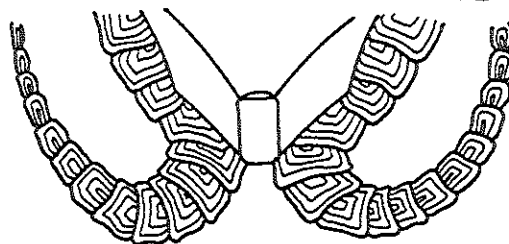


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS



PROCEDENCIA DE MINERALES PESADOS EN ARROYOS
Y PLAYAS DEL LITORAL DE PUNTA CONO A PUNTA SAN
CARLOS EN LA COSTA NW. DE B. C.



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL
TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA

RENE ALBERTO NAVARRO PALACIOS

ENSENADA BAJA CALIFORNIA, MEXICO

DICIEMBRE 1985

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA

RESUMEN

Durante el periodo Junio de 1983 a Junio de 1984 se colectaron muestras de arena de los principales arroyos y playas de la costa NW del estado de Baja California, de Punta Cono a Punta San carlos, con el objeto de determinar la procedencia de los sedimentos del área de estudio.

Se utilizaron las asociaciones mineralógicas principales para definir las posibles fuentes de los sedimentos del área.

Los resultados de la separación de minerales pesados es muy irregular para un mismo tamaño de grano y se observan altas concentraciones en las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ . con un comportamiento similar en la distribución porcentual de los minerales pesados para estos dos tamaños de grano.

Se identificaron alrededor de veinte especies mineralógicas de las cuales las mas dominantes son Hornblenda. Opacos, Augita-Egirina Hiperstena, Alterados, magnetita. El grupo Alterados domina en las muestras de arroyo sin embargo en la porción norte del área las playas muestran altas concentraciones de estos minerales debido a que es la región donde los arroyos son activos.

Los arroyos contribuyen con cantidades de sedimentos insignificantes a la región litoral y es la influencia del oleaje sobre las rocas volcánicas de los escarpes costeros el principal agente de distribución de sedimentos sobre la costa.

Los sedimentos proceden principalmente de la erosión de las rocas volcánicas y metavolcánicas de la formación Alisitos, emplazadas en la zona, y solo en la región de Sta Catarina y Lámparas se visualiza la influencia de las rocas sedimentarias y graníticas ubicadas al NE del área.

Los minerales de importancia económica son: Monacita Zircon, Rutilo, Cromita, Magnetita y Granate.

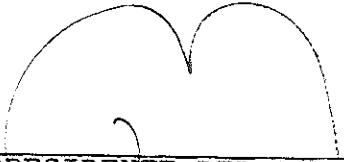
"PROCEDENCIA DE MINERALES PESADOS EN ARROYOS
Y PLAYAS DEL LITORAL DE PUNTA CONO A PUNTA
SAN CARLOS EN LA COSTA NW. DE B.C."

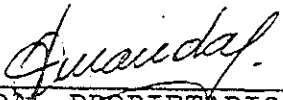
T E S I S

QUE PRESENTA:

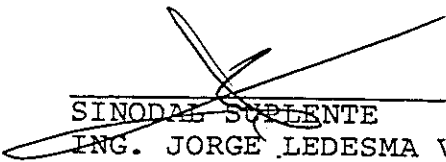
RENE ALBERTO NAVARRO PALACIOS

APROBADA POR:



PRESIDENTE DEL JURADO
OC. ALFREDO CHEE BARRAGAN

SINODAL PROPIETARIO
OC. FRANCISCO J. ARANDA MANTECA

SINODAL PROPIETARIO
OC. ROBERTO PEREZ HIGUERA

SINODAL SUPLENTE
ING. JORGE LEDESMA VAZQUEZ

SINODAL SUPLENTE
OC. AMILCAR LEVI CUPUL M.

DEDICATORIA.

A mi padre, c. Cap. Frag. C.N. René Navarro Padilla, por su gran apoyo y respaldo en mi formación personal y profesional. Así como por sus invaluable ejemplos y consejos que ha realizado para mostrarme el sendero de la vida.

A mi madre, Ofelia Palacios de Navarro, por su gran amor y protección siempre brindada y por inculcar en mí el sentimiento de que las cosas permanentes de la vida son aquellas que nos congratulan con Dios y dignifican al hombre.

A mis hermanas Marina y Blanca por su cariño y respeto de hermanos, así como por el apoyo otorgado en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco al personal de la Dirección de Investigación Científica y Superación Académica (S.E.P.), todo el apoyo brindado en la realización de este trabajo (Convenio 84-01-70 y 85-06-80).

