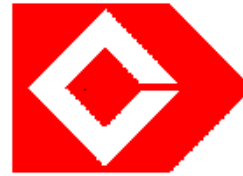


INVAMAR

COLOMBIA  
50% MAR



DRUMMOND  
LTD.

**ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS  
DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA  
(DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)**



***INFORME TÉCNICO FINAL***

**Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras  
José Benito Vives De Andrés**

Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

*Santa Marta, febrero de 2009*

# ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)

## INFORME TÉCNICO Y FINAL

### CUERPO DIRECTIVO

Director

Francisco A. Arias Isaza

Subdirector

Coordinador de investigaciones

Jesús Antonio Garay Tinoco

Coordinador (e)

Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)

Gabriel Navas

Coordinador

Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos Vivos (VAR)

Mario Rueda Hernández

Coordinadora

Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)

Luisa Fernanda Espinosa

Coordinadora

Programa de investigación para la Gestión en Zonas Costeras GEZ)

Paula Cristina Sierra Correa

Coordinadora

Programa de Geociencias Marinas (GEO)

Georgina Guzmán Ospitia

Coordinador

Coordinación de Servicios Científicos

Oscar David Solano Plazas

Subdirector de Recursos y Apoyo a la Investigación (SRA)

Carlos Augusto Pinilla González

*Revisión científica:*

**Georgina Guzmán Ospitia**

*Coordinadora Programa de Geociencias Marinas (GEO)*

**Oscar David Solano Plazas**

*Coordinador de Servicios Científicos (CSC)*

*Investigador*

**David Morales Giraldo**

*Geólogo*

*Administración y logística*

**John Ortiz Ruiz**

**Portada:** Zona de playa al SW desde el sector de Pozos Colorados e Imagen a 16X de los sedimentos de la playa Los Alcatraces (Cuarzo, feldespato y máficos). Programa GEO.

**Cítese como:** MORALES, D. y G. GUZMÁN. 2009. Análisis mineralógico de sedimentos en zonas de playa entre Costa verde y la bahía de Taganga (departamento del Magdalena). Informe Técnico Final realizado para la empresa Drummond Ltd. Santa Marta, 34p

**Santa Marta, febrero de 2009**

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	4
ÍNDICE DE FIGURAS .....	4
1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. ÁREA DE ESTUDIO.....	9
3. METODOLOGÍA.....	13
3.1. MINERALOGÍA DE SEDIMENTOS.....	13
3.1.1. Red de estaciones.....	13
3.1.2. Fase de campo .....	13
3.1.3. Fase de laboratorio.....	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1. SEPARACIÓN GRANULOMÉTRICA .....	17
4.2. MINERALOGÍA DE SEDIMENTOS .....	17
4.2.1. Muestra playa Costa Verde – Ciénaga (1).....	18
4.2.2. Muestra playa Costa Verde – Ciénaga (2).....	19
4.2.3. Muestra playa Los Alcatraces (3).....	20
4.2.4. Muestra playa Los Alcatraces (4).....	21
4.2.5. Muestra playa Aeropuerto Simón Bolívar (5).....	22
4.2.6. Muestra playa Aeropuerto Simón Bolívar (6).....	23
4.2.7. Muestra Playa Hoter Irotama (9).....	24
4.2.8. Muestra playa Hotel Irotama (10).....	25
4.2.9. Muestra playa Pozos Colorados (7).....	26
4.2.10. Muestra playa Pozos Colorados (8).....	27
4.2.11. Muestra playa El Rodadero (11).....	28
4.2.12. Muestra playa El Rodadero (12).....	29
4.2.13. Muestra playa Santa Marta (13).....	30
4.2.14. Muestra playa Santa Marta (14).....	31
4.2.15. Muestra playa Taganga (15).....	32
4.2.16. Muestra playa Taganga (16).....	33
5. CONCLUSIONES.....	35
6. BIBLIOGRAFÍA .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo .....	13
Tabla 4.1	Fracciones granulométricas promedio de las playas consideradas.....	17
Tabla 4.2	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de Playa Costa Verde – Ciénaga (1).....	18
Tabla 4.3	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de Playa Costa Verde – Ciénaga (2).....	19
Tabla 4.4	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Los Alcatraces (3)..	20
Tabla 4.5	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de Playa Los Alcatraces (4)..	21
Tabla 4.6	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de la playa del Aeropuerto Simón Bolívar (5) .....	22
Tabla 4.7	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Aeropuerto Simón Bolívar (6) .....	23
Tabla 4.8	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa del Hotel Irotama (9) .....	24
Tabla 4.9	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Hotel Irotama (10)	25
Tabla 4.10	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Pozos Colorados (7) .....	26
Tabla 4.11	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Pozos Colorados (8) .....	27
Tabla 4.12	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa El Rodadero (11) .	28
Tabla 4.13	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Rodadero (12).....	29
Tabla 4.14	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Santa Marta (13) .	30
Tabla 4.15	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Santa Marta (14) .	31
Tabla 4.16	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Taganga (15) .....	32
Tabla 4.17	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de Playa Taganga (16) .....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Área de estudio y zonas de playa consideradas (Imagen Google Earth,2008) con los puntos de muestreo indicados.....	9
Figura 2.2	a. Vista hacia el SW en la playa de Costa Verde – Ciénaga. b. Vista hacia el norte de la playa en el condominio Los Alcatraces. c. Vista aérea de la playa frente al Aeropuerto Simon Bolivar, 11-10-2008 (Panoramio). d. Vista hacia el norte de la playa en el sector del hotel Irotama.....	10

Figura 2.3 a. Playa de Pozos Colorados hacia el norte. b. Playa del Rodadero, vista hacia el sur. c. Sector del espolón en la playa de Santa Marta frente a la calle 21. d. Playa de Taganga hacia el sur. ....	11
Figura 3.1 Detalles de la campaña de muestreo en diciembre 19 de 2008.....	14
Figura 3.2 a: Tamiz <i>Fritsch Vibratory Sieve Shaker</i> con dos tamices y base. b: Montaje para la separación de minerales pesados. ....	15
Figura 4.1 Imagen a 16x de los sedimentos en Costa Verde donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos oscuros, epidota (señalada en rojo).....	18
Figura 4.2 Imagen a 16x de los sedimentos en Costa Verde donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos (anfíboles) y líticos oscuros. ....	19
Figura 4.3 Imagen a 16x de los sedimentos en Los Alcatraces donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, anfíboles negros prismáticos (señalado en rojo).....	20
Figura 4.4 Imagen a 16x de los sedimentos en Los Alcatraces donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos, y ferromagnesianos (anfíbol) oscuros (señalado en rojo). ....	21
Figura 4.5 Imagen a 16x de los sedimentos en la playa del Aeropuerto Simón Bolívar, donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos oscuros (anfíboles).....	22
Figura 4.6 Imagen a 16x de los sedimentos en Aeropuerto donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, ferromagnesianos oscuros, biotita (señalada en rojo). ....	23
Figura 4.7 Imagen a 16x de los sedimentos en Irotama donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos oscuros, biotita (señalada en rojo).....	24
Figura 4.8 Imagen a 16x de los sedimentos en Irotama donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos (anfíboles), biotita. ....	25
Figura 4.9 Imagen a 16x de los sedimentos en Pozos Colorados donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, anfíboles negros y biotita (señalado en rojo) 26	
Figura 4.10 Imagen a 16x de los sedimentos en Pozos Colorados donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, ferromagnesianos oscuros, biotita, y lítico ígneo (señalado en rojo). ....	27
Figura 4.11 Imagen a 16x de los sedimentos en Rodadero donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, biotita y anfíboles oscuros, y fragmentos de conchas (señalado en rojo). ....	28
Figura 4.12 Imagen a 16x de los sedimentos en Rodadero donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos (anfíboles y líticos) oscuros, feldespatos blancos. ....	29
Figura 4.13 Imagen a 16x de los sedimentos en Santa Marta donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, anfíboles y biotita oscuros, epidota (señalada en rojo). ....	30
Figura 4.14 Imagen a 16x de los sedimentos en Santa Marta donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, anfíboles (señalado en rojo) y biotita. ....	31
Figura 4.15 Imagen a 16x de los sedimentos en Taganga donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos con muestras de alteración, anfíboles y líticos negros. Algunos minerales con patina por alteración de color rojo .....	32
Figura 4.16 Imagen a 16x de los sedimentos en Taganga donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos, anfíboles negros, y líticos. Algunos minerales con patina por alteración de color rojo. ....	33



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento incluye los análisis granulométricos y mineralógicos realizados a 16 muestras de arena de playas tomadas el 19 de diciembre de 2008 a lo largo de la costa comprendida entre Costa Verde (jurisdicción del municipio de Ciénaga) y la bahía de Taganga al norte de la ciudad de Santa Marta en el departamento del Magdalena.

La metodología utilizada se basó en separación granulométrica, luego de secado, por medio de tamices de malla fina y densimetría de los sedimentos, a partir del uso de un líquido pesado (bromoformo diluido). Los resultados se expresan en porcentaje (%) de peso seco tanto de composición granulométrica como mineralógica.





## 2. ÁREA DE ESTUDIO

La caracterización mineralógica se realizó en sedimentos de diferentes playas (Figura 2.1) del departamento del Magdalena, entre las poblaciones de Ciénaga y Santa Marta, que se han considerado representativas en la determinación de la calidad ambiental de la zona.



Figura 2.1 Área de estudio y zonas de playa consideradas (Imagen Google Earth,2008) con los puntos de muestreo indicados.

En la región, frente al municipio de Ciénaga hasta el muelle de Drummond Ltd. se presenta una costa recta, limitada hacia tierra con la llanura costera. Ésta se diferencia de las costas con acantilados de más de 2 m de altura, conformados por rocas del batolito de Santa Marta hacia el sector de Los Alcatraces e inmediaciones del Aeropuerto Simón Bolívar, que afloran total o parcialmente en los taludes, al pie de los cuales, aparte de formarse las playas, también aparecen grandes acumulaciones de bloques remanentes de los procesos erosivos (INVEMAR, 2006).

La playa de Costa Verde (Figura 2.2a) en Ciénaga es amplia y extensa casi rectilínea en sentido SW – NE, la playa trasera está cubierta por vegetación rastrera y árboles, el oleaje es fuerte y se han dispuesto bolsas de arena para reducir los efectos del mismo. En Los Alcatraces (Figura 2.2b), la playa está limitada por un acantilado que se extiende hacia el norte conformado por rocas del Batolito de Santa Marta, tiene una amplitud mayor a los 10 m con vegetación de palmeras hacia la playa trasera. En el sector del Aeropuerto Simón Bolívar (Figura 2.2c), la playa se muestra en un depósito saliente, hacia el sector final del malecón (INVEMAR, 2006).



