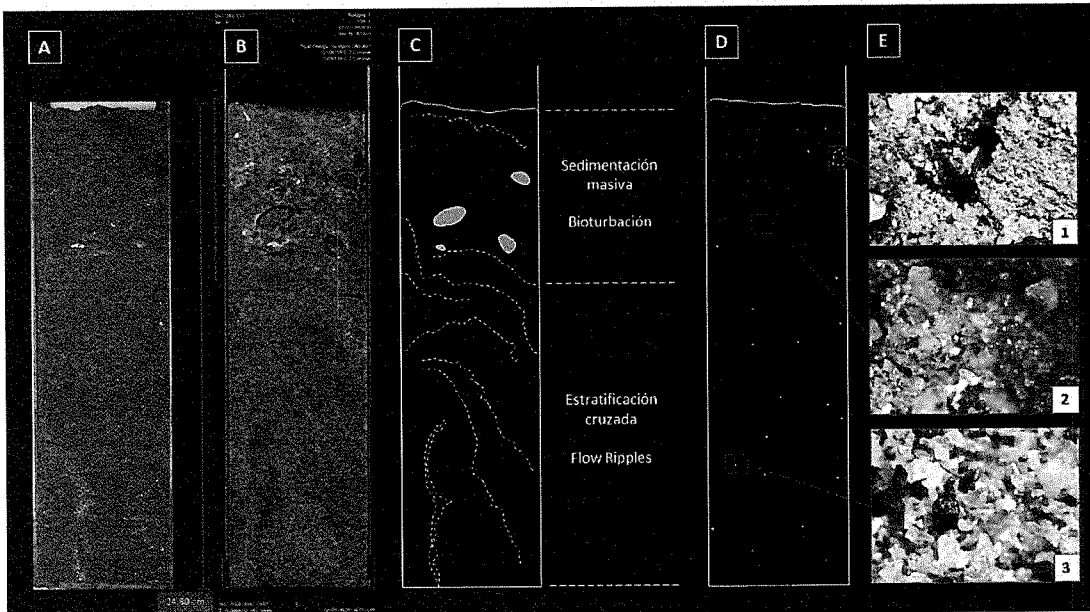


Figura A-25. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B), esquema de las estructuras internas (C), esquema representativo de la distribución de las partículas de carbón (D), fotografías con lupa binocular de partículas de carbón (E.1 y E.3) y fotografía con lupa binocular de una burbuja hidrófoba (E.2) del testigo 2. El testigo tiene un largo de 24,80 cm, presenta una estructura masiva levemente bioturbada en la sección superior, mientras que en la sección inferior las estructuras son ligeramente estratificadas de tipo flow ripples. El sedimento es de color pardo claro a oscuro, se encuentra bien seleccionado y los granos presentan una morfología sub-discoidal a sub-angulosa. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (50%), plagioclasa (5%), feldespato potásico (5%), biotita (5%), anfíboles (5%) y magnetita (>1%), líticos (15%) y fragmentos de bivalvos y gastrópodos. Se observan burbujas anaranjadas hidrófobas y hebras de plástico a lo largo del testigo.