Al personal del instituto de Investigaciones Oceanológicas que por conducto de su director M. C. Román Lizarraga Arciniega, me brindó los medios necesarios para efectuar mi tesis profesional.

A mi director de tesis Ocean. Alfredo Chee Darragán, por el tiempo que invirtió en este trabajo, así como por su acertada dirección.

A Gabriela Labastida D., por su siempre grata compañía, profunda comprensión y ayuda en la elaboración del presente escrito.

A Ramon Moreno Castillo, por su valiosa ayuda en la realización de las tablas y figuras del presente trabajo.

A mis sinodales: O. Francisco Aranda M., O. Roberto Perez M., Ing. Jorge Ledesma V. y O. Amilcar Levi Cupul M. por sus críticas constructivas y correcciones hechas al presente trabajo.

A todas las personas que de una u otra manera intervinieron en la elaboración del presente estudio.

I N D I C E

1.- INTRODUCCION	1
2.- ANTECEDENTES	6
3.- OBJETIVO	8
4.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	9
5.- METODOLOGIA.	15
6.- RESULTADOS	20
a) Fracción de minerales pesados	20
b) Grupos mineralógicos en base a la - susceptibilidad magnética	27
c) Principales especies mineralógicas.	34
7.- DISCUSION	45
8.- CONCLUSION	54
9.- BIBLIOGRAFIA	56

LISTA DE TABLAS.-

- I.- Relación en que se muestra la identificación de las estaciones de muestreo visualizadas en la figura 1.
..... 16
- II.- Porcentaje de los minerales ligeros vs. minerales pesados para la muestra retenida en el tamiz 3.0 ϕ .
..... 21
- III.- Porcentaje de los minerales ligeros vs. minerales pesados para la muestra retenida en el tamiz 3.5 ϕ .
..... 22
- IV.- Representación en peso por ciento de los grupos mineralógicos realizados en base a la susceptibilidad magnética de los minerales, (clase 3.0 ϕ).
..... 28
- V.- Representación en peso por ciento de los grupos mineralógicos realizados en base a la susceptibilidad magnética de los minerales, (clase 3.5 ϕ).
..... 29
- VI.- Valores en peso por ciento de las principales especies mineralógicas halladas en las muestras de playa, (fracción 3.0 ϕ).
..... 35
- VII.- Valores en peso por ciento de las principales especies mineralógicas halladas en las muestras de arroyo, (fracción 3.0 ϕ).
..... 36
- VIII.- Valores en peso por ciento de las principales especies mineralógicas halladas en las muestras de duna, (fracción 3.0 ϕ).
..... 37
- IX.- Valores en peso por ciento de las principales especies mineralógicas halladas en las muestras de playa, (fracción 3.5 ϕ).
..... 38

X.- Valores en peso porciento de las principales especies mineralógicas halladas en las muestras de arroyo, (fracción 3.5 ϕ).

..... 39

XI.- Valores en peso porciento de las principales especies mineralógicas halladas en las muestras de duna, (fracción 3.5 ϕ).

.....40

LISTA DE FIGURAS.-

1.- Localización del área de estudio y estaciones de muestreo.	10
2.- Geología general del área de estudio, (tomado de GASTIL, ET AL., 1971).	14
3.- Relación porcentual que guardan los minerales pesados con los minerales ligeros en la fracción 3.0 ϕ para las muestras del área de estudio.	23
4.- Relación porcentual que guardan los minerales pesados con los minerales ligeros en la fracción 3.5 ϕ para las muestras del área de estudio.	24
5.- Valores en peso por ciento acumulativo de las clases de susceptibilidad magnética de los minerales pesados retenidos en el tamiz 3.0 ϕ , graficados contra las estaciones de muestreo.	30
6.- Valores en peso por ciento acumulativo de las clases de susceptibilidad magnética de los minerales pesados retenidos en el tamiz 3.5 ϕ , graficados contra las estaciones de muestreo.	31
7.- Relación entre las principales especies mineralógicas y sus estaciones de muestreo, (tamiz 3.0 ϕ).	41
8.- Relación entre las principales especies mineralógicas y sus estaciones de muestreo, (tamiz 3.5 ϕ).	42
9.- Dendrograma de correlaciones muestra-muestra para la fracción 3.0 ϕ	49

10.- Dendrograma de correlaciones muestra-muestra para la fracción 3.5 <i>g</i>	50
--	----

1.- INTRODUCCION

Desde los comienzos del hombre moderno y anterior a él, los minerales han tenido un papel primordial en el desarrollo productivo y social de la raza humana. Al intensificarse y modernizarse los niveles de vida, se hace necesario buscar más fuentes de minerales de importancia económica para con esto llenar las necesidades que la sociedad pide en su paso incontenible de producción y progreso.