Figura 2.2 a. Vista hacia el SW en la playa de Costa Verde – Ciénaga. b. Vista hacia el norte de la playa en el condominio Los Alcatraces. c. Vista aérea de la playa frente al Aeropuerto Simón Bolívar, 11-10-2008 (Panoramio). d. Vista hacia el norte de la playa en el sector del hotel Irotama

Al norte del Aeropuerto Simón Bolívar en la ensenada de Pozos Colorados se presentan zonas extensas afectadas por procesos de erosión moderados, inducidos principalmente por las actividades humanas y las construcciones muy cerca al mar. Las playas son altamente intervenidas para uso turístico, pero se mantienen relativamente estables a partir de su adecuación, con rellenos antrópicos y redistribución de arenas (INVEMAR, 2006).

En el sector turístico del Hotel Irotama (Figura 2.2d) la playa alcanza una mayor amplitud y presenta una disposición casi rectilínea en sentido N – S, el punto de muestreo se ubica en la parte meridional de la zona turística; después de la playa trasera se encuentra vegetación de palmeras con algunas construcciones de madera y cemento (hoteles y edificios).

La muestra de Pozos Colorados (Figura 2.3a) se tomó en cercanías a uno de los espolones construidos en el sector norte, donde predomina el desarrollo urbano, edificios y hoteles, cuyos muros y cercas limitan el desarrollo de la playa. Hacia el sector sur se han mantenido algunos lotes sin construir, aun así se caracteriza por ser una playa menos amplia con una pendiente alta que empieza a mostrar la curva propia de las bahías y ensenadas en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta.



Figura 2.3 a. Playa de Pozos Colorados hacia el norte. b. Playa del Rodadero, vista hacia el sur. c. Sector del espolón en la playa de Santa Marta frente a la calle 21. d. Playa de Taganga hacia el sur.

En el Rodadero, y en las bahías amplias de Santa Marta y Taganga, las playas son largas y encajadas entre puntas formadas por rocas metamórficas, y en menor proporción ígneas del batolito de Santa Marta y algunos diques asociados. Hacia el continente se extiende una amplia llanura costera originada por los depósitos aluviales y de avalanchas procedentes de los principales ríos de la zona (Manzanares, Tamacá, Gaira). A partir de los acantilados que conforman las puntas de las bahías, hay desprendimiento de bloques y pequeños flujos de escombros que cubren las laderas y la pata del talud (INVEMAR, 2006).

La playa amplia del Rodadero (Figura 2.3b) que se extiende en sentido norte – sur, tiene una pendiente moderada y está limitada en su extensión por acantilados conformados por los esquistos de Gaira (rocas metamórficas). Hacia la playa trasera posee alguna vegetación de palmeras y se ha visto fuertemente afectada por la actividad antrópica, siendo el área de mayor influencia turística.

En la bahía de Santa Marta (Figura 2.3c) la playa esta descubierta de vegetación, la parte trasera se encuentra cubierta por el malecón al que sigue la carrera primera y otra infraestructura urbana. Tiene una forma cóncava abierta hacia el occidente. Las obras realizadas para la recuperación de las playas incluyen la construcción de espolones y el relleno de las playas. Dichas condiciones favorecen la amplitud de este espacio en el punto de muestreo donde hay mayor captación de sedimentos.

En la bahía de Taganga (Figura 2.3d), rodeada de acantilados, la playa tiene una pendiente de moderada a alta. Presenta abundante grava en la playa trasera del sector sur. Hacia el frente de playa y en la zona meridional y norte abundan las arenas gruesas y es allí donde se ubican las embarcaciones de pescadores y restaurantes, que se encuentran junto a algunos árboles, frente al malecón y la carrera primera.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. MINERALOGÍA DE SEDIMENTOS

Los sedimentos se colectaron el día 19 de diciembre de 2008 en compañía de los encargados de Drummond Ltd. siguiendo la ubicación y métodos de las campañas de muestreo utilizadas con anterioridad para los mismos tipos de monitoreo.

##### 3.1.1. Red de estaciones

Las muestras se tomaron en puntos representativos de las playas donde se observaron condiciones de depósito y composición natural, estaban ubicadas en la parte alta de la zona de lavado, en el área húmeda hasta donde llega el oleaje en el momento del muestreo (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo

ZONA DE PLAYA	ESTACIÓN	LATITUD (N)	LONGITUD (W)
Costa Verde – Ciénaga	E1	11°01'29,8"	74°14'40,9"
	E2	11°01'29,7"	74°14'41,0"
Los Alcatraces	E3	11°05'13,1"	74°13'05,1"
	E4	11°05'12,8"	74°13'05,2"
Aeropuerto Simón Bolívar	E5	11°07'06,4"	74°13'58,5"
	E6	11°07'06,1"	74°13'58,7"
Irotama	E9	11°09'01,2"	74°13'36,5"
	E10	11°09'00,9"	74°13'36,5"
Pozos Colorados	E7	11°09'55,0"	74°13'50,0"
	E8	11°09'55,3"	74°13'50,0"
Rodadero	E11	11°12'12,6"	74°13'41,0"
	E12	11°12'12,3"	74°13'41,0"
Santa Marta	E13	11°14'32,4"	74°12'56,6"
	E14	11°14'31,6"	74°12'57,1"
Taganga	E15	11°15'57,7"	74°11'28,8"
	E16	11°15'57,0"	74°11'28,6"

Sistema de Coordenadas: WGS84

##### 3.1.2. Fase de campo

Para la toma de la muestra se utilizó un palustre con el cual se recogieron entre 500 y 1000 gramos de sedimento en un segmento de 10x10x5 cm, los mismos fueron guardados en bolsas plásticas marcadas con el número de estación e igualmente con la etiqueta de identificación que lleva el número de muestra, el nombre de la playa y la fecha de recolección (Figura 3.1) En cada sector se recolectaron dos muestras con una separación aproximada de diez metros,

completando las 16 muestras sin ningún inconveniente. La posición geográfica se determinó con GPS Garmin Etrex Venture utilizando dátum WGS 84.



Figura 3.1 Detalles de la campaña de muestreo en diciembre 19 de 2008

Los sedimentos de playa se llevaron el mismo día de muestreo a las instalaciones del INVEMAR donde se guardaron en refrigerador a 4,00 °C.

### 3.1.3. Fase de laboratorio

Se tomaron aproximadamente 500 g de cada una de las muestras, para secar en horno WTC Binder a 70 °C durante 48 horas. Igualmente, se utilizaron 50 g para separar las fracciones granulométricas en tamiz *Fritsch Vibratory Sieve Shaker* con dos mallas, 1 mm y 0,063 mm (Figura 3.2a).

Se realizó la separación por densimetría de los sedimentos (Friedman y Johnson, 1982), utilizando 10 g de muestra y un líquido pesado (bromoforno diluido) con densidad de 1,7 g·ml<sup>-1</sup> (Figura 3.2b) con el fin de retener solo partículas de carbón, luego de la decantación, se filtró el líquido y el material retenido fue puesto en cajas de petri y llevado al horno para secar nuevamente.

Una vez hecha la separación, se procedió a la observación de las fracciones en microscopio estereoscópico Leica 3000 para determinar su composición mineralógica y definir los resultados e imágenes con la cámara Euromex CX 1300.

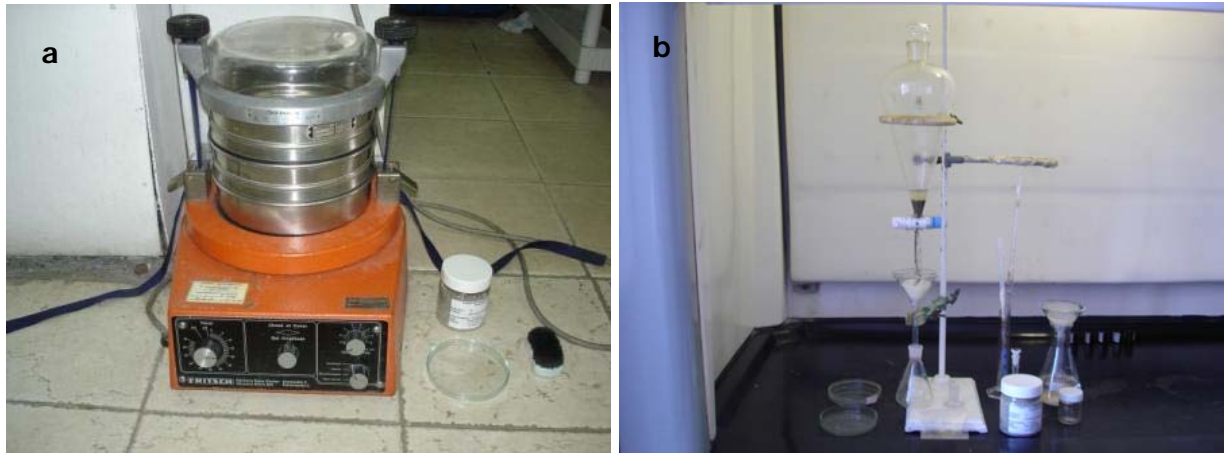


Figura 3.2 a: Tamiz *Fritsch Vibratory Sieve Shaker* con dos tamices y base. b: Montaje para la separación de minerales pesados.





## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. SEPARACIÓN GRANULOMÉTRICA

En las muestras de las zonas de playa entre Costa Verde y Santa Marta predominan las partículas de tamaño arena con más de un 90% en peso retenido para la mayoría de ellas y se presenta un bajo porcentaje, menos del 1%, de lodos. En las muestras de Taganga se encuentra un mayor contenido de arena gruesa 10 a 30% y algunos fragmentos tamaño grava (> 2 mm), debido a que se presenta en una ensenada rodeada de acantilados; así mismo este valor cerca del 10% en las muestras de Santa Marta y Pozos Colorados se debe probablemente a que fueron tomadas cerca de espolones (Tabla 4.1).

