



COLOMBIA
50% MAR



DRUMMOND LTD.
COLOMBIA

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



INFORME TÉCNICO FINAL
ACT-CSC-002-12-ITF-Playas

Santa Marta, Octubre de 2012

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andrés" - INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

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

INFORME TÉCNICO FINAL

CUERPO DIRECTIVO

Director
Francisco A. Arias Isaza

Subdirector
Coordinador de investigaciones
Jesús Antonio Garay Tinoco

Coordinador
Programa Biodiversidad y Ecosistemas
Marinos (BEM)
David Alejandro Alonso Carvajal

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)
Constanza Ricaurte Villota

Coordinador
Coordinación de Servicios Científicos
Carlos Augusto Pinilla González

Cifese como: GÁMEZ-RAMÍREZ. D 2012.
Análisis mineralógico de sedimentos en zonas de
playa entre Costa verde y la bahía de Taganga
(departamento del Magdalena). Informe Técnico
Final. Santa Marta, 32 p.

Revisión científica:

Blanca Oliva Posada Posada
Jefe de la línea de Geología Marina Costera

Carlos Pinilla González
Coordinador de Servicios Científicos

Investigador
Dalmiro Gámez Ramirez
Geólogo

Auxiliar
Deimer Alexander Martínez Villareal
Auxiliar de laboratorio

Administración y logística
John Ortiz Ruiz

Portada: Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las
playas de Costa Verde.

Santa Marta, Octubre de 2012

Código Actividad: ACT-CSC-002-12-Playas



*Cerro Punta de Betin, Santa Marta – Colombia
, Apartado Aéreo 1016,
Tel: (57) (5) 4328600, Fax: (57) (5) 4328693
<http://www.invemar.org.co>*



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	15
4.1. SEPARACIÓN GRANULOMÉTRICA	15
4.2. MINERALOGÍA DE SEDIMENTOS	15
4.2.1. Muestra 1 y 2 de la playa de Costa Verde – Ciénaga	16
4.2.2. Muestra 3 y 4 de la playa Los Alcatraces	17
4.2.3. Muestras 5 y 6 de la playa Aeropuerto Simón Bolívar	18
4.2.4. Muestras 7 y 8 de la Playa Hotel Irotama	19
4.2.5. Muestra 9 y 10 de la playa de Pozos Colorados	20
4.2.6. Muestras 11 y 12 de la playa El Rodadero	21
4.2.7. Muestras 13 y 14 de playa Santa Marta	22
4.2.8. Muestras 15 y 16 de playa Taganga	23
5. COMPARACIÓN CONTENIDO DE CARBÓN ENTRE LOS AÑOS 2011 Y 2012	25
6. CONCLUSIONES	27
7. BIBLIOGRAFÍA	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo	13
Tabla 4.1	Fracciones granulométricas promedio de las playas consideradas	15
Tabla 4.2	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de la playa de Costa Verde-Ciénaga.....	16
Tabla 4.3	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de la playa de los Alcatraces	17
Tabla 4.4	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de la playa del Aeropuerto Simón Bolívar	18
Tabla 4.5	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa del Hotel Irotama...	19
Tabla 4.6	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Pozos Colorados.....	20
Tabla 4.7	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa El Rodadero.....	21
Tabla 4.8	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Santa Marta (13)....	22
Tabla 4.9	Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Taganga.....	23
Tabla 5.1	Tabla comparativa de carbón por estación y por muestra en los muestreos realizados en el 2011 y 2012	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Área de estudio y zonas de playa consideradas para la realización de los muestreos sedimentológicos.	9
Figura 2.2	Playas a lo largo de la zona de estudio. a) Costa Verde, b) Erosión en el espolón SW de Costa Verde, c) Los Alcatraces y d) Aeropuerto Simón Bolívar	10
Figura 2.3.	Playas a lo largo de la zona de estudio. a) Hotel Irotama, b) Pozos Colorados, c) Rodadero, d) Santa Marta y e) Taganga.....	12
Figura 3.1 a:	Tamiz <i>Gilson SS-15</i> . b: Montaje para la separación de minerales pesados.	14
Figura 4.1	Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas de Costa Verde (muestra 1 y 2 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros. a) Muestra 1 y c) contra-muestra 2. Fracción con densidad menor a 1,7 g.ml ⁻¹ , b) muestra 1 y d) contra-muestra 2.....	16
Figura 4.2	Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas Los Alcatraces (muestra 3 y 4 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros. a) Muestra 3 y c) contra-muestra 4. Fracción con densidad menor a 1,7 g.ml ⁻¹ , b) muestra 3 y d) contra-muestra 4.....	17
Figura 4.3	Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas del Aeropuerto (muestra 5 y 6 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros. a) Muestra 5 y c) contra-muestra 6. Fracción con densidad menor a 1,7 g.ml ⁻¹ , b) muestra 5 y d) contra-muestra 6.....	18

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

Figura 4.4 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas del Hotel Irotama (muestra 7 y 8 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros. a) Muestra 7 y c) contra-muestra 8. Fracción con densidad menor a $1,7 \text{ g.ml}^{-1}$, b) muestra 7 y d) contra-muestra 8. 19

Figura 4.5 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas de Pozos Colorados (muestra 9 y 10 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros.. a) Muestra 9 y c) contra-muestra 10. Fracción con densidad menor a $1,7 \text{ g.ml}^{-1}$, b) muestra 9 y d) contra-muestra 10. 20

Figura 4.6 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas del Rodadero (muestra 11 y 12 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros. a) Muestra 11 y c) contra-muestra 12. Fracción con densidad menor a $1,7 \text{ g.ml}^{-1}$, b) muestra 11 y d) contra-muestra 12 21

Figura 4.7 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas de Santa Marta (muestra 13 y 14 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros. a) Muestra 13 y c) contra-muestra 14. Fracción con densidad menor a $1,7 \text{ g.ml}^{-1}$, b) muestra 13 y d) contra-muestra 14. 22

Figura 4.8 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas de Taganga (muestra 15 y 16 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros.a) Muestra 15 y c) contra-muestra 16. Fracción con densidad menor a $1,7 \text{ g.ml}^{-1}$, b) muestra 15 y d) contra-muestra 16 23

Figura 5.1 Gráfica comparativa de carbón presente por estación para los años 2011 y 2012 26



ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012



ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico incluye resultados de los análisis granulométricos, estadísticos y mineralógicos realizados a las muestras tomadas por parte de la compañía Drummond LTD., con el acompañamiento de un geólogo de INVEMAR, el día 25 de julio de 2012 a lo largo de las playas ubicadas entre Costa Verde (jurisdicción del municipio de Ciénaga) y la Bahía de Taganga al norte de la ciudad de Santa Marta, ambas dentro del Departamento del Magdalena.

La metodología empleada se basó en la separación granulométrica por medio de tamices, luego de haber sometido a las muestras a un secado durante 48 horas. Para todos los sedimentos se determinó su composición mineralógica con lupa binocular y densimetría a partir de un líquido pesado. Todos los resultados contenidos dentro de este informe se expresan en porcentaje (%) de peso seco tanto de composición granulométrica como mineralógica.

Se da continuidad a las observaciones realizadas en febrero y octubre de 2009, agosto de 2010 y julio de 2011 en los mismos sectores.



ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

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, las cuales han sido consideradas como representativas en la determinación de la calidad ambiental de la zona.