La mineralogía de un depósito sedimentario o roca es de gran valía para poder inferir su posible procedencia, éste término comprende todos los factores relacionados con la producción u origen del sedimento a partir de una roca fuente o madre (Pérez, 1982).

Los minerales que más utilidad nos brindan sobre las características de un depósito sedimentario son sin lugar a dudas los llamados minerales pesados (aquellos con una gravedad específica mayor de 2.85).

Aunque se conocen más de cien minerales pesados importantes, los más comunes son relativamente pocos y la fracción total de minerales pesados constituyen probablemente menos del 2.0 % de la fracción de sedimentos

A pesar de esta minoría, se ha demostrado su valía en estudios respecto al origen, intemperismo, transporte y dispersión de los sedimentos (Royce, 1970).

La mayoría de los minerales pesados tienen una gravedad específica entre 3 y 5 y se les encuentra asociados a sedimentos de menor densidad y mayor tamaño, en relación al grueso del sedimento, pues al encontrar depositados dos granos de mineral en un mismo sitio el ligero necesita mayor volumen para equilibrar la mayor densidad del mineral pesado. Esta asociación refleja el concepto de equivalencia hidráulica de los minerales (Rittenhouse, 1943), este valor es único para cada especie mineralógica y depende en gran medida de la forma y densidad del grano, así como de las condiciones hidráulicas de la cuenca.

Los minerales pesados han sido usados para resolver muchos problemas geológicos desde principio de siglo (Royce, 1970), pero tienen especial uso en estudios de correlación y procedencia de depósitos sedimentarios ya que son los más resistentes a los efectos de erosión e intemperismo y por lo tanto al ser transportados cientos de kilómetros fuera de su fuente muestran pocas alteraciones en comparación con los minerales ligeros.

Desde 1849, con la fiebre del oro en California se observa que los distritos mineros pueden localizarse siguiendo la huella del mineral deseado aguas arriba (en ríos y arroyos) hasta poder determinar las posibles rocas fuente. Este principio continúa siendo de gran ayuda en estudios de procedencia de cuerpos sedimentarios, pero además se presta atención a todos los minerales pesados encontrados en cada muestra, (ya que algunos minerales aun siendo escasos en la muestra estudiada, su sola presencia indica el posible origen litológico del sedimento), se determina por consiguiente la ocurrencia relativa de cada mineral en la muestra estudiada y con esto se establece la asociación mineralógica que describe al cuerpo sedimentario.

Los minerales pesados se originan principalmente como minerales secundarios en rocas ígneas y metamórficas muchos indican un índice de madurez para las rocas sedimentarias. (Pettijohn, Potter y sievers, 1972). De acuerdo con Folk (1974) las areniscas arkósicas contienen de uno a dos por ciento de minerales pesados y las ortocuarcitas entre 0.2 % y 0.8 %.

La utilización de los minerales pesados a problemas de estratigrafía se hace generalmente con la suposición de que los minerales pesados se encuentran presentes en las mismas proporciones en todas las regiones del cuerpo sedimentario,

consideración que puede ser real únicamente bajo muy especiales e improbables condiciones (Briggs, 1965).

En una arenisca o depósito fluvial resultado de la depositación de arenas bajo muchos diferentes regímenes de flujo, es obvio que la concentración de minerales pesados no es homogénea, la concentración de éstos minerales en arroyos y playas está regida principalmente por las propiedades hidráulicas de la corriente, así como también por la forma de depositación de las arenas.

Ya que las propiedades hidráulicas varían de una corriente a otra y los minerales pesados no se presentan en igual proporción en el cuerpo sedimentario, nos encontramos con el problema de establecer asociaciones mineralógicas que puedan no ser representativas de la mineralogía del lugar.* Para poder resolver esta limitante es conveniente realizar los muestreos donde se presente el máximo de representatividad mineralógica de los minerales pesados. Estas zonas serán donde se infiera la presencia de un flujo turbulento causante de la depositación de los minerales, pues de acuerdo con Colby (citado por Briggs, 1965), únicamente corrientes turbulentas nos depositarán un contenido de minerales pesados que harán representativa la asociación mineralógica determinada y con esto poder tener una mejor idea de la procedencia de una roca o depósito

sedimentario, problema fundamental del presente estudio.