**Tabla 4.1 Fracciones granulométricas promedio de las playas consideradas**

Sector	Grava y Arena muy Gruesa % > 1 mm	Arena % 0,063 - 1 mm	Lodos % <0,063 mm
Playa Costa Verde - Ciénaga	4,40	95,38	0,22
Playa Los Alcatraces	6,66	93,30	0,04
Playa Aeropuerto Simón Bolívar	1,46	98,52	0,02
Playa Irotama	1,08	98,80	0,12
Playa Pozos Colorados	12,48	87,50	0,02
Playa Rodadero	0,38	99,46	0,16
Playa Santa Marta	8,06	91,59	0,36
Playa Taganga	19,14	80,46	0,40

### 4.2. MINERALOGÍA DE SEDIMENTOS

Utilizando el líquido (bromoformo diluido) con densidad de  $1,7 \text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$  es posible separar las partículas de carbón mineral únicamente, del resto de minerales presentes en las muestras de playas del sector. Para ninguna de las muestras se retuvo una cantidad mensurable de sedimento, por lo cual se considera que no hay presencia de carbón mineral o al menos no hay un porcentaje representativo dentro de la muestra utilizada en el análisis.

Con la observación a través de la lupa binocular se confirmó y definieron valores porcentuales por campo de visión del contenido mineralógico de los sedimentos, los resultados se presentan a continuación.

4.2.1. Muestra playa Costa Verde – Ciénaga (1)

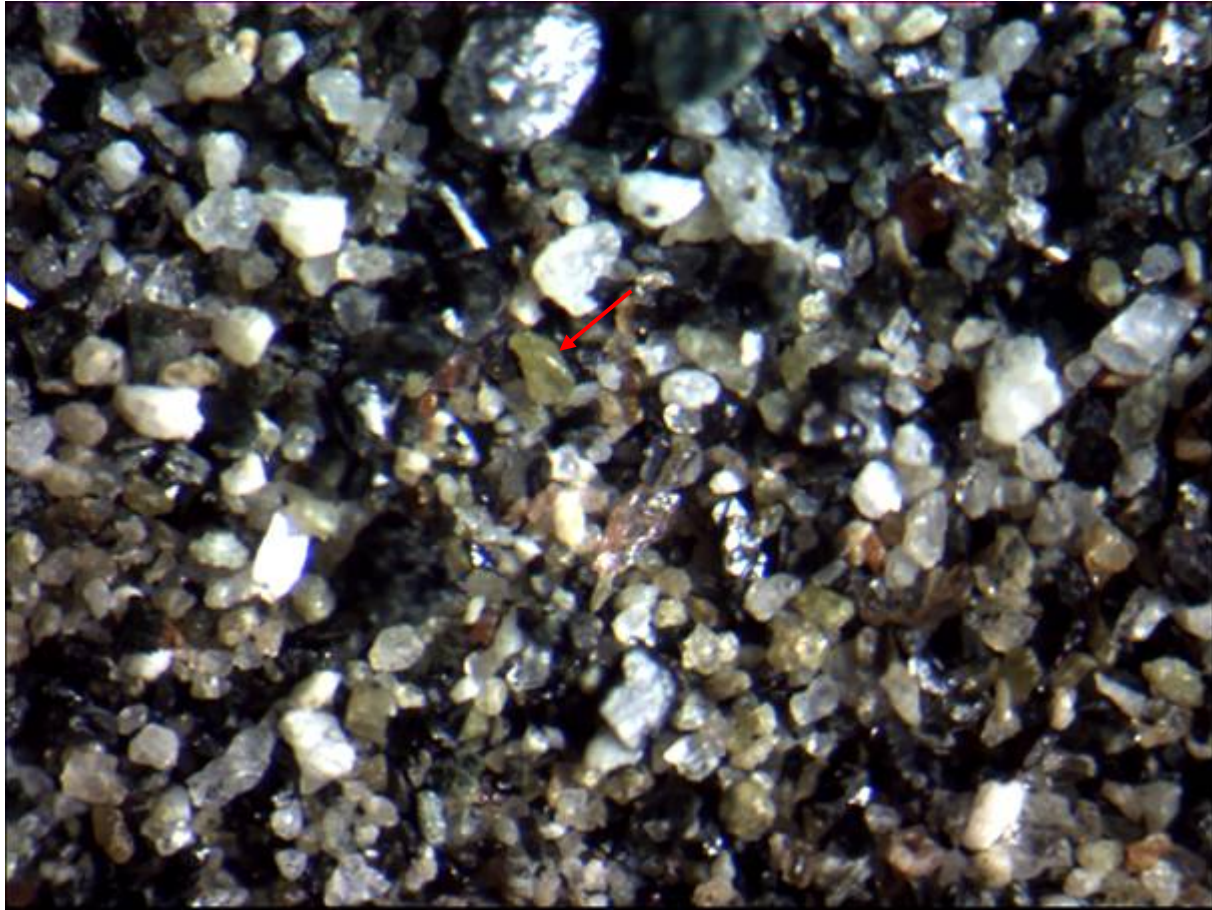


Figura 4.1 Imagen a 16x de los sedimentos en Costa Verde donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos oscuros, epidota (señalada en rojo).

Tabla 4.2 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de Playa Costa Verde – Ciénaga (1)

Mineral	%
Cuarzo	33,1
Feldespato	15,8
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	29,3
Fragmentos de roca	9,7
Epidota	4,7
Calcita	0
Magnetita	2,5
Carbón	0
Micas	4,9
	100,0

4.2.2. *Muestra playa Costa Verde – Ciénaga (2)*

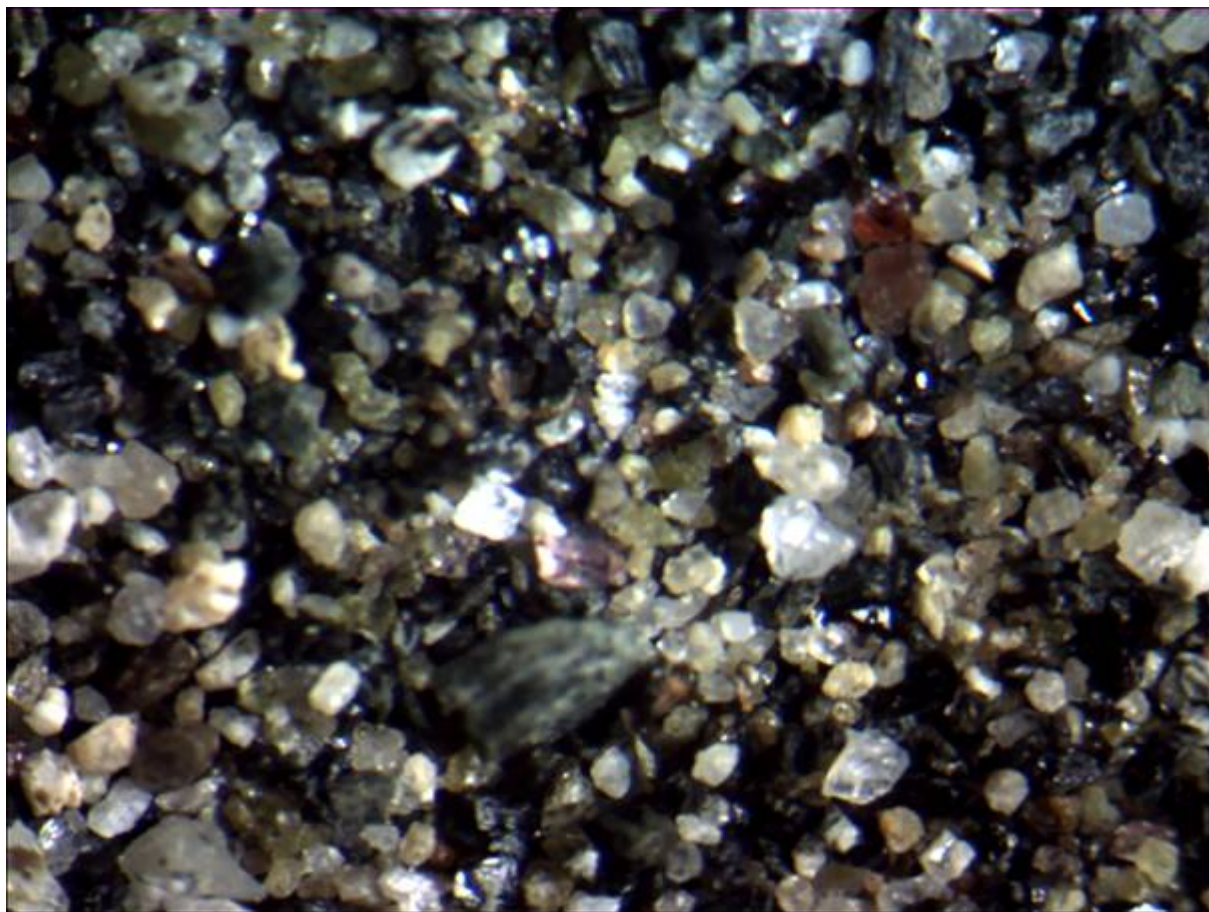


Figura 4.2 Imagen a 16x de los sedimentos en Costa Verde donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos (anfíboles) y líticos oscuros.

Tabla 4.3 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de Playa Costa Verde – Ciénaga (2)

Mineral	%
Cuarzo	34,9
Feldespato	12,6
Máficos (Anfíbol + Piroxeno)	30,3
Fragmentos de roca (Esquistos)	6,8
Epidota	11,3
Calcita	0
Magnetita	2,8
Carbón	0
Micas	1,3
	100,0

4.2.3. *Muestra playa Los Alcatraces (3)*



Figura 4.3 Imagen a 16x de los sedimentos en Los Alcatraces donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespato blancos, anfíboles negros prismáticos (señalado en rojo).