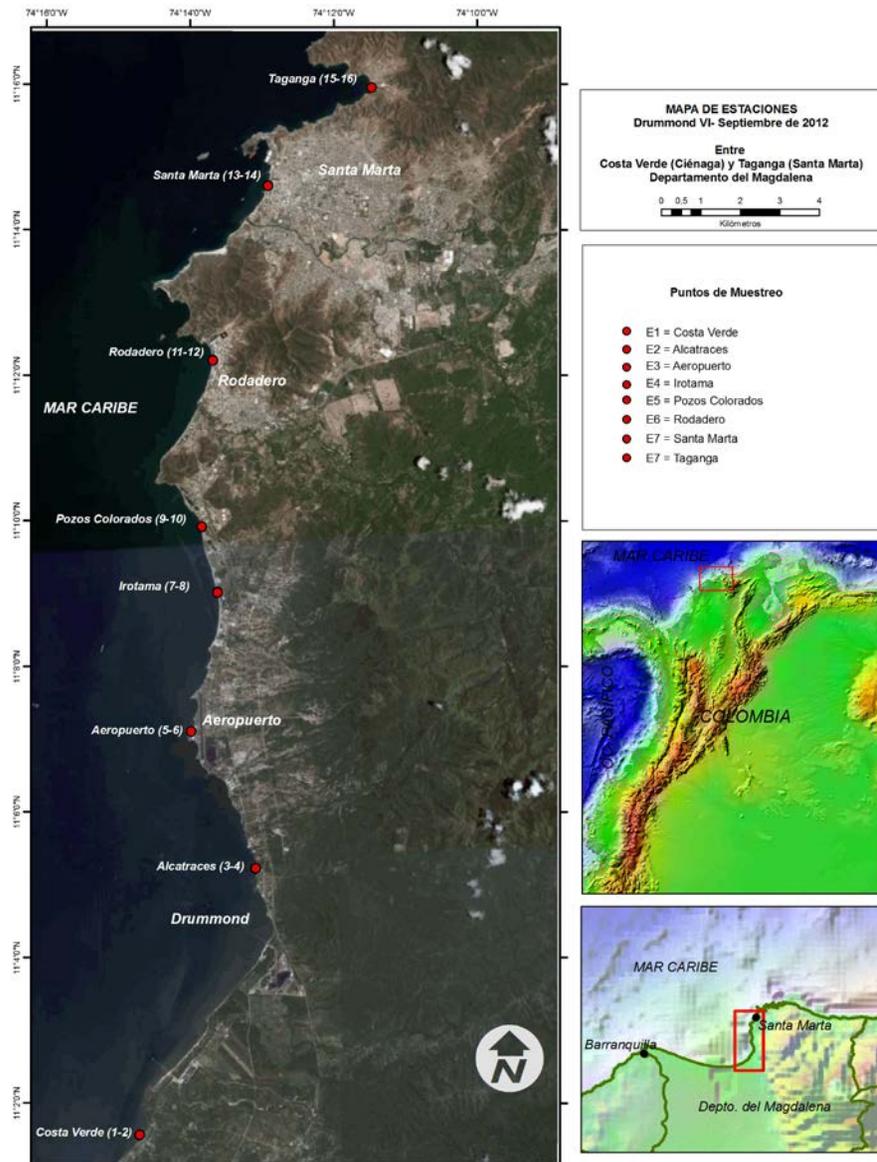


Figura 2.1 Área de estudio y zonas de playa consideradas para la realización de los muestreos sedimentológicos.

En la región, frente al municipio de Ciénaga, hasta el muelle de Drummond Ltd., se presenta una costa recta, limitada hacia tierra por la llanura costera. Ésta se diferencia de las costas con

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

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 evolutivos (INVEMAR, 2006).

La playa de Costa Verde (Figura 2.2a) en Ciénaga es amplia y extensa, enmarcada entre dos espolones construidos en el año 2011; la muestra recolectada en esta playa se corrió unos metros más hacia el mar por la acreción de la playa en este sector. En cuanto a las características de la playa se presentan en el frente de playa *beach cup* y puntos de acreción y acumulación de macro algas y troncos; en cuanto a la playa trasera está cubierta por vegetación arbórea. Adicionalmente se denota una zona de erosión al costado sur del espolón que esta ubicado al SW (Figura 2.2b). En Los Alcatraces (Figura 2.2c), la playa está limitada por un acantilado que se extiende hacia el norte conformado por rocas del Batolito de Santa Marta (INVEMAR, 2006) y en el sur por un espolón parcialmente cubierto y cercano al punto de muestreo; la playa tiene una amplitud mayor a los 10 m, donde la playa trasera es usada para la recreación y turismo.



Figura 2.2 Playas a lo largo de la zona de estudio. a) Costa Verde, b) Erosión en el espolón SW de Costa Verde, c) Los Alcatraces y d) Aeropuerto Simón Bolívar

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

En el sector del Aeropuerto Simón Bolívar (Figura 2.2d), la playa tiene unos 20 m de amplitud extendiéndose hacia el N hasta la entrada al aeropuerto; el frente de playa presenta una pendiente de 9° y cúspides formados por el oleaje y restos orgánicos vegetales marcando la marea máxima. En el sector turístico del Hotel Irotama (Figura 2.3a) 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 central de la zona turística, mientras en la playa trasera se encuentra vegetación de palmeras y manglar. Esta playa presenta intervención antrópica para uso recreativo y turístico.

En la playa de Pozos Colorados (Figura 2.3b) se tiene un frente de playa angosto de aproximadamente 6 m, el cual limita con las edificaciones. El punto de muestreo se tomó frente a una edificación nueva (Shairama), en cercanías a uno de los espolones construidos en el sector norte de la playa. El frente de playa tiene una pendiente suave con beach cups incipientes. Adicionalmente, tal como se ha descrito en el informe del año pasado, en el sector sur de Pozos Colorados se observan lotes sin construir, manteniendo 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.

En cuanto a la playa del Rodadero (Figura 2.3c), es una playa amplia que se extiende en sentido norte – sur, con un frente de playa angosto y una pendiente entre $9-10^\circ$. En la playa trasera se denota vegetación y está fuertemente afectada por la intervención antrópica, siendo el área de mayor influencia turística.

En la bahía de Santa Marta (Figura 2.3d) la playa tiene forma de playa de bolsillo limitada en el SW por la Marina de Santa Marta la cual fue construida entre el 2009 y 2010 y en el NW por un espolón de 80 m de largo y en dirección $N85^\circ W$. En el costado S del espolón no se tiene playa pero ésta va aumentando en amplitud a medida que se acerca a la Marina, siendo este sector usado para turismo y recreación. Cabe resaltar que en esta playa se tiene la presencia de minerales ferromagnesianos de color oscuro lo que implicó cambiar el punto de muestreo hacia este sector.

En la bahía de Taganga (Figura 2.3e), se tiene una playa compuesta por arenas medias con presencia de gravas y materia orgánica, con un frente de playa suave; esta playa se encuentra rodeada de acantilados en los costados SW y NW.

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012



Figura 2.3. Playas a lo largo de la zona de estudio. a) Hotel Irotama, b) Pozos Colorados, c) Rodadero, d) Santa Marta y e) Taganga.

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

3. METODOLOGÍA

3.1. MINERALOGÍA DE SEDIMENTOS

Los sedimentos fueron colectados el día 25 de julio de 2012 en compañía de los encargados de DRUMMOND Ltd. siguiendo la ubicación y métodos de las campañas de muestreo utilizadas con anterioridad (Invemar, 2009a, 2009b, 2010, 2011) para los mismos tipos de muestreo.