2.- ANTECEDENTES.

El uso de los minerales pesados en la solución de problemas sedimentológicos continúa siendo de gran importancia. Trabajos como los de Rittenhouse (1943), Andel (1959) y Royce (1970), permitieron conocer mejor las propiedades y manejos de estos minerales en el amplio espectro de la geología

Louis I. Briggs (1965) realiza un estudio de correlación y procedencia de minerales pesados en cuatro formaciones del Terciario en Huérfano Park, Colorado. Llegando a la conclusión de que los minerales pesados proceden de sedimentos del Cámbrico Cristalino y del Pennsilvánico-Pérmico.

Castil, R.G., Phillips, R.P., Allison, E.C. (1975) elaboran el mapa geológico del estado de Baja California y en el último capítulo de su libro abordan el tema de la geología económica de la región dividiendo al estado en cinco provincias mineralógicas.

Baca Chacón (1981) al realizar un estudio sobre procedencia, concluye que los minerales pesados encontrados en la bahía de Todos Santos, Baja California, tienen su origen en los arroyos que drenan la mencionada bahía.

Perez Higuera (1982), realiza un trabajo de la procedencia de minerales encontrados en el arroyo del Carmen (Ensenada, B.C.), concluyendo que la influencia de las rocas batolíticas son la principal fuente, determinando que la asociación de minerales pesados esta representada por: Hornblenda-Hiperstena-Biotita.

Aranda (1983) realiza un estudio para determinar la corriente litoral dominante en la bahía de Todos Santos, Baja California, utilizando los minerales pesados como trazadores. Encontrando asociaciones mineralógicas principalmente constituidas por los minerales: Hornblenda y Biotita.

Alatorre (1985) realiza un estudio sobre la constitución y origen de depósitos sedimentarios en una franja costera del NW de Baja California, utilizando el análisis de la distribución de minerales pesados. Encontrando que los sedimentos proceden de las rocas volcánicas y metavolcánicas de la Formación Alisitos y de las rocas graníticas emplazadas en la zona.

3.-OBJETIVO.

Determinar la procedencia de los minerales pesados de arroyos y playas de la zona litoral, de Punta Cono a Punta San Carlos en la costa NW. de Baja California, Mex.

4.- AREA DE ESTUDIO.

El área de estudio comprende la zona litoral y los principales arroyos entre Punta San Carlos y Punta Cono. Entre los $28^{\circ}58' 30''$ $114^{\circ}30' 30''$ y los $29^{\circ}38' 00''$, $115^{\circ}30' 30''$, abarcando aproximadamente 120 km. de litoral (ver fig.1).

Se localiza como límite lateral hacia el este, el cruce de las sierras San Borja y La Asamblea.

Los accidentes costeros más notables son: Punta Cono, que es el límite natural hacia el sur, formada por material volcánico observándose en su porción sur rocas graníticas así como rocas sedimentarias de origen marino.

Por la costa y hacia el norte, se localiza Punta Blanco y Punta Los Morros (Fig.1), las cuales están constituidas principalmente por material volcánico.

Punta Canoas y Punta San Carlos son las últimas salientes importantes del área, formadas principalmente por roca volcánica y material sedimentario de origen marino, clasificado como de la Formación Rosario (Cretácico Superior), (Castil et.al.1975).