Tabla 4.4 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Los Alcatraces (3)

Mineral	%
Cuarzo	40,2
Feldespato	27,6
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	16,8
Fragmentos de roca (Esquistos)	3,4
Epidota	4,1
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	0
Micas	7,9
	100,0

4.2.4. *Muestra playa Los Alcatraces (4)*

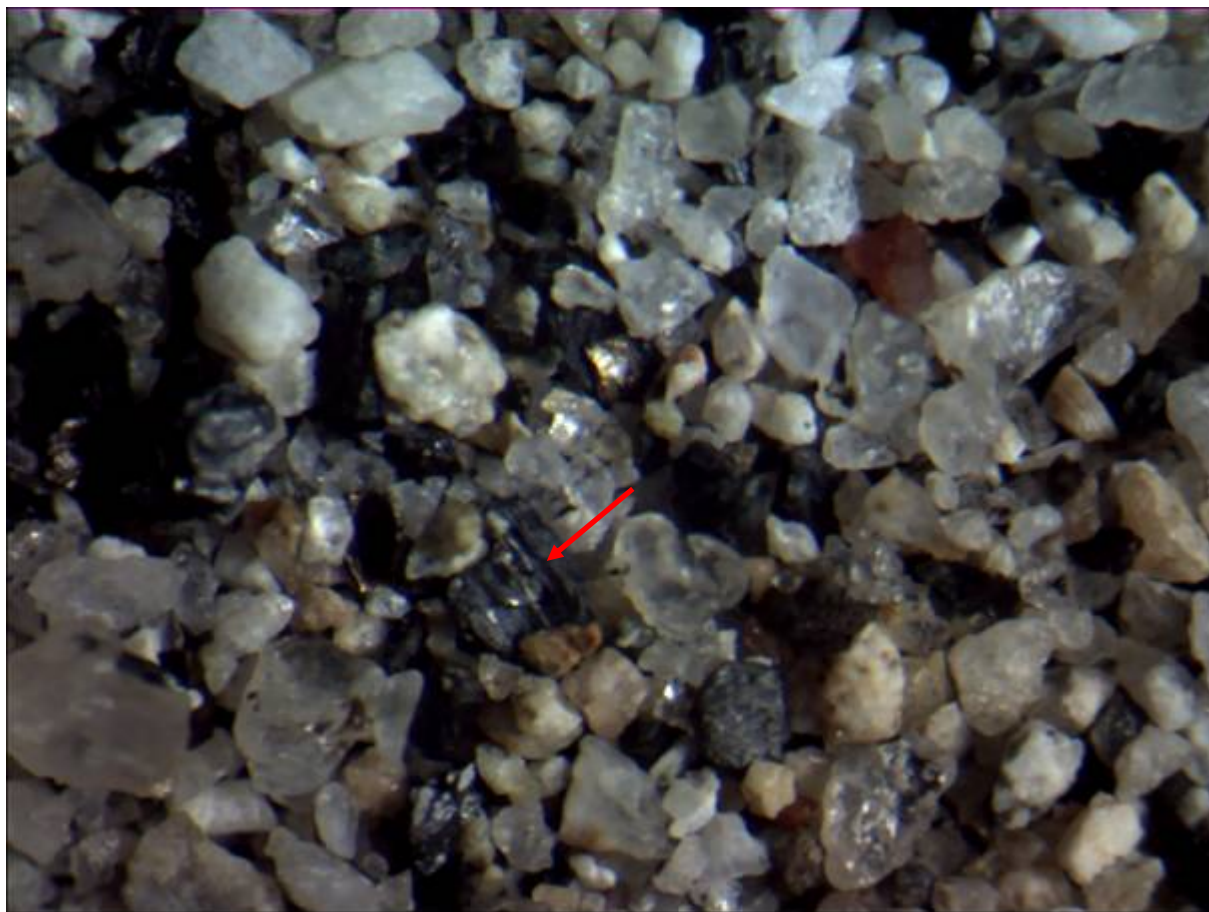


Figura 4.4 Imagen a 16x de los sedimentos en Los Alcatraces donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos, y ferromagnesianos (anfíbol) oscuros (señalado en rojo).

Tabla 4.5 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de Playa Los Alcatraces (4)

Mineral	%
Cuarzo	37,9
Feldespato	25,9
Máficos (Anfíbol + Piroxeno)	19,7
Fragmentos de roca (Esquistos)	2,8
Epidota	3,8
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	0
Micas	9,9
	100,0

4.2.5. *Muestra playa Aeropuerto Simón Bolívar (5)*

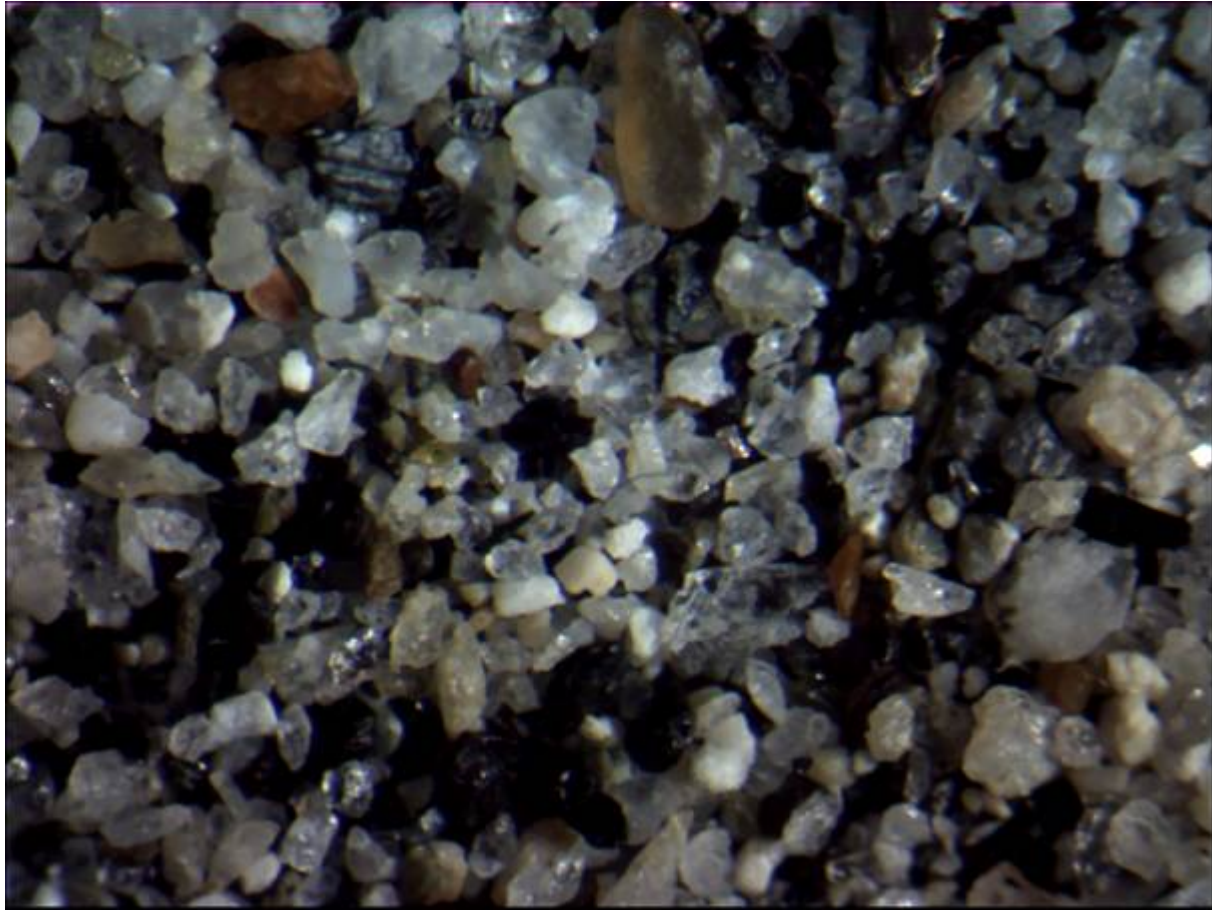


Figura 4.5 Imagen a 16x de los sedimentos en la playa del Aeropuerto Simón Bolívar, donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos oscuros (anfíboles).

Tabla 4.6 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de la playa del Aeropuerto Simón Bolívar (5)

Mineral	%
Cuarzo	40,1
Feldespato	28,8
Máficos (Anfíbol + Piroxeno)	23,5
Fragmentos de roca (Esquistos)	3,7
Epidota	2,7
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	0
Micas	1,2
	100,0

4.2.6. *Muestra playa Aeropuerto Simón Bolívar (6)*

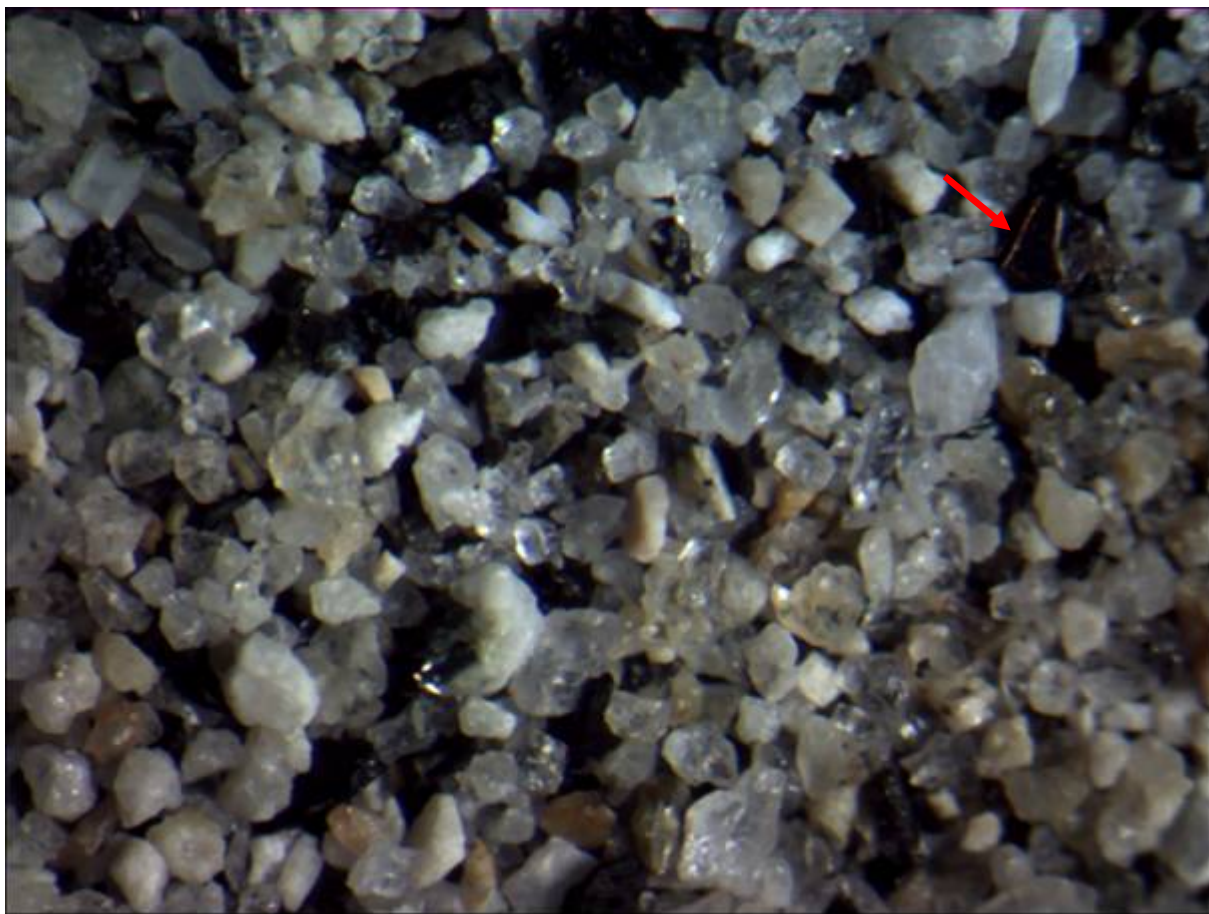


Figura 4.6 Imagen a 16x de los sedimentos en Aeropuerto donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, ferromagnesianos oscuros, biotita (señalada en rojo).