3.1.1. Red de estaciones

Las muestras se tomaron en puntos representativos de las mismas, donde se observaron condiciones de depósito y composición natural; se ubicaron 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	1	11°1'33,5"	74°14'42,1"
	2	11°1'33,7"	74°14'41,8"
Los Alcatraces	3	11°5'13,2"	74°13'5,2"
	4	11°5'13,5"	74°13'5,1"
Aeropuerto Simón Bolívar	5	11°7'6,5"	74°13'58,8"
	6	11°7'6,3"	74°13'58,9"
Irotama	7	11°9'1,2"	74°13'36,9"
	8	11°9'0,9"	74°13'36,9"
Pozos Colorados	9	11°9'55,0"	74°13'50,0"
	10	11°9'55,3"	74°13'50,1"
Rodadero	11	11°12'12,5"	74°13'41,0"
	12	11°12'12,1"	74°13'40,9"
Santa Marta	13	11°14'36,4"	74°12'55,0"
	14	11°14'36,2"	74°12'55,1"
Taganga	15	11°15'57,0"	74°11'28,5"
	16	11°15'57,32"	74°11'28,5"

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 sedimentos 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. 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 Map CSx76 utilizando datum WGS 84.

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

Los sedimentos de playa se llevaron el mismo día de muestreo a las instalaciones del INVEMAR donde se guardaron en refrigerador a 4 °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 100 ± 0.1 g para separar las fracciones granulométricas en tamiz *Gilson SS-15* con tamices en intervalos de 1ϕ ($\phi = -\log_2$ (diámetro en mm)) equivalentes a 2 mm, 1 mm, 500 μm , 250 μm , 125 μm , 63 μm y fondo para retención de lodos (Figura 3.1a).

Se realizó la separación por densimetría (Friedman y Johnson, 1982) de los sedimentos, utilizando 10 ± 0.1 g de la fracción granulométrica predominante (125 – 250 μm) y un líquido pesado (bromoformo diluido) con densidad de 1,7 $\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ (Figura 3.1b), con el fin de retener solo sedimentos de densidad de 1,7 $\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. 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 Carl Zeiss modelo Discorvery V12 6, con objetivo de 1.5x para determinar su composición mineralógica y definir los resultados e imágenes con la cámara digital Axiocam.

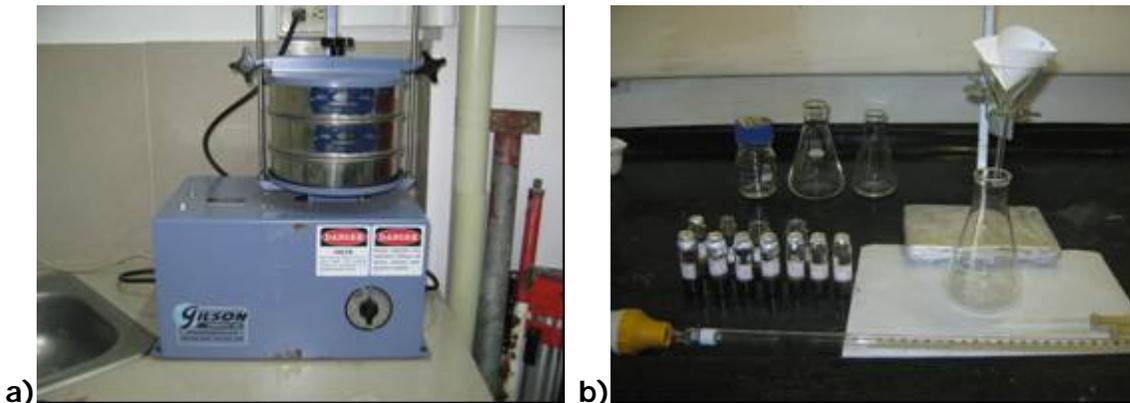


Figura 3.1 a: Tamiz *Gilson SS-15*. b: Montaje para la separación de minerales pesados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. SEPARACIÓN GRANULOMÉTRICA

En todas las muestras de las zonas de playa entre Costa Verde y Santa Marta (M 1-14) predominan las partículas de tamaño arena, con más de un 97% en peso retenido en esta fracción. Un bajo porcentaje (menos del 3%) corresponde a las fracciones tamaño gravas y lodos (Tabla 4.1); adicionalmente se tiene que estos sedimentos presentan características similares como el color el cual es blanco grisáceo y en su mayoría son arenas medias a finas con selección moderada. En los sedimentos de playa de Taganga (M 15-16) el contenido de gravas es de aproximadamente 5%, son de color amarillo pardo y presentan selección pobre. Debido a la dinámica de las zonas de playa, el contenido de lodos en la mayoría de las muestras es menor al 1%.

Tabla 4.1 Fracciones granulométricas promedio de las playas consideradas

Sector	Estación	Grava y Arena muy Gruesa % > 1 mm	Arena % 0,063 - 1 mm	Lodos % <0,063 mm
Costa Verde – Ciénaga	1	0,00%	99,90%	0,10%
	2	0,00%	99,84%	0,16%
Los Alcatraces	3	2,78%	97,05%	0,17%
	4	0,09%	99,75%	0,16%
Aeropuerto Simón Bolívar	5	0,09%	99,82%	0,09%
	6	0,06%	99,84%	0,10%
Irotama	7	0,00%	99,03%	0,97%
	8	0,03%	99,63%	0,34%
Pozos Colorados	9	0,13%	99,64%	0,23%
	10	0,26%	99,30%	0,44%
Rodadero	11	0,03%	99,69%	0,28%
	12	0,00%	99,92%	0,08%
Santa Marta	13	0,10%	99,71%	0,19%
	14	0,02%	99,79%	0,19%
Taganga	15	4,97%	94,56%	0,48%
	16	4,77%	94,67%	0,56%

4.2. MINERALOGÍA DE SEDIMENTOS

Utilizando el líquido (bromoformo diluido) con densidad de $1,7 \text{ g.ml}^{-1}$ es posible separar las partículas de carbón mineral y minerales de igual o menor densidad, del resto de minerales presentes en las muestras de playas del sector. La cantidad mensurable de sedimento retenido, permitió determinar la presencia de carbón mineral en un porcentaje bajo dentro de la muestra utilizada en el análisis, pero con incrementos respecto a años anteriores.

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.