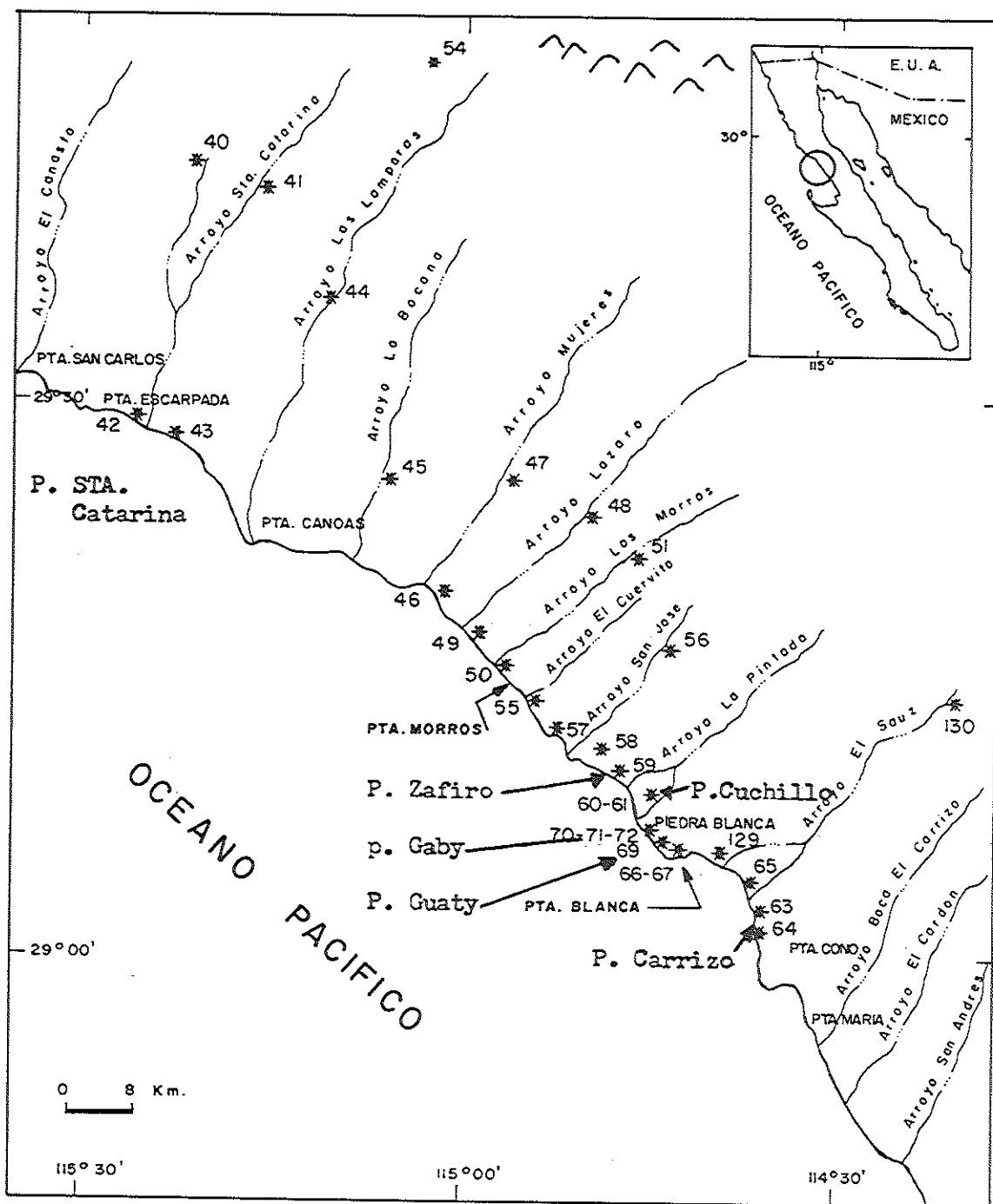


FIG. 1- LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO Y ESTACIONES DE MUESTREO.

En la región comprendida de punta San Carlos a Punta Canoas es donde se encuentran cantiles de aproximadamente 20m. En esta sección la playa es abierta con pendiente moderada. Los cantiles están constituidos de arenisca con bandas intercaladas de lutita y yeso. La lutita es de tono gris oscuro, con restos de organismos ; y bien consolidada.

Los arroyos que drenan el área de estudio son de flujos esporádico , transportando sedimento a la costa por lo general en una ocasión al año, (en temporada invierno-primavera). Siendo los principales:

a) Arroyo Santa Catarina.- Tiene un cauce muy accidentado cruzando por diferentes tipos de roca, tales como: rocas sedimentarias del terciario (paleoceno-eoceno), rocas graníticas (principalmente granodiorita) , una pequeña sección de rocas plutónicas y metamórficas y cercano a la costa, atraviesa por mesetas de origen volcánico. Existen arenas oscuras con gran cantidad de arcillas . Se observa al examen de lupa, concentración de minerales tales como: magnetita, hornblenda , hematita y la ocurrencia de fragmentos de roca es abundante.

b) Arroyo Las Lámparas - Erosiona rocas volcánicas y metavolcánicas así como rocas sedimentarias marinas (cretácico superior). En la parte oeste de su cauce corta

un pequeño parche de rocas ígneas que aparenta ser roca diabásica. Es un arroyo de arenas gruesas con fragmentos de roca, el sedimento está mal clasificado, el lecho presenta guijarros angulosos. La anchura de su cauce es de aproximadamente 30 metros.