Tabla 4.7 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Aeropuerto Simón Bolívar (6)

Mineral	%
Cuarzo	39,5
Feldespato	30,2
Máficos (Anfíbol + Piroxeno)	21,9
Fragmentos de roca (Esquistos)	3,1
Epidota	3,4
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	0
Micas	1,9
	100,0

4.2.7. Muestra Playa Hoter Irotama (9)

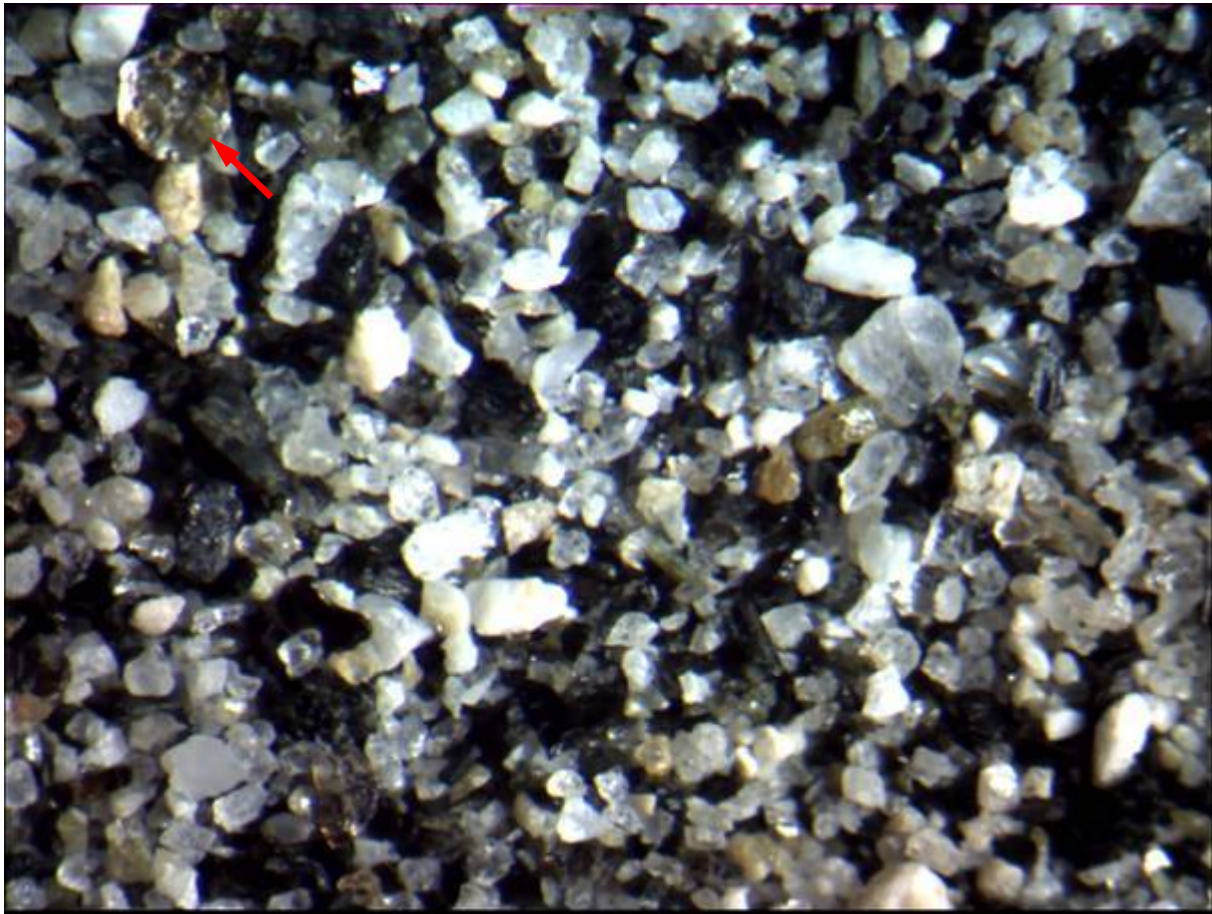


Figura 4.7 Imagen a 16x de los sedimentos en Irotama donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos oscuros, biotita (señalada en rojo).

Tabla 4.8 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa del Hotel Irotama (9)

Mineral	%
Cuarzo	41,8
Feldespato	18,6
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	27,5
Fragmentos de roca (Esquistos)	4,3
Epidota	4,8
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	0
Micas	3,0
	100,0



4.2.8. *Muestra playa Hotel Irotama (10)*

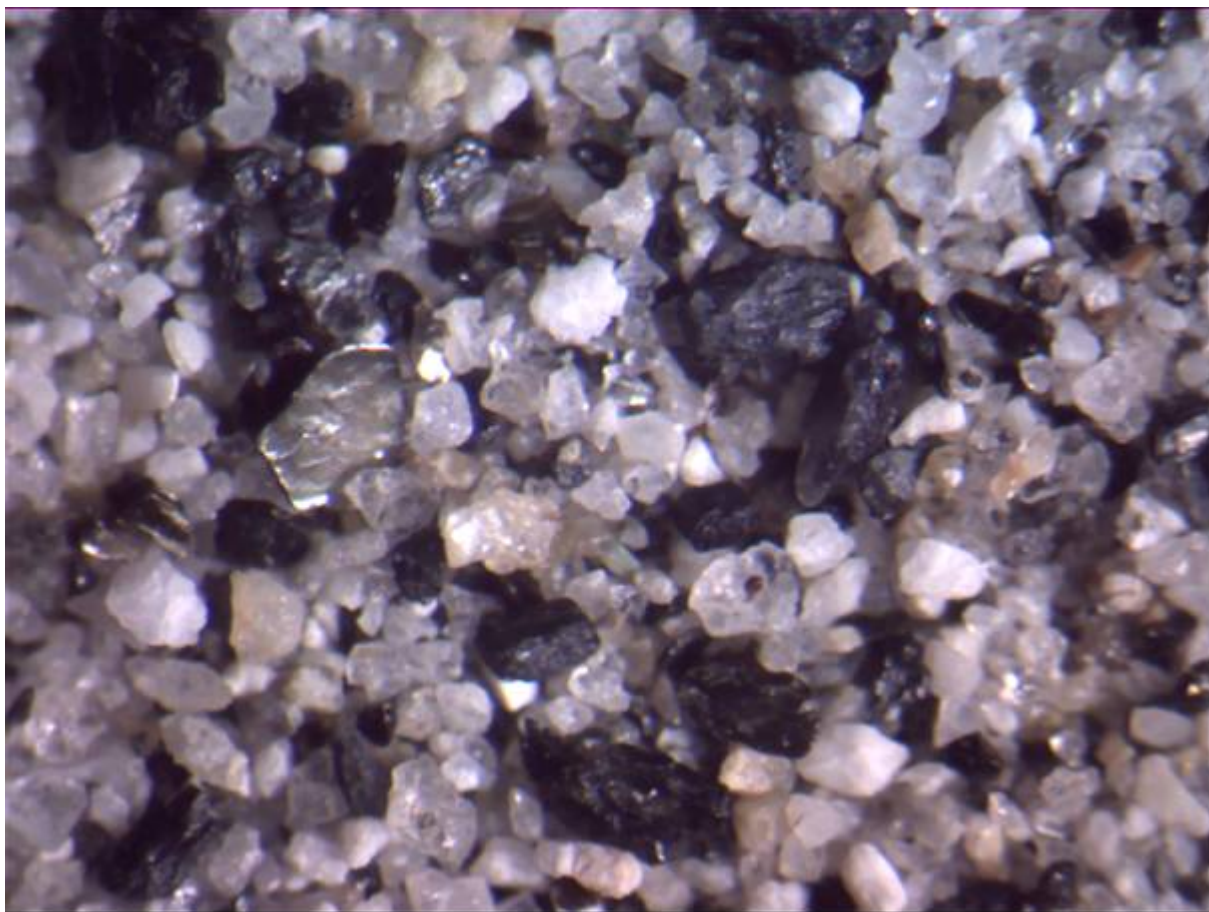


Figura 4.8 Imagen a 16x de los sedimentos en Irotama donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos (anfíboles), biotita.

Tabla 4.9 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Hotel Irotama (10)

Mineral	%
Cuarzo	42,6
Feldespato	20,7
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	25,3
Fragmentos de roca (Esquistos)	3,7
Epidota	3,5
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	0
Micas	4,2
	100,0