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

4.2.1. Muestra 1 y 2 de la playa de Costa Verde – Ciénaga

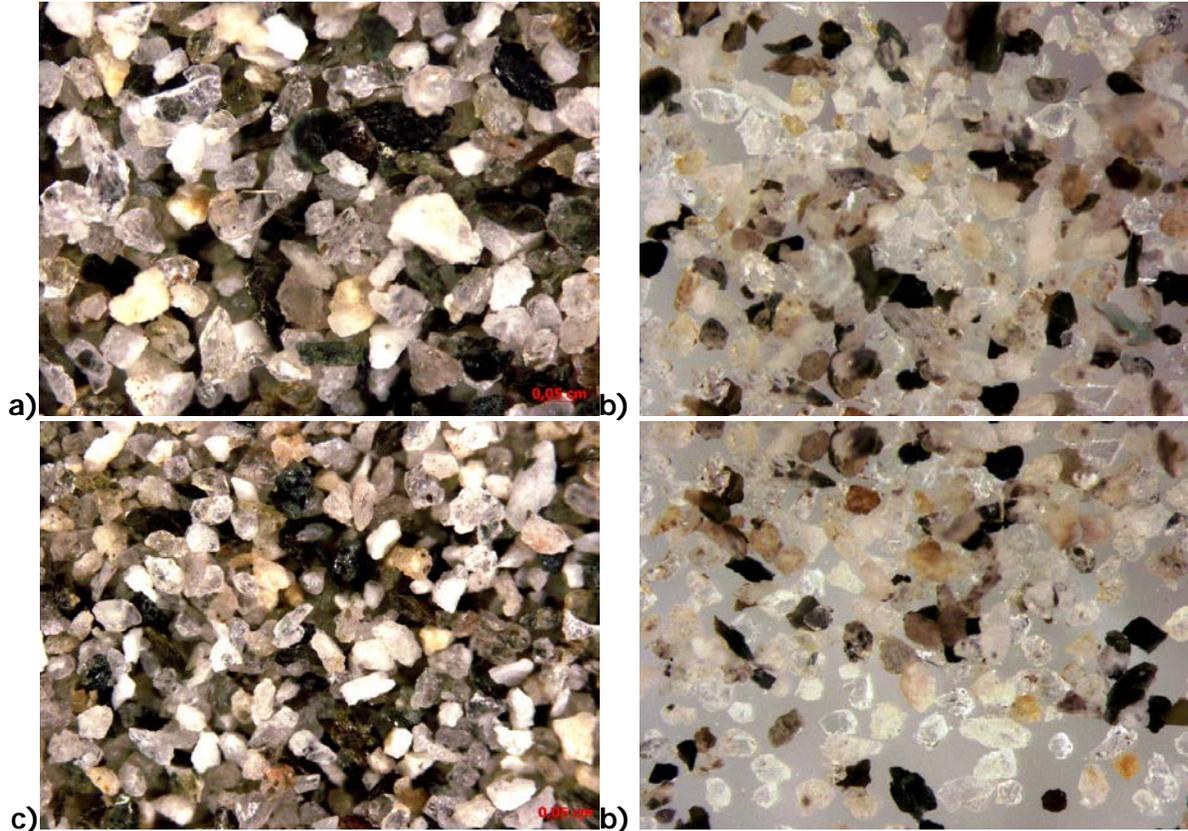


Figura 4.1 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas de Costa Verde (muestra 1 y 2 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros. a) Muestra 1 y c) contra-muestra 2. Fracción con densidad menor a $1,7 \text{ g.ml}^{-1}$, b) muestra 1 y d) contra-muestra 2

Tabla 4.2 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de la playa de Costa Verde-Ciénaga

Mineral	% Muestra 1	% Muestra 2
Cuarzo + Feldespato	40	43
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	26	25
Epidota	3	2
Fragmentos líticos	15	16
Calcita	5	4
Magnetita	2,55	3,52
Carbón	0,45	0,48
Micas	8	6
	100	100

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

4.2.2. Muestra 3 y 4 de la playa Los Alcatraces

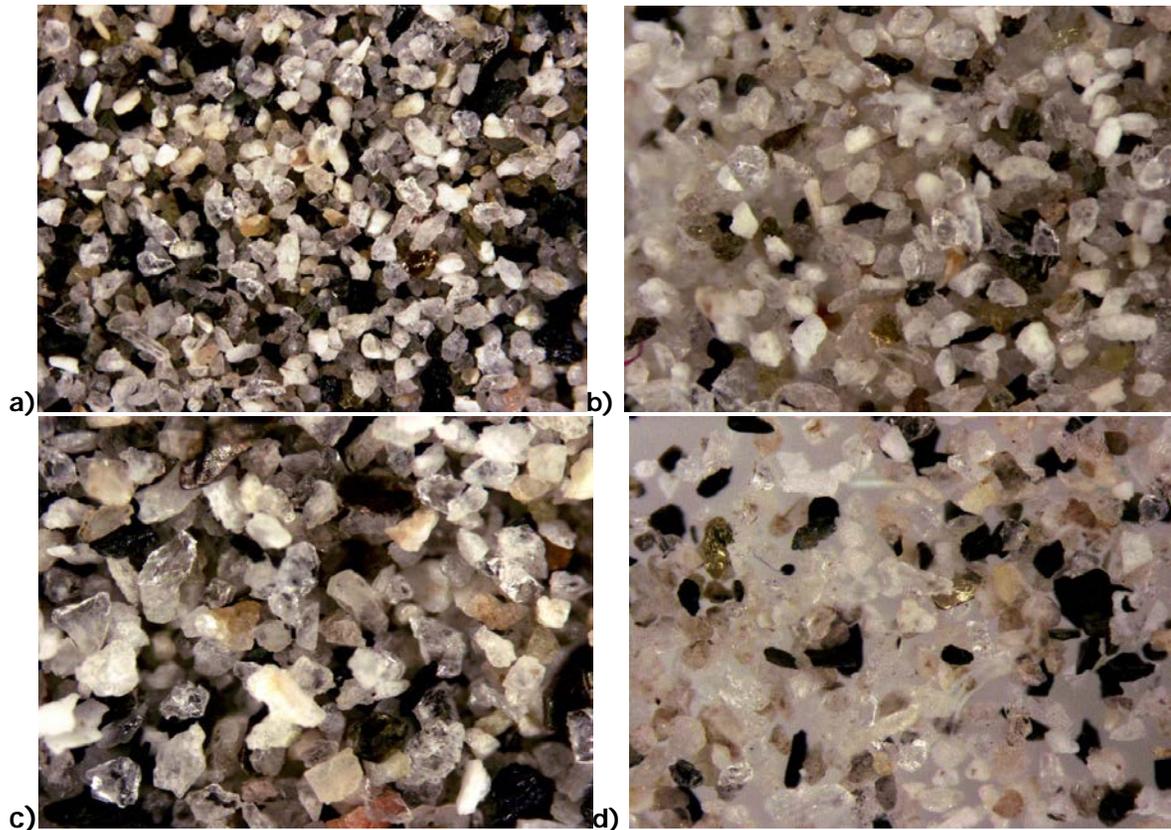


Figura 4.2 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas Los Alcatraces (muestra 3 y 4 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespato y minerales oscuros. a) Muestra 3 y c) contra-muestra 4. Fracción con densidad menor a 1,7 g.ml⁻¹, b) muestra 3 y d) contra-muestra 4.

Tabla 4.3 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de la playa de los Alcatraces

Mineral	% Muestra 3	% Muestra 4
Cuarzo + Feldespato	42	38
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	27	24
Epidota	4	5
Fragmentos líticos	16	18
Calcita	3	4
Magnetita	1,26	2,25
Carbón	0,74	0,75
Micas	6	8
	100	100