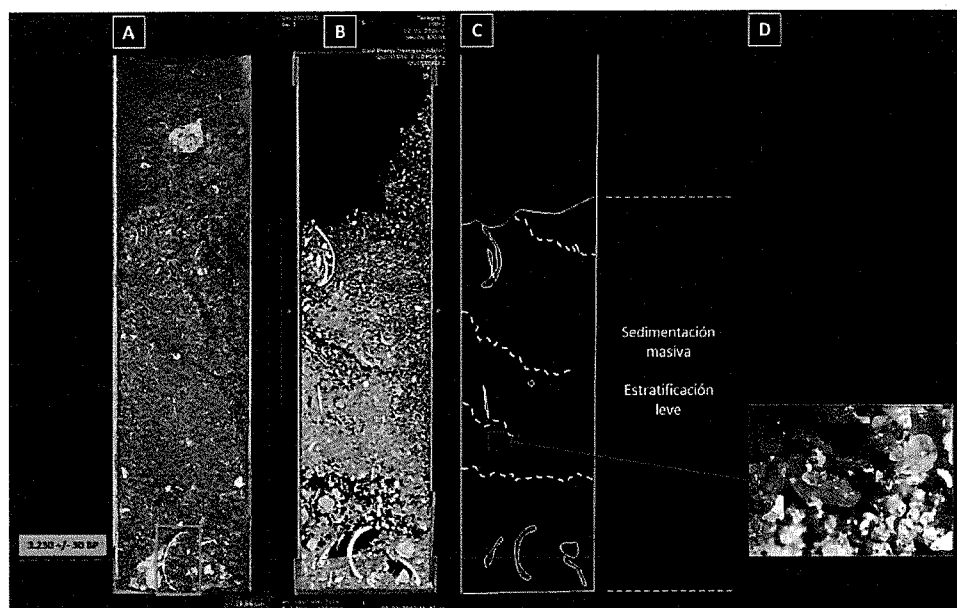


Figura A-26. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B), esquema de las estructuras internas (C) y fotografía con lupa binocular de cristales de azufre del testigo 3. El testigo tiene un largo de 19,66 cm, presenta una estructura principalmente masiva de arena fina a gruesa (0,125 - 1 mm). El sedimento es de color pardo, se encuentra pobremente seleccionado y los granos presentan una morfología discoidal a sub-angulosa. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (65%), feldespato potásico (5%), anfíbol (9%), biotita (1%) y fragmentos de bivalvos y gastrópodos (20%). Se observa presencia de burbujas anaranjadas hidrófobas a lo largo del testigo que podrían corresponder a aceites o lubricantes. El cuadro rojo grueso representa la muestra que fue datada con el método de radiocarbono y la edad obtenida (Conventional Radiocarbon Ages) se encuentra al costado izquierdo resaltada en rojo. La línea roja punteada es solo de referencia visual.

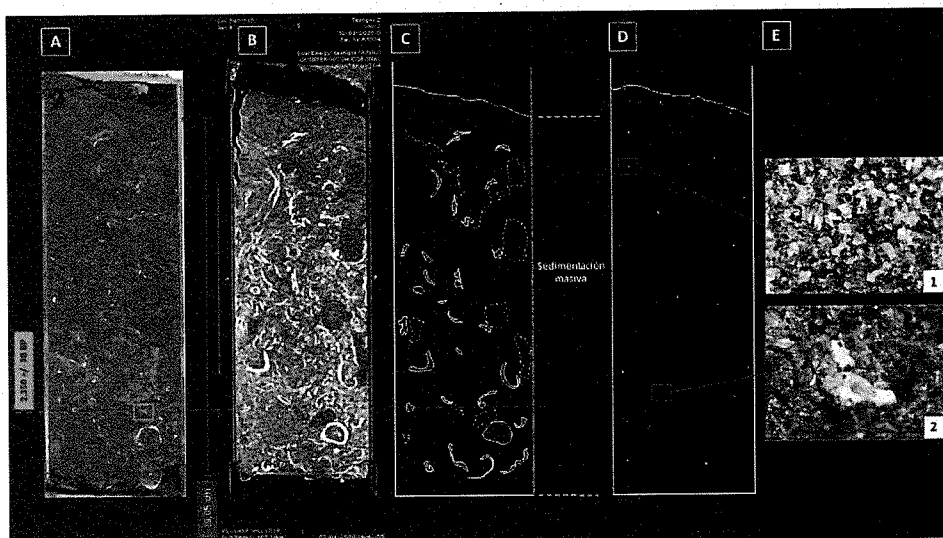


Figura A-27. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B), esquema de las estructuras internas (C), esquema representativo de la distribución de las partículas de carbón (D), fotografía con lupa binocular de una partícula de carbón (E.1) y fotografía con lupa binocular de burbujas hidrófobas (E.2) del **testigo 4**. El testigo tiene un largo de 19,05 cm, presenta una estructura principalmente masiva de partículas tamaño limo a arena gruesa con presencia de fragmentos de bivalvos y gastrópodos. El sedimento es de color pardo oscuro, se encuentra pobremente seleccionado y los granos presentan una morfología discoidal a sub-angulosa. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (48%), anfíbol (5%), feldespato potásico (5%), plagioclasa (3%), magnetita (3%), biotita (0.9%) y carbón (0.1%), líticos (10%) y fragmentos de bivalvos y gastrópodos (25%). Se observa presencia de burbujas anaranjadas hidrófobas a lo largo del testigo que podrían corresponder a aceites o lubricantes, además de plástico. El cuadro rojo grueso representa la muestra que fue datada con el método de radiocarbono y la edad obtenida (Conventional Radiocarbon Ages) se encuentra al costado izquierdo resaltada en rojo. La línea roja punteada es solo de referencia visual.