4.2.9. Muestra playa Pozos Colorados (7)

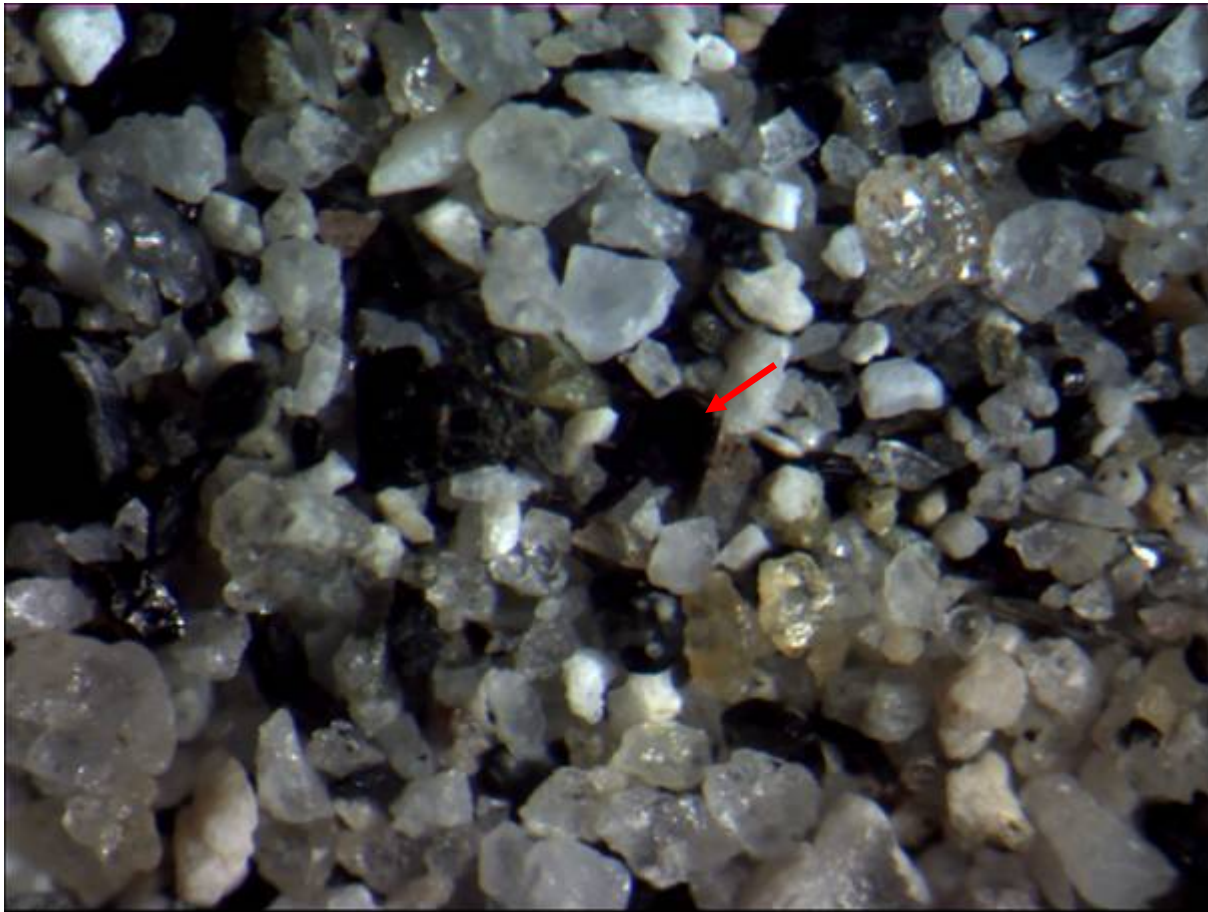


Figura 4.9 Imagen a 16x de los sedimentos en Pozos Colorados donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, anfíboles negros y biotita (señalado en rojo)

Tabla 4.10 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Pozos Colorados (7)

Mineral	%
Cuarzo	43,2
Feldespato	28,6
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	21,8
Fragmentos de roca (Esquistos)	2,7
Epidota	1,2
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	0
Micas	2,5
	100,0

4.2.10. *Muestra playa Pozos Colorados (8)*



Figura 4.10 Imagen a 16x de los sedimentos en Pozos Colorados donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, ferromagnesianos oscuros, biotita, y lítico ígneo (señalado en rojo).

Tabla 4.11 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Pozos Colorados (8)

Mineral	%
Cuarzo	43,3
Feldespato	23,7
Máficos (Anfíbol + Piroxeno)	24,3
Fragmentos de roca (Esquistos)	5,6
Epidota	1,6
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	< 0.1
Micas	1,5
	100,0

4.2.11. Muestra playa El Rodadero (11)

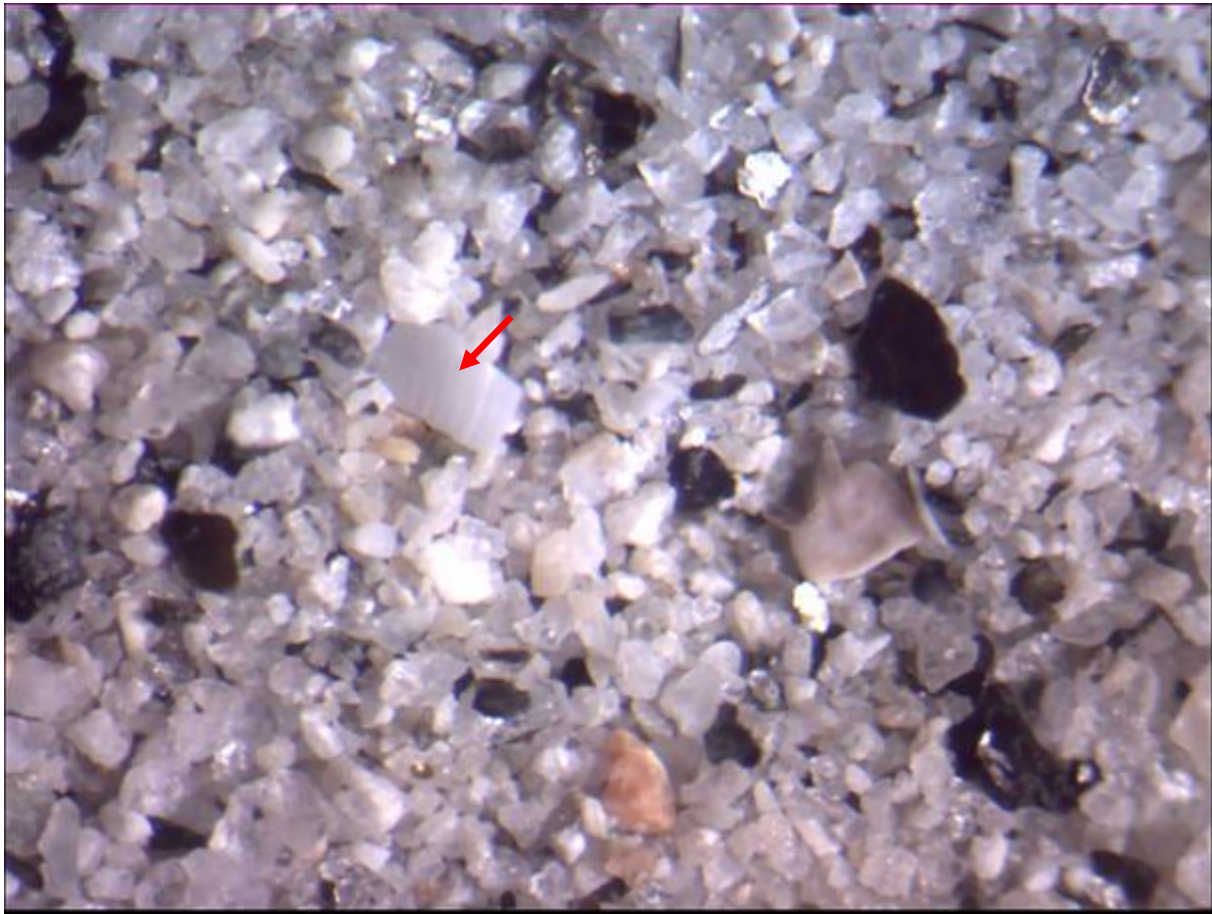
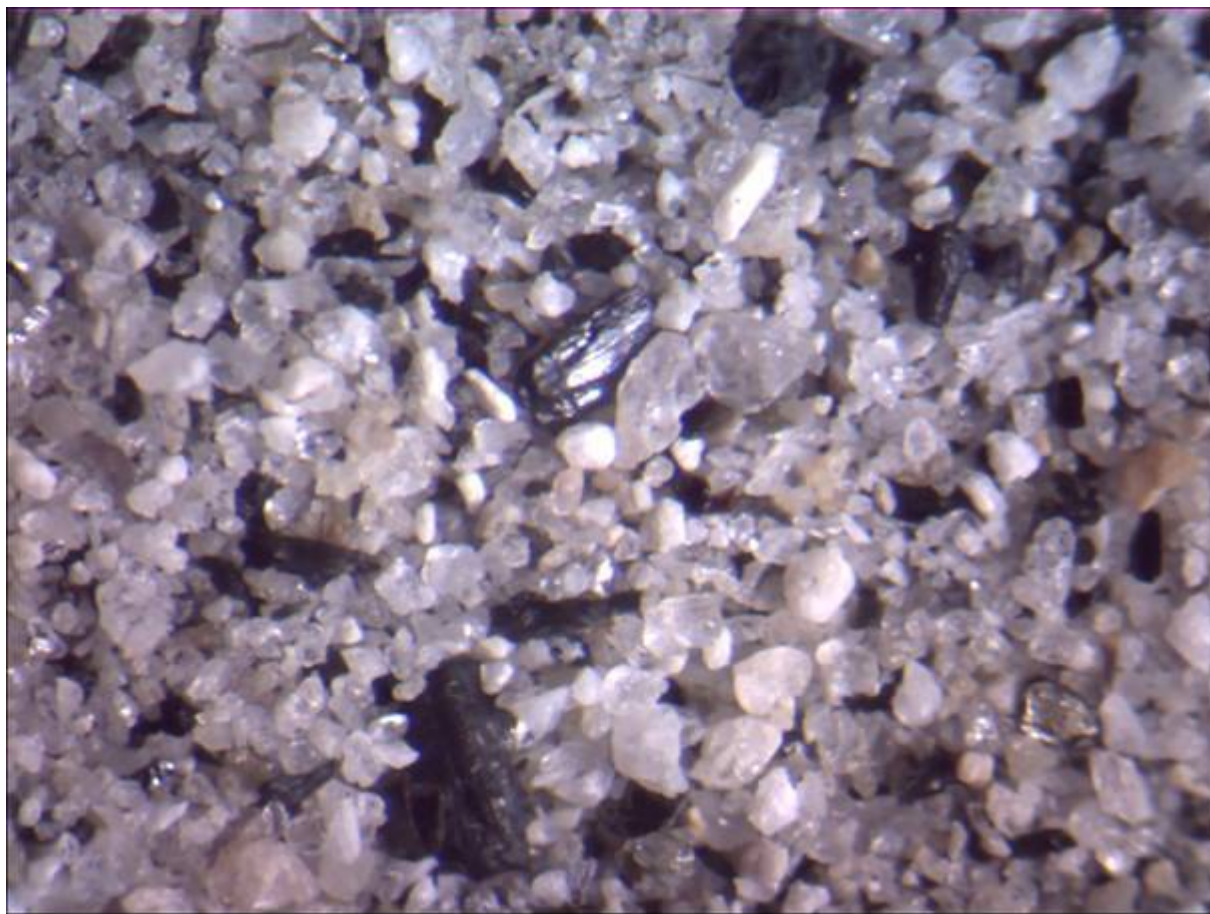


Figura 4.11 Imagen a 16x de los sedimentos en Rodadero donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, biotita y anfíboles oscuros, y fragmentos de conchas (señalado en rojo).