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

4.2.3. Muestras 5 y 6 de la playa Aeropuerto Simón Bolívar

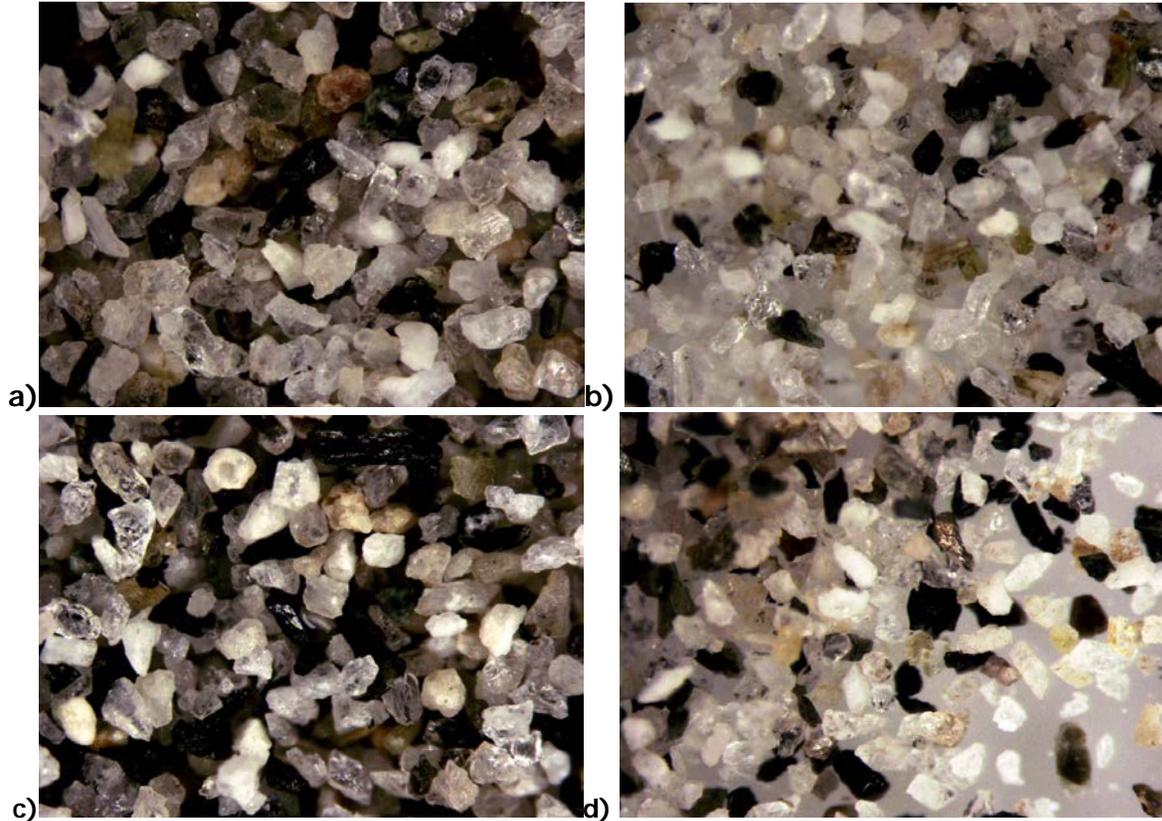


Figura 4.3 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas del Aeropuerto (muestra 5 y 6 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespato y minerales oscuros. a) Muestra 5 y c) contra-muestra 6. Fracción con densidad menor a 1,7 g.ml⁻¹, b) muestra 5 y d) contra-muestra 6.

Tabla 4.4 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de la playa del Aeropuerto Simón Bolívar

Mineral	% Muestra 5	% Muestra 6
Cuarzo + Feldespato	38	35
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	30	33
Epidota	4	5
Fragmentos líticos	15	12
Calcita	4	3
Magnetita	1,42	1,46
Carbón	0,58	0,54
Micas	7	10
	100	100

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

4.2.4. Muestras 7 y 8 de la Playa Hotel Irotama

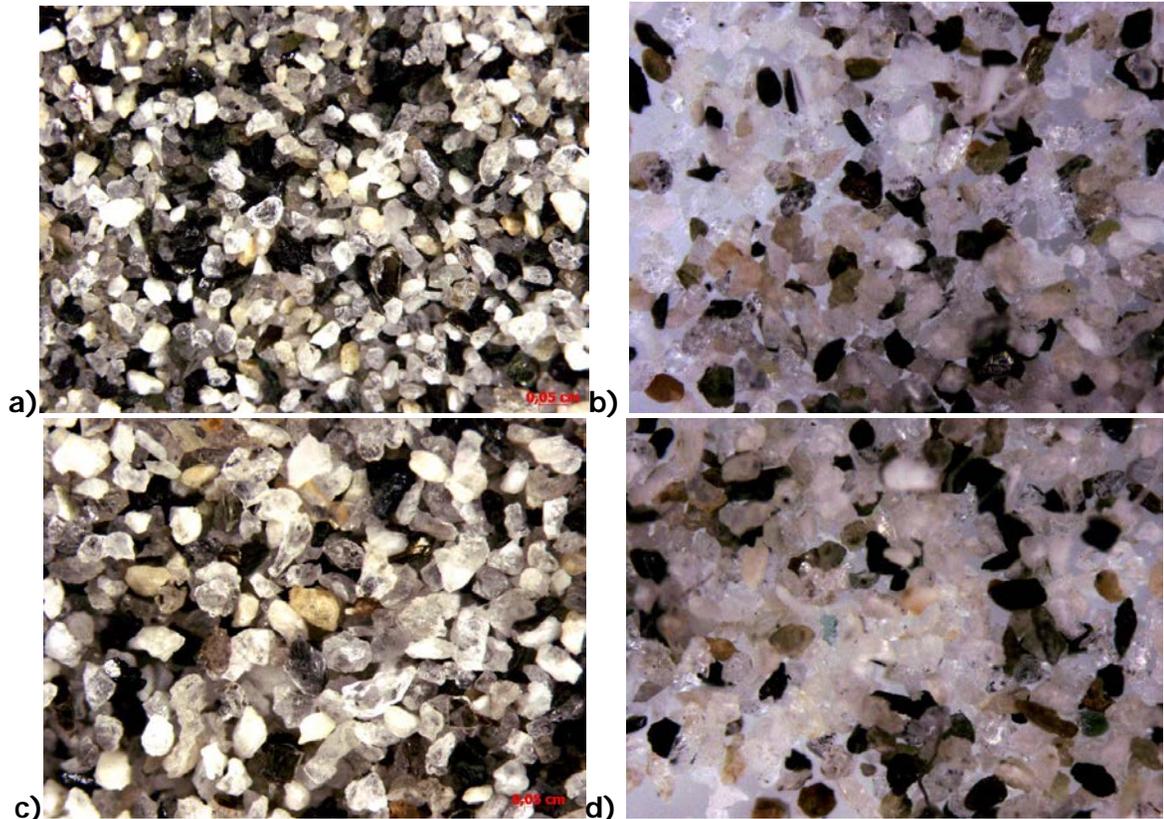


Figura 4.4 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas del Hotel Irotama (muestra 7 y 8 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros. a) Muestra 7 y c) contra-muestra 8. Fracción con densidad menor a $1,7 \text{ g.ml}^{-1}$, b) muestra 7 y d) contra-muestra 8.

Tabla 4.5 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa del Hotel Irotama

Mineral	% Muestra 7	% Muestra 8
Cuarzo + Feldespato	40	37
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	30	28
Epidota	2	4
Fragmentos líticos	15	18
Calcita	6	5
Magnetita	1,59	2,71
Carbón	0,41	0,29
Micas	5	5
	100	100