c) Arroyo La Bocana.- Drena material volcánico y metavolcánico así como rocas sedimentarias. Posee arenas gruesas, con abundancia de cuarzo y micas. Abundan los guijarros angulosos constituidos de cuarzo hematizado así como también los fragmentos de hornblenda. Este arroyo tiene una anchura de 20m. y desemboca en una playa de cantos y gravas.

d) Arroyos: Mujeres, Lazaro y Morros.- Drenan rocas volcánicas y metavolcánicas cruzan por una región donde la tonalita domina. Poseen fragmentos de roca y guijarros angulosos. se observan arenas gruesas y fragmentos de hornblenda.

e) Arroyo San José.- cruza por rocas volcánicas y metavolcánicas de la formación Alisitos. drena rocas ígneas (diabasa), en la porción terminal oeste del área de estudio. En este arroyo vuelve a ser notoria la concentración de fragmentos de hornblenda.

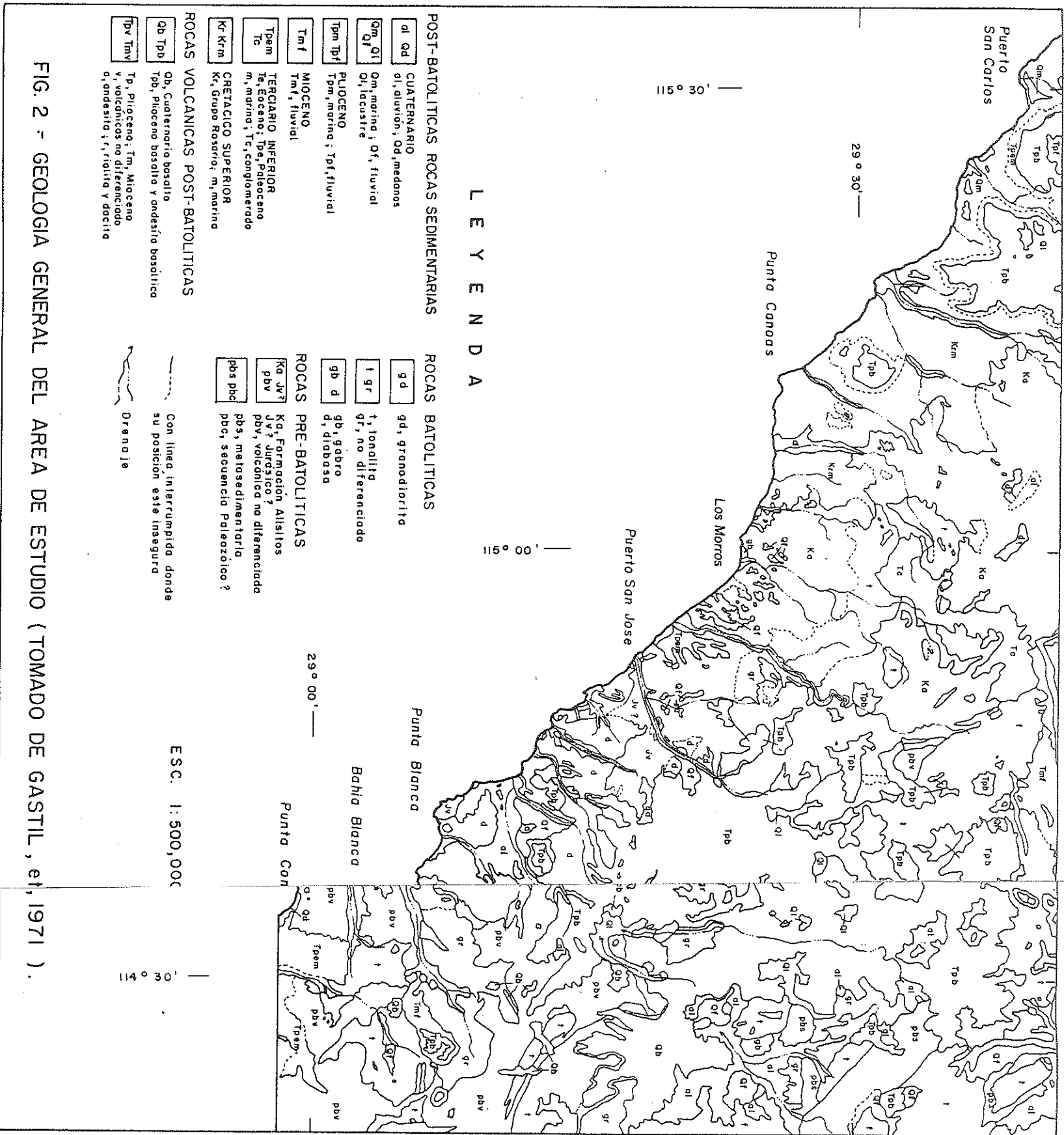
f) Arroyo El Sauz.- Erosiona roca volcánica y metavolcánica así como una región de tonalita y diabasa. Las arenas presentan una tonalidad gris claro y son arenas medias a finas en tamaño.