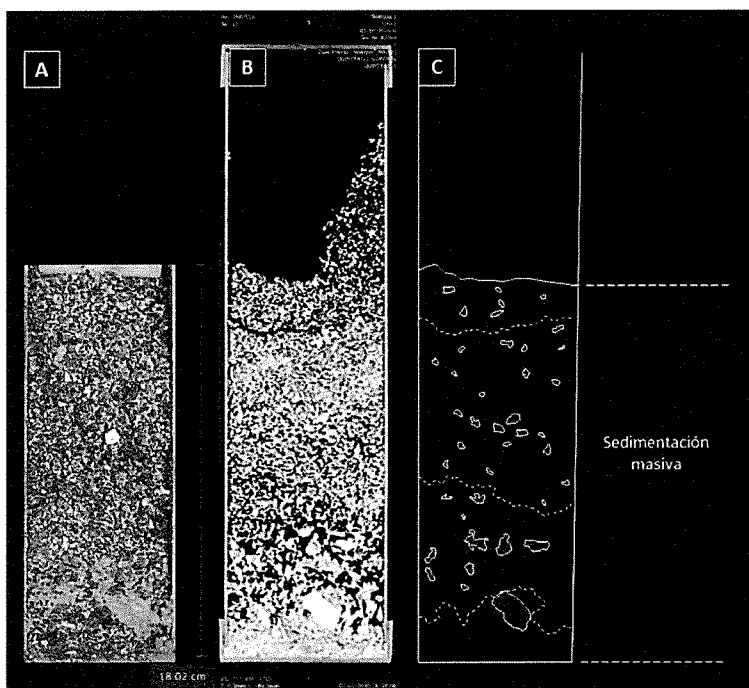


Figura A-28. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B) y esquema de las estructuras internas (C) del **testigo 5**. El testigo tiene un largo de 18,02 cm, presenta una estructura masiva de arena media a muy gruesa (0,25 - 2 mm). El sedimento es de color pardo claro, se encuentra mal seleccionado y los granos presentan una morfología sub-discoïdal a sub-redondeada. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (60%), fragmentos de bivalvos y gastrópodos (30%), anfíbol (5%), feldespato potásico (4%) y biotita (1%).