Tabla 4.12 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa El Rodadero (11)

Mineral	%
Cuarzo	41,8
Feldespato	27,3
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	16,7
Fragmentos de roca (Esquistos)	< 0,1
Epidota	0,8
Calcita	< 0,1
Magnetita	< 0,1
Carbón	0
Micas	13,4
	100,0

**4.2.12. Muestra playa El Rodadero (12)**



**Figura 4.12 Imagen a 16x de los sedimentos en Rodadero donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, ferromagnesianos (anfíboles y líticos) oscuros, feldespatos blancos.**

**Tabla 4.13 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Rodadero (12)**

Mineral	%
Cuarzo	39,2
Feldespato	28,5
Máficos (Anfíbol + Piroxeno)	20,4
Fragmentos de roca (Esquistos)	< 0.1
Epidota	1
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	0
Micas	10,9
	100,0

4.2.13. Muestra playa Santa Marta (13)

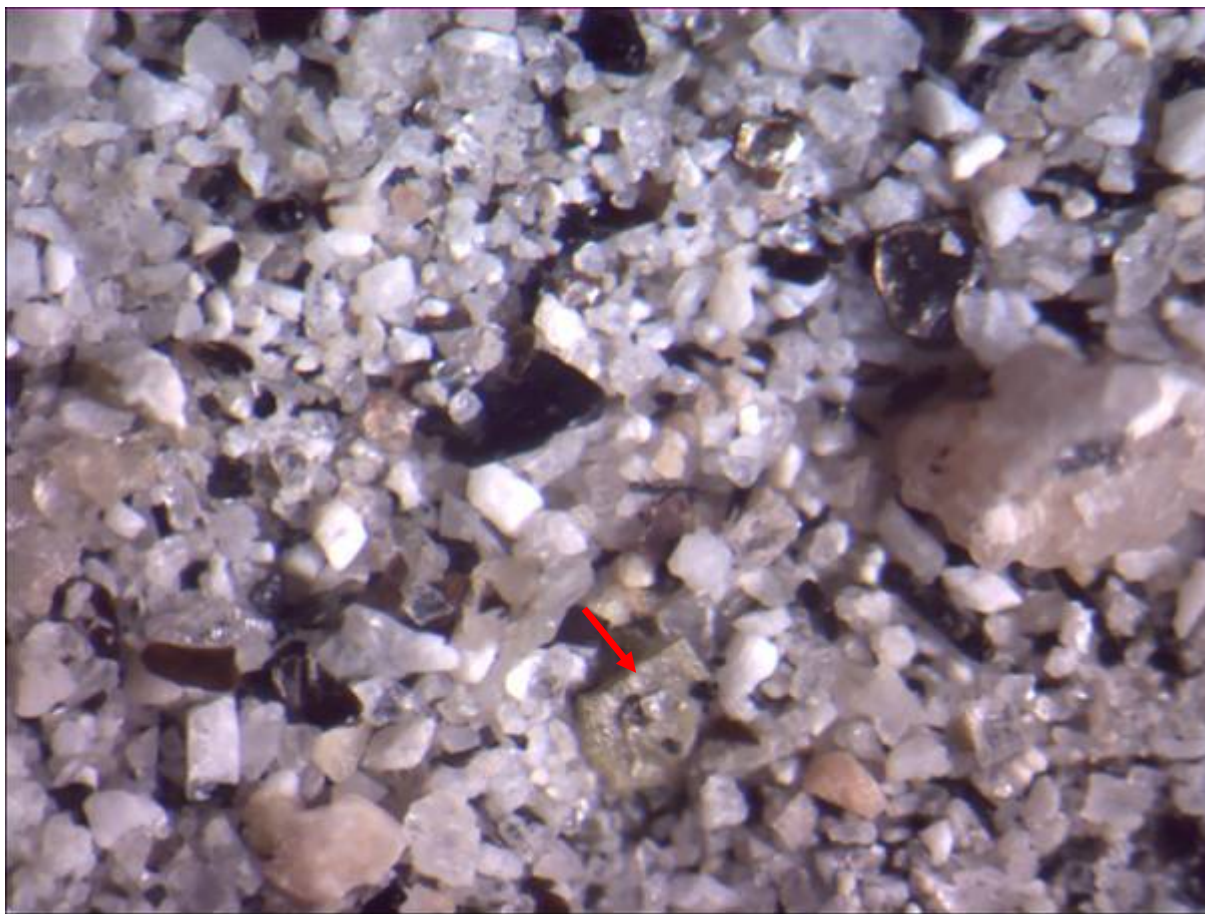


Figura 4.13 Imagen a 16x de los sedimentos en Santa Marta donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, anfíboles y biotita oscuros, epidota (señalada en rojo).

Tabla 4.14 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Santa Marta (13)

Mineral	%
Cuarzo	34,8
Feldespato	30,3
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	13,5
Fragmentos de roca (Esquistos)	1,9
Epidota	2,3
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	0
Micas	17,2
	100,0

4.2.14. *Muestra playa Santa Marta (14)*

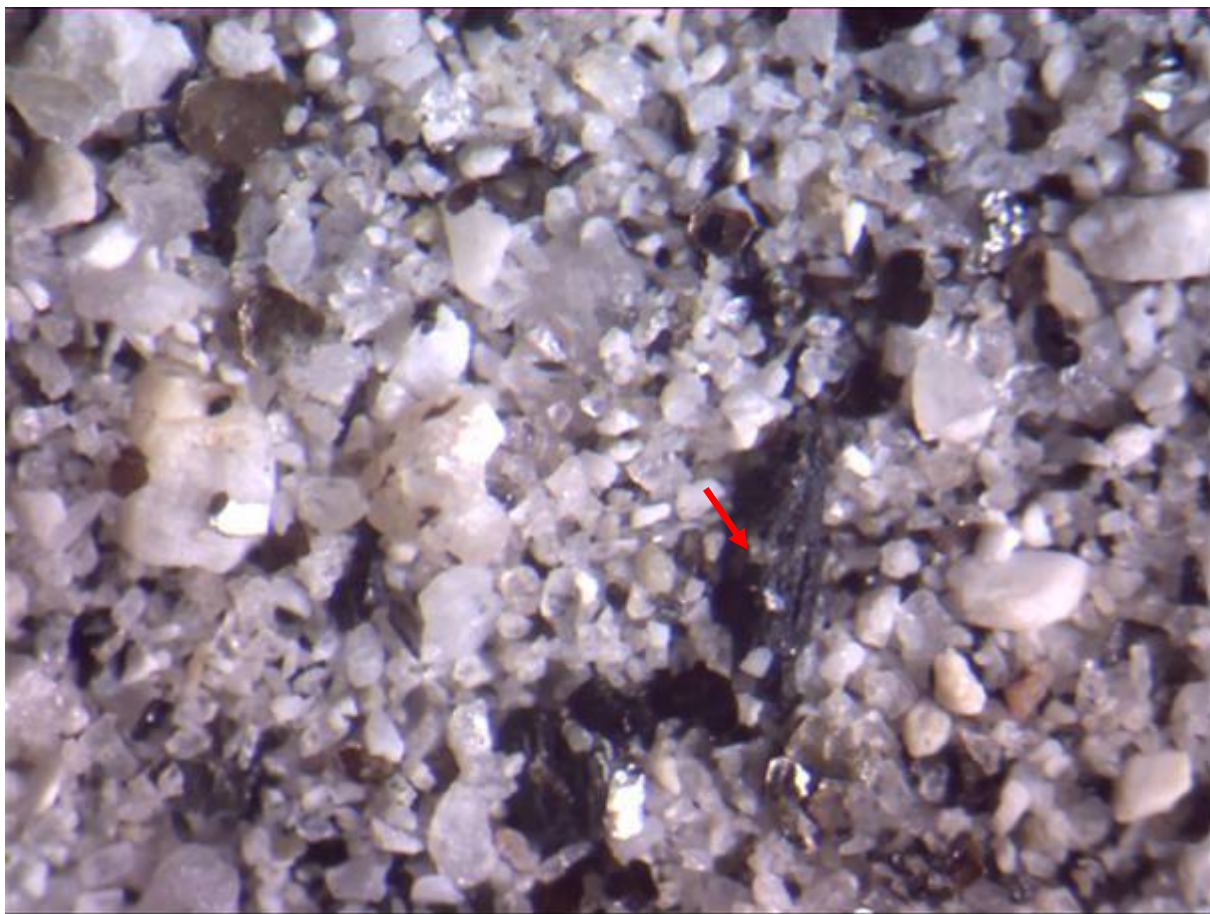


Figura 4.14 Imagen a 16x de los sedimentos en Santa Marta donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos blancos, anfíboles (señalado en rojo) y biotita.

Tabla 4.15 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Santa Marta (14)

Mineral	%
Cuarzo	36,9
Feldespato	26,7
Máficos (Anfíbol + Piroxeno)	16,9
Fragmentos de roca (Esquistos)	3,2
Epidota	4,8
Calcita	< 0.1
Magnetita	< 0.1
Carbón	0
Micas	11,5
	100,0