En general, las playas están compuestas por arenas de color gris a gris oscuro, lo que sugiere la presencia de minerales pesados. Por lo regular todas las playas se limitan en sus extremos por puntas de basalto.

Existe en la zona, influencia de la Formación Alisitos así como también se observa la gran extensión que ocupa el cinturón metasedimentario hacia la parte central de la región, (Gastil, et al 1975), ver figura 2.

La región según Gastil, cae dentro de la provincia mineralógica del fierro-cobre. La edad de las rocas es variada, enmarcándose la región como del período del Cretácico Medio al Superior.

Para mayor detalle en la Geología del área de estudio se presenta la figura 2.



5.- METODOLOGIA.

Durante el período Junio de 1983 a Junio de 1984 se colaboró con el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (UABC), en la recolección de muestras de arena de las principales cuencas hidrológicas y playas del área de estudio, esto dentro del proyecto #359 denominado: 'Estudio de Minerales de Importancia Económica en Cuencas Hidrológicas y Playas de la Costa NW de Baja California'.

Para el presente estudio, se colectaron 11 muestras de arroyo, 17 muestras de playa y 3 muestras de duna, haciendo un total de 31 muestras colectadas. Las muestras fueron etiquetadas con su número correspondiente, (el número de estación corresponde al proyecto antes mencionado), nombre de la estación y en la libreta de campo se tomaron datos adicionales tales como: fecha del muestreo, somera descripción del área y se localizó la estación por medio de mapas topográficos de CETENAL. La tabla I muestra la identificación de estaciones de la Fig.1.

Las muestras fueron pretratadas y separadas granulométricamente por medio del análisis de tamaños de acuerdo a las técnicas descritas por Royce (1970). Separando la muestra en intervalos de medio ϕ (Krumbein, 1934. Citado por Friedman, 1978) y guardada cada fracción en

Con el conocimiento de que las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ son las que poseen el mayor contenido de minerales pesados se tomaron estos tamaños para su procesamiento (Rittenhouse, 1943).

Al terminar las muestras el análisis de tamizado se procedió a aplicar la técnica de separación de los minerales pesados de los llamados ligeros, de acuerdo al método descrito por Fessenden (1959), y usando la técnica modificada por Royce (1970). A esta técnica de separación también se le conoce como Técnica de Separación por medio de Bromoformo. El análisis se realizó usando como líquido pesado al Bromoformo (con una gravedad específica de 2.89).

Después de esta separación las muestras fueron pesadas y microcuarteadas hasta obtener una submuestra, la cual fue utilizada para realizar la separación magnética de los minerales. El residuo del microcuarteado fue guardado en sobres de papel.

La separación magnética de los minerales pesados se inició sometiendo a la submuestra por un imán de mano para atraer a los minerales más susceptibles al magnetismo, después se procedió a pasarlos por un separador magnético

Carpco, esto para formar los grupos mineralógicos de acuerdo a la susceptibilidad magnética de los minerales, (Rossemblum, 1958. Modificada por Aranda, 1983).

Se obtuvieron cuatro grupos mineralógicos principales y catalogados de la siguiente manera:

Grupo I (susceptibles a 0.4 amperes de intensidad).

Grupo II (susceptibles a 1.2 amperes de intensidad).

Grupo III (susceptibles a 2.5 amperes de intensidad).

Grupo IV: (no susceptibles a 2.5 amperes de intensidad).

Terminando la conformación de los grupos mineralógicos se procedió al montaje de las placas para posteriormente pasar al conteo de los minerales utilizando el microscopio polarizante.

El conteo de los minerales se realizó por el método de línea (Ramessan, 1966), y contando entre 400 y 800 granos por muestra lo cual hace que exista confiabilidad en los resultados del conteo de las muestras (Dryden, 1935).