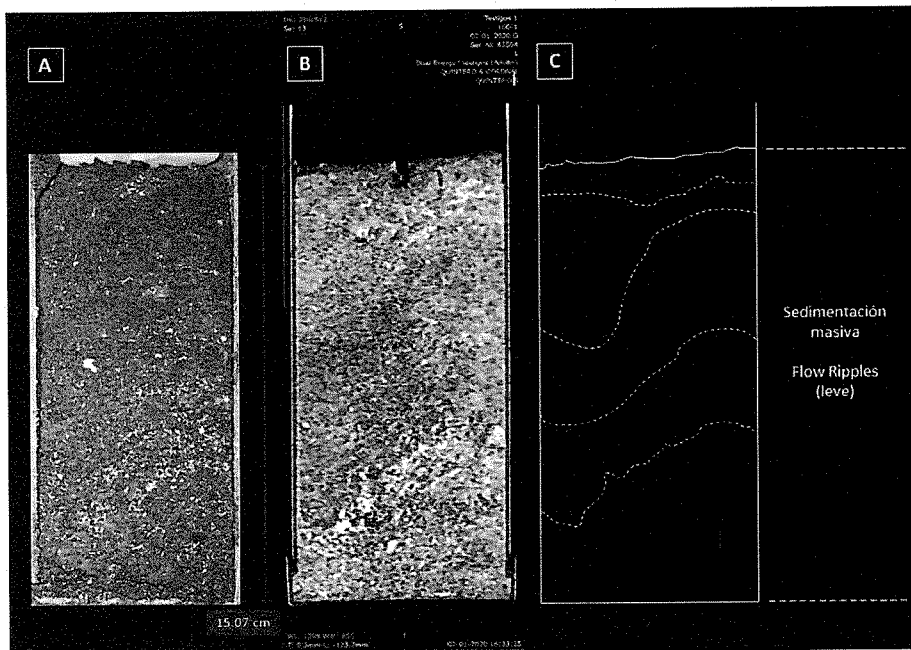


Figura A-29. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B) y esquema de las estructuras internas (C) del **testigo 6**. El testigo tiene un largo de 15,07 cm, presenta una estructura principalmente masiva con una estratificación leve tipo flow ripples. El tamaño de los granos va de limo a arena fina. El sedimento es de color pardo oscuro, se encuentra moderadamente seleccionado y los granos presentan una morfología sub-discoidal a sub-angulosa. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (50%), fragmentos de bivalvos y gastrópodos (10%), anfíbol (4%), plagioclasa (2%) biotita (1%), feldespato potásico (3%) y fragmentos líticos (30%). Se observan hebras de plástico a lo largo del testigo.

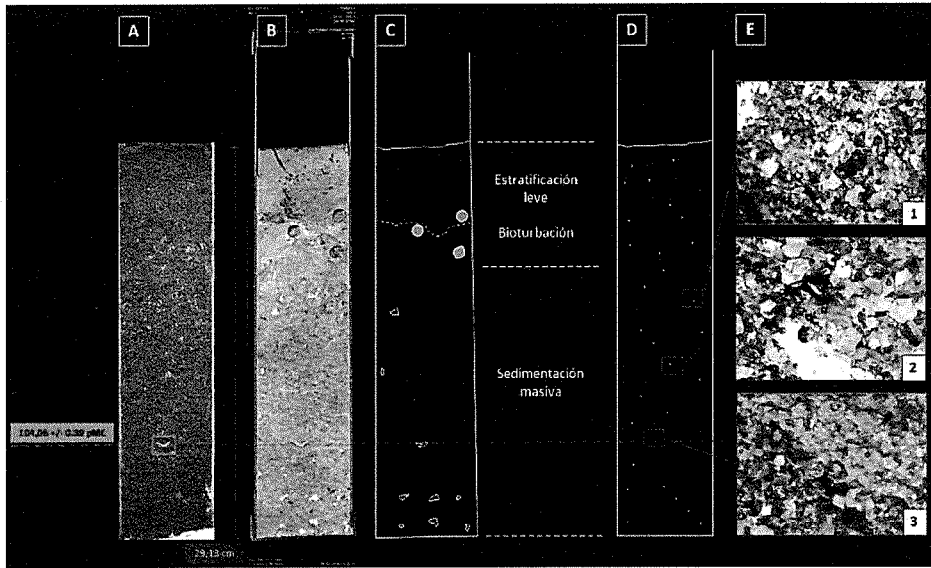


Figura A-30. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B) y esquema de las estructuras internas (C), esquema representativo de la distribución de las partículas de carbón (D) y fotografías con lupa binocular de partículas de carbón (E.1, E.2 y E.3) del **testigo BK-Muelle**. El testigo tiene un largo de 29,13 cm, presenta una estructura principalmente masiva con una estratificación leve en la sección superior. El tamaño de las partículas varía entre limo a arena fina (0,004 - 0,25 mm). El sedimento es de color pardo, se encuentra bien seleccionado y los granos presentan una morfología sub-discoidal a sub-angulosa. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (45%), líticos (35%), fragmentos de bivalvos y gastrópodos (12%), anfíbol (6%), biotita (1.99%) y carbón (0.01%). Se observan hebras de plástico a lo largo del testigo. El cuadro rojo grueso representa la muestra que fue datada con el método de radiocarbono y la edad obtenida (Conventional Radiocarbon Ages) se encuentra al costado izquierdo resaltada en rojo. La línea roja punteada es solo de referencia visual.