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

4.2.5. Muestra 9 y 10 de la playa de Pozos Colorados

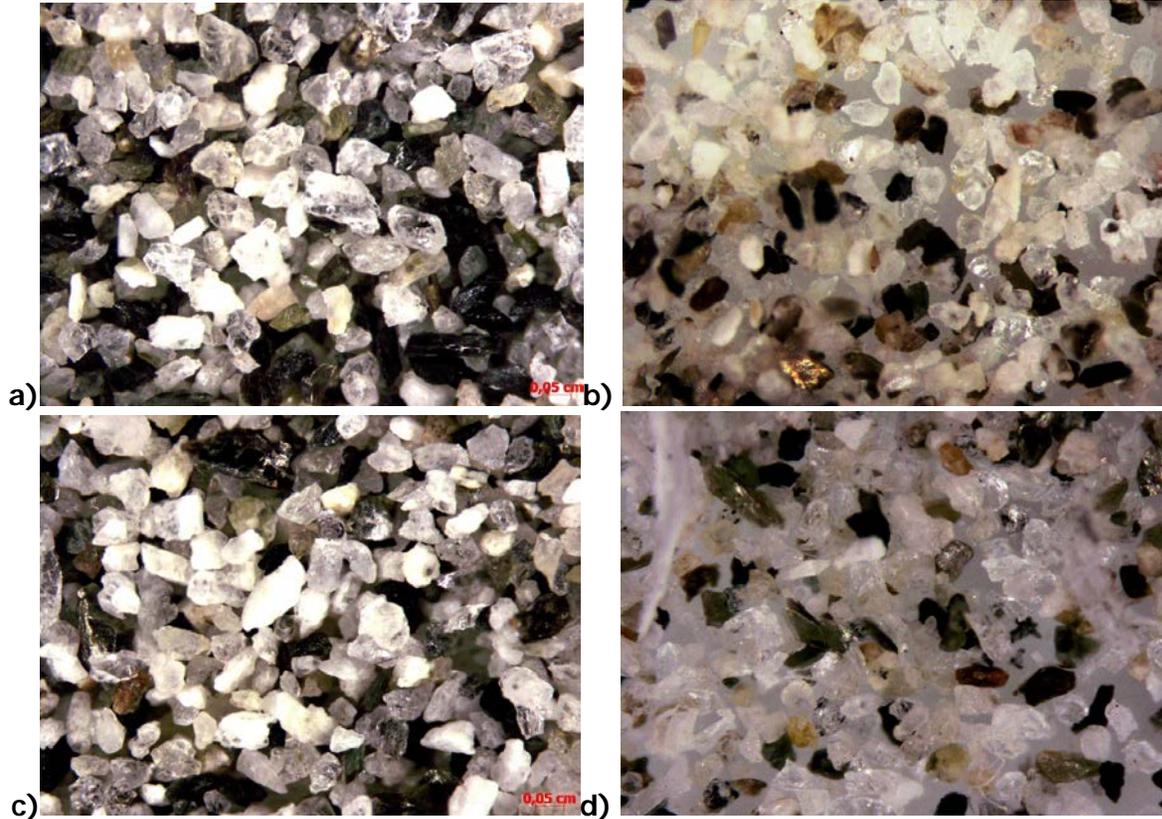


Figura 4.5 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas de Pozos Colorados (muestra 9 y 10 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros.. a) Muestra 9 y c) contra-muestra 10. Fracción con densidad menor a $1,7 \text{ g.ml}^{-1}$, b) muestra 9 y d) contra-muestra 10.

Tabla 4.6 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Pozos Colorados

Mineral	% Muestra 9	% Muestra 10
Cuarzo + Feldespato	41	39
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	32	30
Epidota	5	8
Fragmentos líticos	13	12
Calcita	1	4
Magnetita	1,53	1,41
Carbón	0,47	0,59
Micas	6	5
	100	100

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

4.2.6. Muestras 11 y 12 de la playa El Rodadero

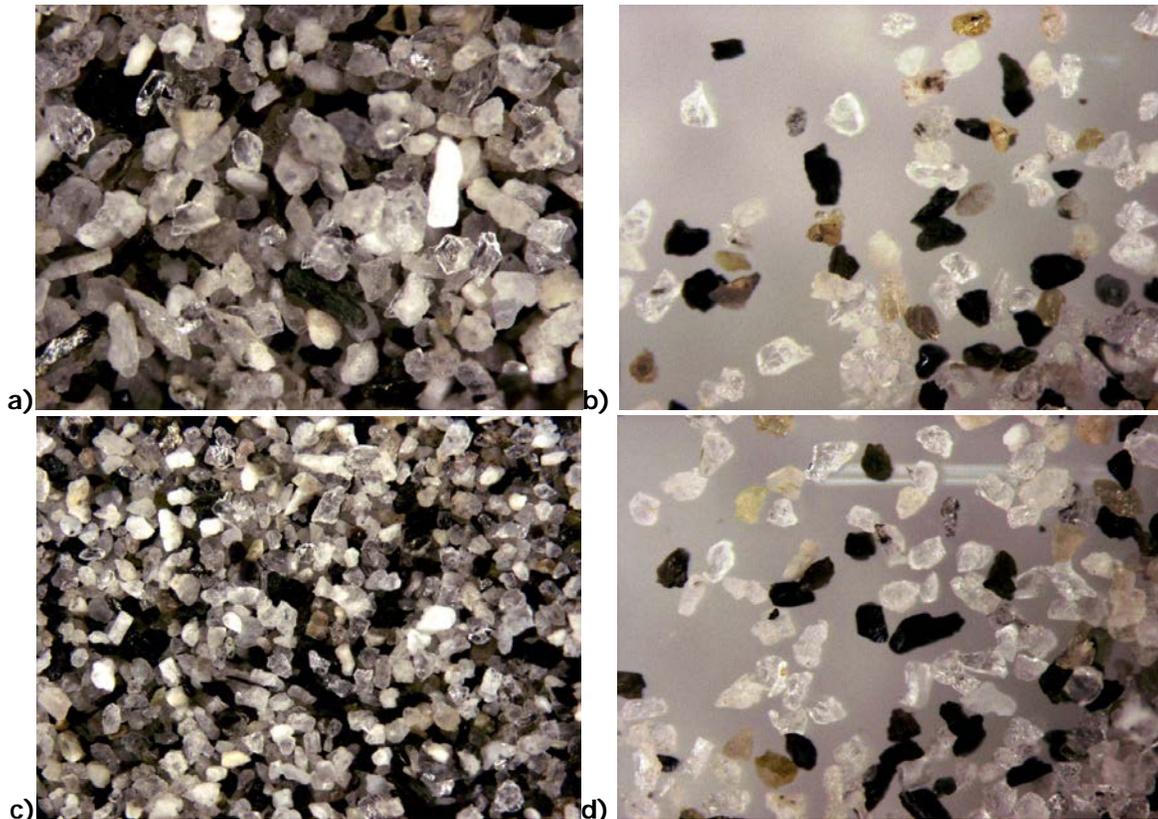


Figura 4.6 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas del Rodadero (muestra 11 y 12 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespato y minerales oscuros. a) Muestra 11 y c) contra-muestra 12. Fracción con densidad menor a 1,7 $g.ml^{-1}$, b) muestra 11 y d) contra-muestra 12

Tabla 4.7 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa El Rodadero

Mineral	% Muestra 11	% Muestra 12
Cuarzo + Feldespato	45	40
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	30	31
Epidota	2	2
Fragmentos líticos	10	12
Calcita	3	5
Magnetita	2,64	1,73
Carbón	0,36	0,27
Micas	7	8
	100	100