4.2.15. *Muestra playa Taganga (15)*

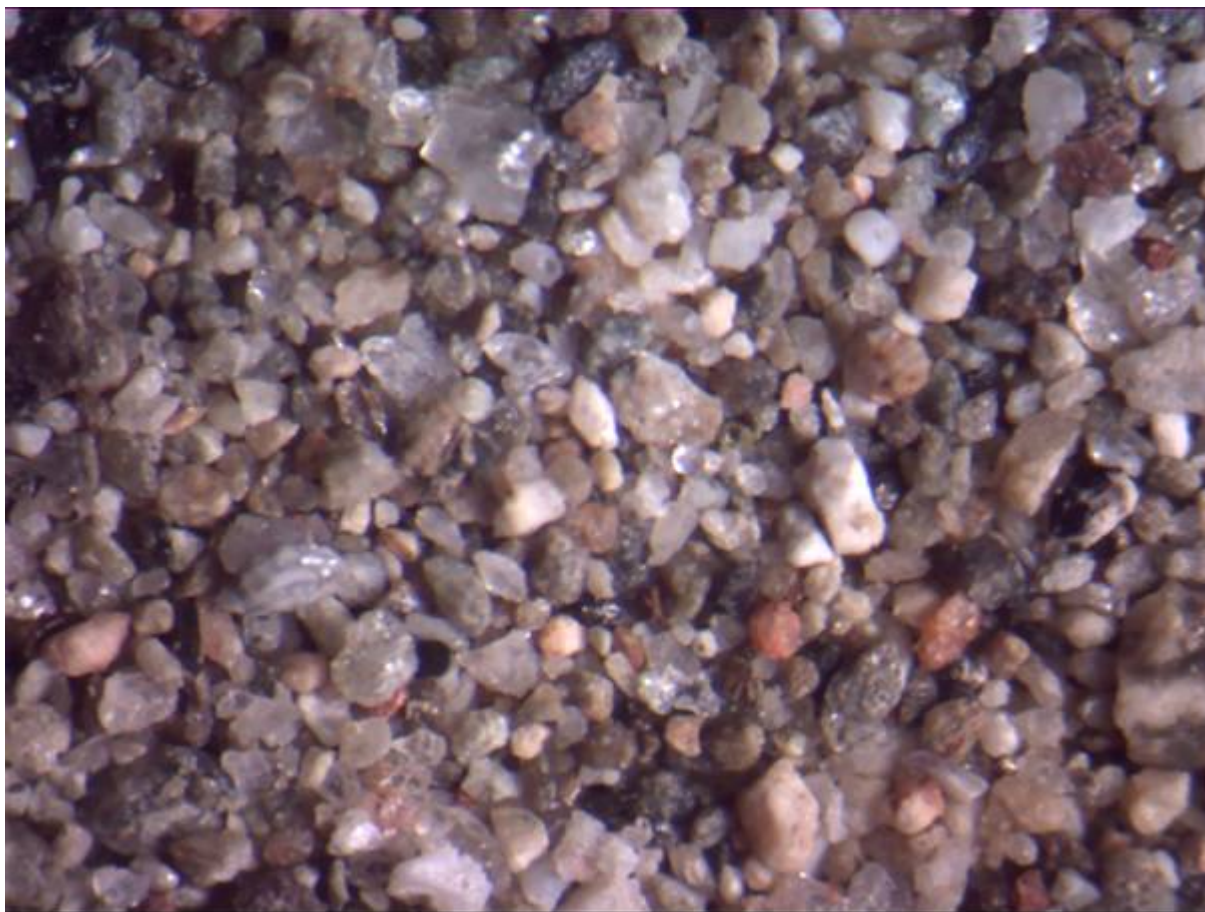


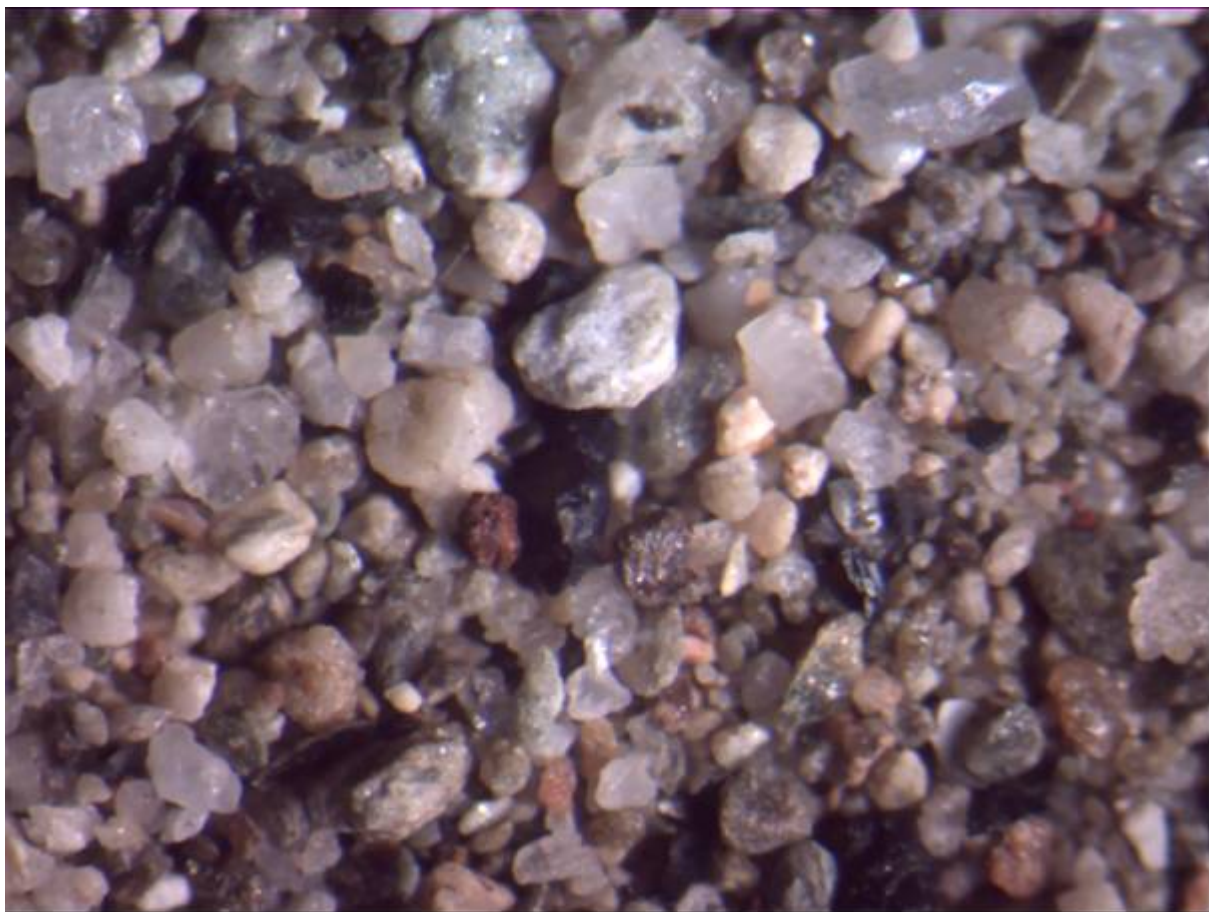
Figura 4.15 Imagen a 16x de los sedimentos en Taganga donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos con muestras de alteración, anfíboles y líticos negros. Algunos minerales con patina por alteración de color rojo

Tabla 4.16 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Taganga (15)

Mineral	%
Cuarzo	27,6
Feldespato	25,7
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	16,1
Fragmentos de roca (Esquistos)	27,6
Epidota	0,5
Calcita	1
Magnetita	1,3
Carbón	0
Micas	0,2
	100,0



**4.2.16. Muestra playa Taganga (16)**



**Figura 4.16** Imagen a 16x de los sedimentos en Taganga donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos, anfíboles negros, y líticos. Algunos minerales con patina por alteración de color rojo.

**Tabla 4.17** Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de Playa Taganga (16)

Mineral	%
Cuarzo	31,5
Feldespato	29,3
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	11,1
Fragmentos de roca (Esquistos)	24,9
Epidota	0,5
Calcita	0,8
Magnetita	1,5
Carbón	0
Micas	0,4
	100,0



## 5. CONCLUSIONES

En la zona de estudio las playas están conformadas por sedimentos de tamaño arena predominantemente y muestran un alto contenido de cuarzo y feldespato, tienen abundante contenido de minerales máficos (probablemente anfíboles en su mayoría) y micas, y algunos fragmentos líticos terrígenos (ígneos plutónicos y esquistos) y escasos calcáreos (fragmentos de conchas). Son fragmentos de esfericidad baja, algunos elongados, y subangulares a muy angulares.

Los sedimentos tienen su origen en la meteorización de las rocas ígneas y metamórficas de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta. Al sur donde hay un alto contenido de minerales máficos se relaciona con la meteorización y denudación del Batolito de Santa Marta, mientras que se ve una transición con el aumento de contenido micáceo entre las playas del Irotama y Pozos Colorados hasta llegar al Rodadero, Santa Marta y Taganga donde los sedimentos están relacionados con la denudación de los acantilados formados por los esquistos de Gaira y los diques pegmatíticos.

El color oscuro que se observa en las playas de Santa Marta y sus alrededores responde a la composición natural de los sedimentos observados, con un tono blanco predominante por la presencia de cuarzo y feldespato, oscurecida por la presencia de minerales máficos como anfíboles, biotita y magnetita, de colores negro, verde y pardo.

El cuarzo es hialino incoloro o rosado, y se presenta en granos de esfericidad baja y alta, subredondeados a angulares, en algunos casos con manchas rojas probablemente por la alteración de minerales de hierro. Algunos tienen incrustaciones de minerales máficos.

Feldespatos de color blanco, con manchas rojas y ocre por alteración, en granos subredondeados a subangulares, de esfericidad media, se encuentran también en asociación de líticos con cuarzo y anfíbol.

Los anfíboles se observan como granos de color negro, cristalinos, subangulares a muy angulares, con hábito columnar, en las fracciones más finas se distinguen mejor los cristales individuales con un color verde oscuro. Se encuentra epidota de color verde claro producto, muy probablemente, de la alteración de anfíboles.

La biotita de color negro, verde y pardo, es de hábito laminar, subangular, de baja esfericidad; a menor tamaño se observa en láminas finas; en algunos casos presenta brillo sub-metálico sobre todo en granos más gruesos.

Se identificaron bajos porcentajes de magnetita, de color negro, con patina roja por alteración, se presenta en granulometrías finas, con esfericidad media y subangular. El porcentaje aumenta en el sector de Ciénaga y en Taganga.

La separación de minerales por el método de densimetría no reveló la presencia de carbón en las muestras de sedimentos de las playas monitoreadas entre Costa Verde y la bahía de Taganga, esto puede deberse a que no hay partículas de dicho mineral o las concentraciones son muy bajas para ser determinadas con la cantidad de muestra utilizada en las pruebas de laboratorio.

La acumulación de partículas finas en esta área esta determinada por la acción del viento, por lo tanto se recomienda hacer un muestreo adicional, en la zona supramareal área seca expuesta uno o dos metros antes de la línea de marea (zona húmeda). donde las condiciones presenten menor dinámica al momento del muestreo y se vea reflejado el transporte de sedimentos por acción eólica.

Se recomienda realizar el muestreo utilizando un muestreador manual de núcleo, que permita sacar un testigo del registro sedimentario en la vertical, para mantener la estructura del depósito. De igual manera se deben conocer las propiedades físicas del carbón para poder determinar el comportamiento de este mineral en un proceso sedimentario.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

FRIEDMAN, G.M., K.G. JOHNSON. 1982. "Heavy-Mineral analysis and provenance" in: Exercises in Sedimentology. John Wiley & Sons. p. 86 – 106.

INVEMAR, 2006. Programa de Prevención y Propuestas de Mitigación de la Erosión Costera en Colombia. Fase I Proyecto BPIN Diagnostico de la erosión costera en el caribe, Departamento del Magdalena 20p.