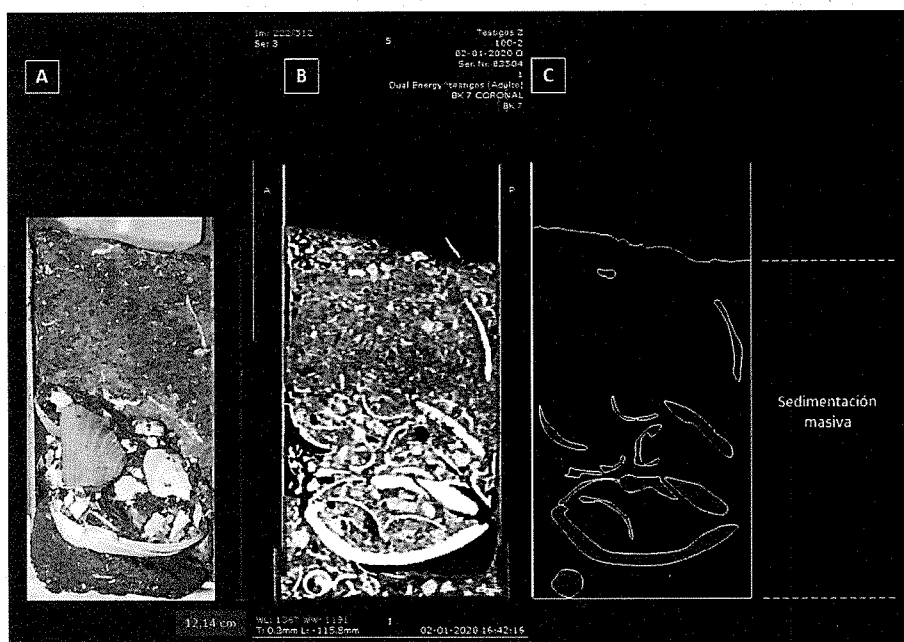


Figura A-31. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B) y esquema de las estructuras internas (C) del testigo BK-7. El testigo tiene un largo de 12,14 cm, presenta una estructura masiva de arena fina a muy gruesa (0,125 – 2 mm). El sedimento es de color pardo oscuro, se encuentra muy mal seleccionado y los granos presentan una morfología sub-discoidal a sub-angulosa. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (35%), líticos (24%), fragmentos de bivalvos y gastrópodos (30%), anfíbol (5%), feldespato potásico (3%), plagioclasa (2%) y biotita (1%).

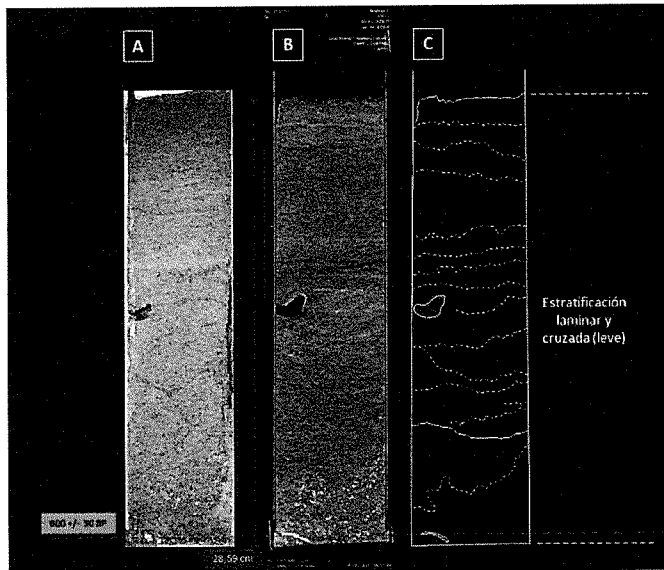


Figura A-32. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B) y esquema de las estructuras internas (C) del **testigo CAMP-1**. El testigo tiene un largo de 28,59 cm, presenta una estructura estratificada laminar y cruzada leve. El tamaño de las partículas varía entre arena fina a media (0,125 - 0,5 mm). El sedimento es de color pardo, se encuentra bien seleccionado y los granos presentan una morfología sub-discoidal a sub-angulosa. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (60%), fragmentos líticos (30%), fragmentos de bivalvos y gastrópodos (2%), anfíbol (3%), feldespato potásico (3%), plagioclasa (2%) y biotita (1%). El cuadro rojo grueso representa la muestra que fue datada con el método de radiocarbono y la edad obtenida (Conventional Radiocarbon Ages) se encuentra al costado izquierdo resaltada en rojo. La línea roja punteada es solo de referencia visual.