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

4.2.7. Muestras 13 y 14 de playa Santa Marta

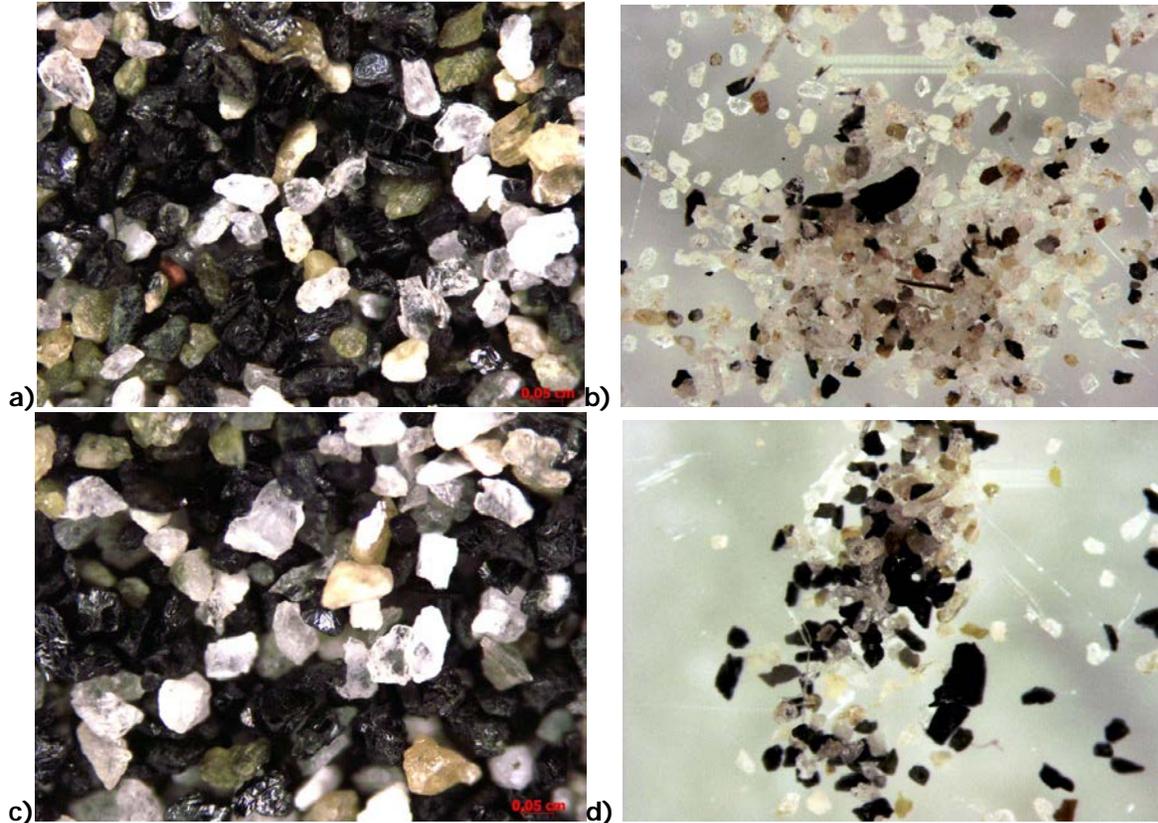


Figura 4.7 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas de Santa Marta (muestra 13 y 14 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros. a) Muestra 13 y c) contra-muestra 14. Fracción con densidad menor a 1,7 g.ml⁻¹, b) muestra 13 y d) contra-muestra 14.

Tabla 4.8 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Santa Marta (13)

Mineral	% Muestra 13	% Muestra 14
Cuarzo + Feldespato	32	35
Máficos (Anfíbol + Piroxeno)	38	36
Epidota	3	2
Fragmentos líticos	10	12
Calcita	3	5
Magnetita	3,53	2,5
Carbón	0,47	0,50
Micas	10	7
	100	100

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

4.2.8. Muestras 15 y 16 de playa Taganga

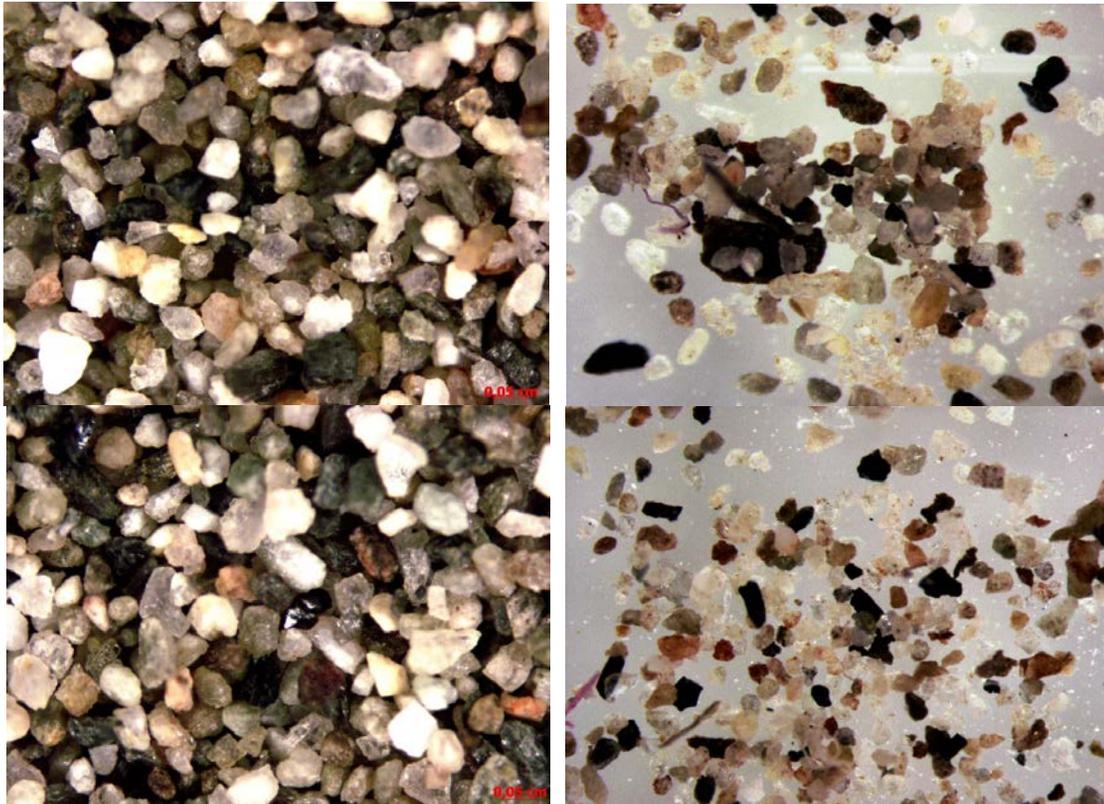


Figura 4.8 Imagen a 25x de los sedimentos presentes en las playas de Taganga (muestra 15 y 16 contra-muestra) donde se observan fragmentos translúcidos de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros. a) Muestra 15 y c) contra-muestra 16. Fracción con densidad menor a 1,7 g.ml⁻¹, b) muestra 15 y d) contra-muestra 16

Tabla 4.9 Contenido mineralógico aproximado de los sedimentos de playa Taganga

Mineral	% Muestra 15	% Muestra 16
Cuarzo + Feldespato	35	30
Máficos (Anfibol + Piroxeno)	22	31
Epidota	5	4
Fragmentos líticos	25	22
Calcita	4	6
Magnetita	3,55	3,82
Carbón	0,45	0,18
Micas	5	3
	100	100



ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

5. COMPARACIÓN CONTENIDO DE CARBÓN ENTRE LOS AÑOS 2011 Y 2012

Teniendo en cuenta los datos adquiridos en anteriores muestreos como MORALES, D.F. y G. GUZMÁN (2011) y los incluidos en este informe, se elaboró la Tabla 5.1 y la Figura 5.1 donde se comparan los datos de carbón obtenidos.

Tabla 5.1 Tabla comparativa de carbón por estación y por muestra en los muestreos realizados en el 2011 y 2012

Estación	Muestra	Muestreo 15/07/2011		Muestreo 25/07/2012	
		% Carbón por muestra	% Carbón por Estación	% Carbón por muestra	% Carbón por Estación
E1	1	0	0	0,45	0,47
	2	0		0,48	
E2	3	0,2	0,1	0,74	0,75
	4	0		0,75	
E3	5	0,3	0,45	0,58	0,56
	6	0,6		0,54	
E4	7	0	0,15	0,41	0,35
	8	0,3		0,29	
E5	9	0,5	0,3	0,47	0,53
	10	0,1		0,59	
E6	11	0,5	0,55	0,36	0,32
	12	0,6		0,27	
E7	13	0,1	0,15	0,47	0,48
	14	0,2		0,50	
E8	15	0,1	0,1	0,45	0,32
	16	0,1		0,18	

Tal como se muestra en la Tabla 5.1 y Figura 5.1 se evidencia un aumento en la presencia de carbón por muestra y por estación, siendo en la mayoría un aumento considerable, tal como se evidencia en las estaciones 1 (Costa Verde) y 2 (Alcatraces) donde el contenido de carbón pasó de ser 0% en el 2011 a 0.47% en el 2012 y de 0.1% en el 2011 a 0.75% en el 2012 respectivamente, lo cual puede ser representativo debido a que son estos puntos los más cercanos a la zonas de influencia de transporte, acopio y embarque, por lo que las condiciones ambientales podrían favorecer a que se aumente el contenido de carbón en estos sectores. A pesar de las anteriores observaciones, se sigue manteniendo un porcentaje de carbón en las playas inferior al 1% para la fracción analizada.