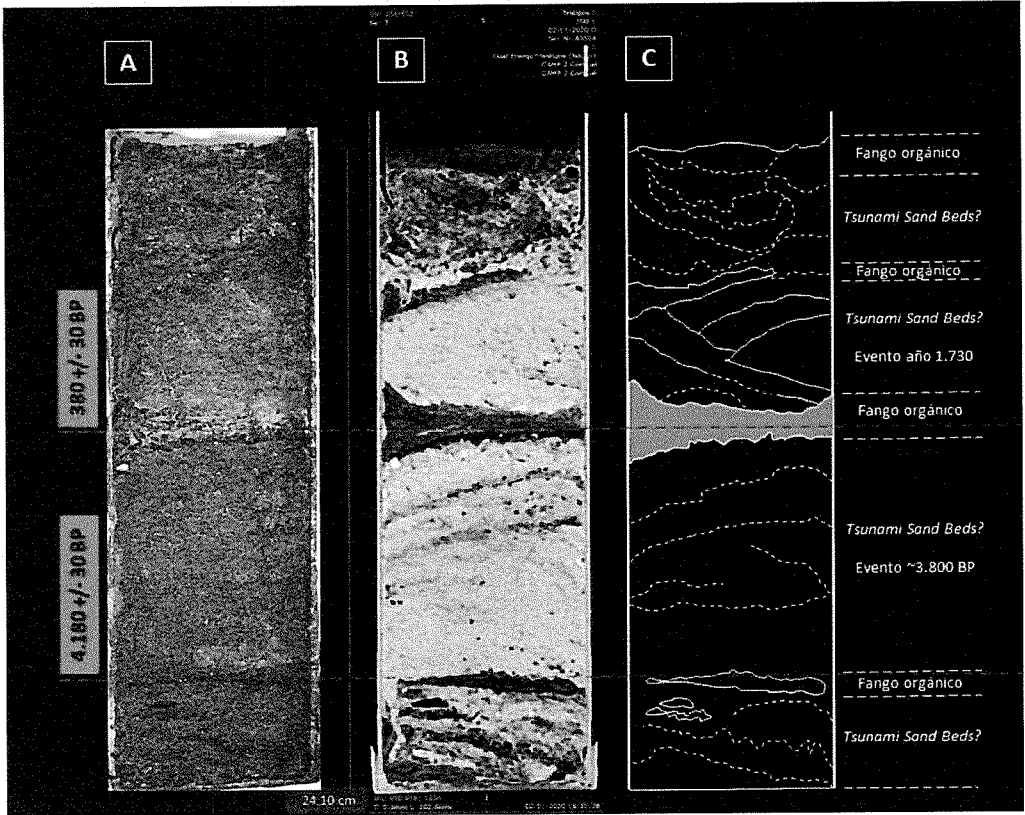


Figura A-33. Fotografía (A), tomografía computarizada de rayos X (B) y esquema de las estructuras internas (C) del **testigo CAMP-2**. El testigo tiene un largo de 24,10 cm, presenta estructuras estratificadas de sedimento orgánico con intercalaciones de sedimentos arenosos (*Tsunami sand beds?*). El tamaño de las partículas sedimentarias varía entre limo a arena fina-media. El sedimento es de color pardo oscuro a negro, se encuentra bien seleccionado y los granos presentan una morfología sub-discoidal a sub-angulosa. Composicionalmente está conformado por cristales de cuarzo (40%), fragmentos líticos (40%), anfíbol (2%), feldespato potásico (2%), biotita (1%), plagioclasa (2%), sedimento orgánico (10%) y fragmentos de gastrópodos (3%). El cuadro rojo grueso representa la muestra que fue datada con el método de radiocarbono y la edad obtenida (Conventional Radiocarbon Ages) se encuentra al costado izquierdo resaltada en rojo. La línea roja punteada es solo de referencia visual.

ANEXO “E”

GEOCRONOLOGÍA POR RADIOCARBONO (^{14}C)

BetaCal 3.21

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): SHCAL13)

(Variables: d13C = -26.5 o/oo)

Laboratory number Beta-553458

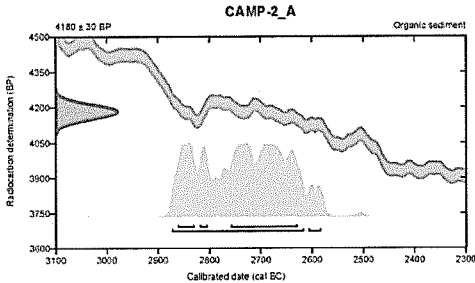
Conventional radiocarbon age 4180 ± 30 BP

95.4% probability

(91.7%)	2875 - 2618 cal BC	(4824 - 4567 cal BP)
(3.7%)	2609 - 2585 cal BC	(4558 - 4534 cal BP)

68.2% probability

(49.4%)	2760 - 2631 cal BC	(4709 - 4580 cal BP)
(13.1%)	2864 - 2831 cal BC	(4813 - 4780 cal BP)
(5.8%)	2821 - 2806 cal BC	(4770 - 4755 cal BP)



Database used
SHCAL13

References
References to Probability Method
Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.
References to Database SHCAL13
Hogg, et al. 2013, Radiocarbon 55(4)

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)963-0664 • Email: beta@radiocarbon.com

BetaCal 3.21

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years
 (High Probability Density Range Method (HPD): SHCAL13)

(Variables: d13C = -20.6 ‰)

Laboratory number Beta-553459

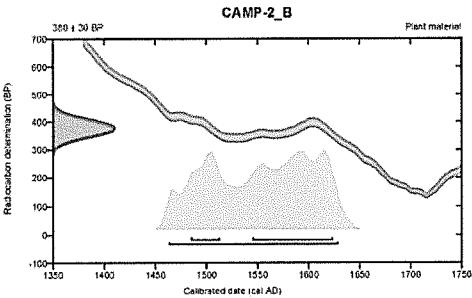
Conventional radiocarbon age 380 ± 30 BP

95.4% probability

(95.4%) 1463 - 1629 cal AD (487 - 321 cal BP)

68.2% probability

(50.6%) 1545 - 1624 cal AD (405 - 326 cal BP)
 (17.6%) 1485 - 1513 cal AD (465 - 437 cal BP)



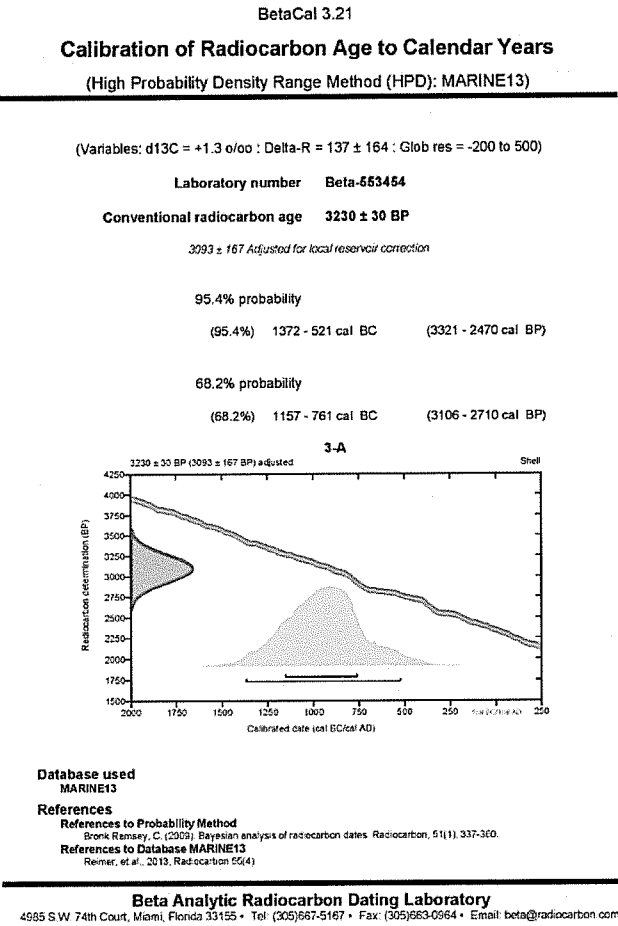
Database used
SHCAL13

References

References to Probability Method
 Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.
References to Database SHCAL13
 Hogg, et al. 2013, Radiocarbon 55(4).