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

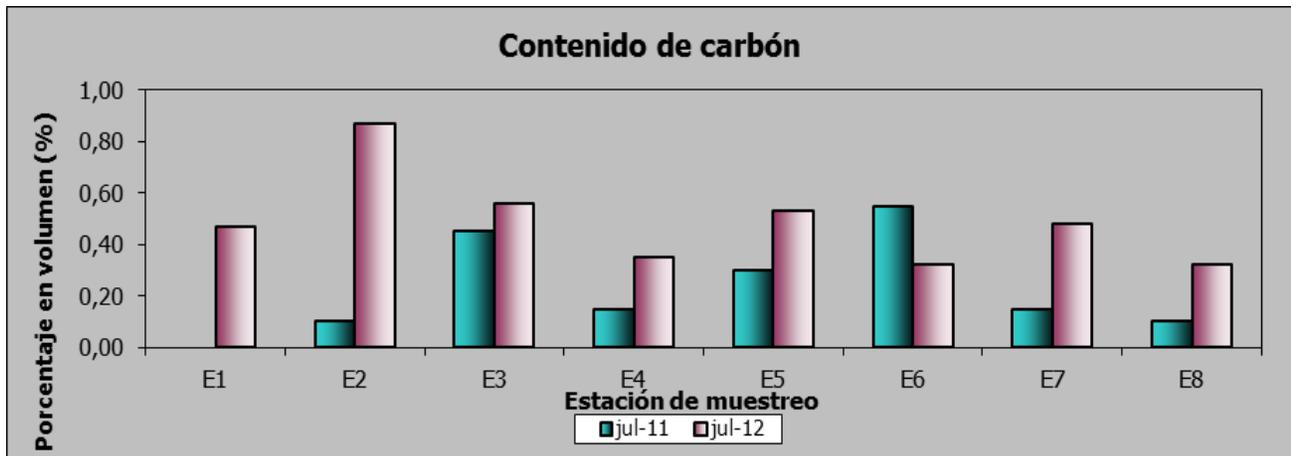


Figura 5.1 Gráfica comparativa de carbón presente por estación para los años 2011 y 2012

6. CONCLUSIONES

A lo largo del sector recorrido entre Costa Verde (Ciénaga) y Taganga en el departamento del Magdalena se encontraron características similares en cuanto a los contenidos mineralógicos de las muestras, donde el cuarzo+feldespato, minerales máficos y los fragmentos líticos son los más abundantes. Los contenidos de Cuarzo en todas las muestras variaron entre 32 y 45%, los minerales máficos entre 22 y 38% y los fragmentos líticos entre 10 y 25%. Respecto a los demás contenidos mineralógicos como las micas y calcáreos (fragmentos de conchas de moluscos y foraminíferos) se encontraron en una abundancia entre 5-10% y 1-5% respectivamente. En general las partículas minerales de origen terrígeno presentaron esfericidad baja, algunos alargados, y subangulares a muy angulares, mientras que las de origen biogénico (fragmentos calcáreos) son muy angulares, además estas se encontraron en los tamices de tamaños de 2 a 0,125 mm.

En la identificación mineralógica y tal como se muestra en las fotos tomadas a los sedimentos se denota un color oscuro, el cual en la mayoría de los casos hace parte de la composición natural de los sedimentos observados que incluye minerales máficos como anfíboles, biotita y magnetita, de colores negro, verde y pardo; adicionalmente se encuentran minerales claros de color blanco y rosa como cuarzo y feldespato, en algunas ocasiones alterado. También el color blanco y/o amarillo claro se le asocia a los minerales carbonatados o a los materiales biogénicos como fragmentos de conchas, que en este caso son un porcentaje bajo en el contenido de la muestra total analizada.

La separación de sedimentos por el método de densimetría, retuvo, además de las partículas de carbón, minerales con densidad menor a $1,7 \text{ g.ml}^{-1}$ y algunos minerales con flotabilidad presentes en las muestras, los cuales corresponden en su mayoría a cuarzo, micas, y feldespatos que permanecen en suspensión al momento de retirar el líquido pesado.

Las partículas de carbón retenidas de estos sedimentos por el método de densimetría representan porcentajes que van desde 0.32% hasta 0.75%, en las fracciones mayores a 0,063 mm y menores a 0,125 mm, es decir, las concentraciones de carbón en general son menores a 1% en peso, en los ocho sectores donde se recogió muestra.

En los estudios anteriores realizados en estas playas se reportaron concentraciones entre 0,45 – 0,55% en peso de contenido de carbón por estación, siendo las estaciones 3 (Aeropuerto) y 6 (Santa Marta) donde más se encontró contenido de carbón; en la Estación 1 (Pozos Colorados) no se encontró ningún contenido de carbón en 2011, pero para 2012 si se encontró un porcentaje del mismo.

Adicionalmente, como se muestra en la Tabla 5.1 y Figura 5.1, se evidenció un aumento en la presencia de carbón por muestra y por estación, siendo en la mayoría un aumento considerable, tal como se observa en las estaciones 1 (Costa Verde) y 2 (Alcatraces), donde el contenido de



ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

carbón pasó de ser 0% en el 2011 a 0.47% en el 2012 y de 0.1% en el 2011 a 0.75% en el 2012 respectivamente, lo cual puede ser representativo debido a que son estos puntos los más cercanos a la zonas de influencia de transporte, acopio y embarque, por lo que las condiciones ambientales podrían favorecer a que se aumente el contenido de carbón en estos sectores.

Es necesario revisar a qué se debe el aumento en la concentración de carbón en las playas, pues, en este caso, los factores climáticos, especialmente relacionados con el viento, pudieron haber incidido, muy a pesar de que ambos muestreos se hicieron en la misma época, a mediados del mes de julio. La acumulación progresiva del carbón, a lo largo de los años, podría explicar en parte este aumento, aunque no sobra revisar otros factores inherentes al manejo mismo del carbón.



ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012

7. BIBLIOGRAFÍA

- FRIEDMAN, G.M., K.G. JOHNSON. 1982. "Heavy–Mineral analysis and provenance" in: Exercises in Sedimentology. John Wiley & Sons. p. 86 – 106.
- HURLBUT Jr., C. y C. KLEIN. 1992. Manual de mineralogía de Dana. Editorial Reverte. España. 3ª Edición. 592 p.
- 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.
- MORALES, D.F. y G. GUZMÁN. 2011. Análisis mineralógico de sedimentos en zonas de playa entre Costa verde y la bahía de Taganga (departamento del Magdalena). Informe Técnico Final. Santa Marta, 32
- RANGEL-BUITRAGO N. 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. Santa Marta, 36 p.



ANÁLISIS MINERALÓGICO DE SEDIMENTOS EN ZONAS DE PLAYA ENTRE COSTA VERDE Y LA BAHÍA DE TAGANGA (DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)
Informe Técnico Final, septiembre de 2012