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0694 • Email: beta@radiocarbon.com



BetaCal 3.21

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): MARINE13)

(Variables: d13C = +0.5 o/oo : Delta-R = 137 ± 164 : Glob res = -200 to 500)

Laboratory number Beta-563455

Conventional radiocarbon age 2350 ± 30 BP

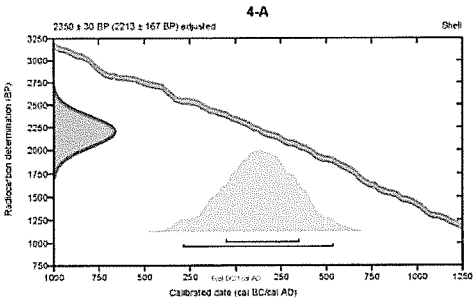
2213 ± 167 Adjusted for local reservoir correction

95.4% probability

(95.4%) 291 cal BC - 538 cal AD (2240 - 1412 cal BP)

68.2% probability

(68.2%) 55 cal BC - 351 cal AD (2004 - 1599 cal BP)



Database used
 MARINE13

References

References to Probability Method

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

References to Database MARINE13

Reimer, et al., 2013, Radiocarbon 55(4)

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)867-5167 • Fax: (305)863-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

BetaCal 3.21

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): MARINE13)

(Variables: d13C = +0.5 ‰ ; Delta-R = 137 ± 164 ; Glob res = -200 to 500)

Laboratory number Beta-553456

Conventional radiocarbon age -320 ± 30 BP

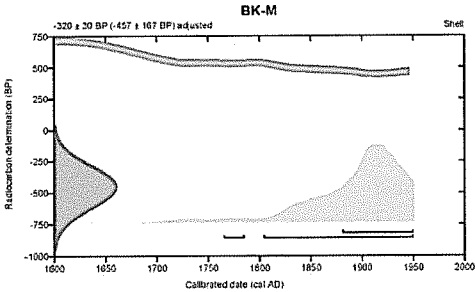
-457 ± 167 Adjusted for local reservoir correction

95.4% probability

(94%) 1804 - Post cal AD 1950 (146 - Post cal BP 0)
 (1.4%) 1765 - 1785 cal AD (185 - 165 cal BP)

68.2% probability

(68.2%) 1881 - Post cal AD 1950 (69 - Post cal BP 0)



Database used
 MARINE13

References
 References to Probability Method
 Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.
 References to Database MARINE13
 Reimer, et al., 2013. Radiocarbon 55(4)

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory
 4885 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

BetaCal 3.21

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years
 (High Probability Density Range Method (HPD): SHCAL13)

(Variables: d13C = +0.8 ‰)

Laboratory number Beta-553457

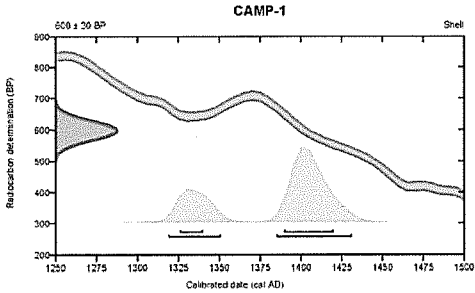
Conventional radiocarbon age 600 ± 30 BP

95.4% probability

(67.9%) 1385 - 1431 cal AD (565 - 519 cal BP)
 (27.5%) 1319 - 1351 cal AD (631 - 599 cal BP)

68.2% probability

(53.3%) 1390 - 1420 cal AD (560 - 530 cal BP)
 (14.9%) 1326 - 1340 cal AD (624 - 610 cal BP)



Database used
 SHCAL13

References

References to Probability Method
 Bronk Ramsey, C. (2008). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.
 References to Database SHCAL13
 Hogg, et al. 2013, Radiocarbon 55(4)

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)857-5167 • Fax: (305)853-0664 • Email: beta@radiocarbon.com