Una vez obtenido los porcentajes de ocurrencia de los

minerales por grupos mineralógicos, se procedió a obtener el peso por ciento de las especies mineralógicas por grupos, el peso por ciento de las especies mineralógicas en la muestra total y por último se grafican estos resultados para poder visualizar mejor el comportamiento composicional de cada muestra en su relación con las demás, esto se realiza obteniendo las tablas de representación de los valores encontrados en peso por ciento de las principales especies mineralógicas halladas en las muestras de playa, duna y arroyo para los tamaños 3.0 y 3.5 ϕ . El comportamiento mineralógico de estas muestras se ilustra gráficamente en las figuras 7 y 8, en el capítulo de Resultados. Al llegar a este punto estaremos en condiciones de analizar los resultados por medio del Método gráfico (Pérez, 1932) y determinar el origen de estos sedimentos.

6.- RESULTADOS.

a) Fracción de minerales pesados.

Los resultados obtenidos en la separación con bromoformo para obtener la fracción de minerales pesados de cada muestra, son expuestos en las tablas II y III, así como en las gráficas presentadas en las figuras 3 y 4.

Las tablas II y III muestran el porcentaje de los minerales ligeros contra los minerales pesados para la muestra retenida en los tamices 3.0 y 3.5 $\varnothing$ respectivamente para cada estación de muestreo. De manera similar, las figuras 3 y 4 muestran la relación porcentual que guardan los minerales pesados con los minerales ligeros en las fracciones 3.0 y 3.5 $\varnothing$ para las muestras del área de estudio.

La distribución de los minerales pesados en dunas es irregular para un mismo tamaño, y se observan los valores más altos de concentración en la fracción 3.5 $\varnothing$. De las figuras 3 y 4 observamos que las muestras 57, 64, y 71 son dunas y se incluye la muestra 61 por ser de ambiente eólico (pavimento desértico). Para la subfracción 3.0 $\varnothing$, el máximo valor en porciento de pesados es el de la estación 61 (playa Cuchillo), con 66.81%. Mientras que el mínimo valor se

TABLA II - PORCENTAJE DE LOS MINERALES LIGEROS
VS. MINERALES PESADOS PARA MUESTRA
RETENIDA EN EL TAMIZ 3.0 Ø (TOTAL
DE MUESTRAS 31).

Nº MUESTRA	% LIGEROS	% PESADOS
A 40	95.73	04.27
A 41	60.62	39.38
P 42	98.16	01.84
P 43	73.34	26.66
A 44	78.00	22.00
A 45	87.40	12.60
P 46	94.00	06.00
A 47	96.00	04.00
A 48	94.00	06.00
P 49	92.53	07.47
P 50	97.50	02.50
A 51	30.69	69.31
A 54	57.42	42.58
P 55	83.66	16.34
A 56	87.04	12.96
D 57	95.30	04.70
P 58	12.18	87.82
P 59	98.82	01.18
P 60	98.12	01.88
P 61	33.19	66.81
P 63	86.70	13.30
D 64	94.90	05.10
P 65	10.35	89.65
P 66	97.26	02.74
A 67	96.36	03.64
P 69	66.72	33.28
P 70	98.20	01.80
D 71	89.80	10.20
P 72	94.52	05.48
P 129	80.81	19.19
A 130	68.44	31.56

A= ARROYO

P= PLAYA

D= DUNA

TABLA III - PORCENTAJE DE LOS MINERALES LIGEROS
VS. MINERALES PESADOS PARA MUESTRA
RETENIDA EN EL TAMIZ 3.5 Ø (TOTAL
DE MUESTRAS 31).

Nº MUESTRA	% LIGEROS	% PESADOS
A 40	59.52	40.48
A 41	36.15	63.85
P 42	64.31	35.69
P 43	08.72	91.28
A 44	09.58	90.42
A 45	80.12	19.88
P 46	07.10	92.90
A 47	92.00	08.00
A 48	86.67	13.33
P 49	84.34	15.66
P 50	46.00	54.00
A 51	32.82	67.18
A 54	54.12	45.88
P 55	57.00	43.00
A 56	20.27	79.73
D 57	50.90	49.10
P 58	00.64	99.36
P 59	90.45	09.55
P 60	89.56	10.44
P 61	01.02	98.98
P 63	20.02	79.98
D 64	47.78	52.22
P 65	01.37	98.63
P 66	61.01	38.99
A 67	37.43	62.57
P 69	12.20	87.80
P 70	67.47	32.53
D 71	56.54	43.46
P 72	51.20	48.80
P 129	27.79	72.21
A 130	56.65	43.35

A= ARROYO

P= PLAYA

D= DUNA

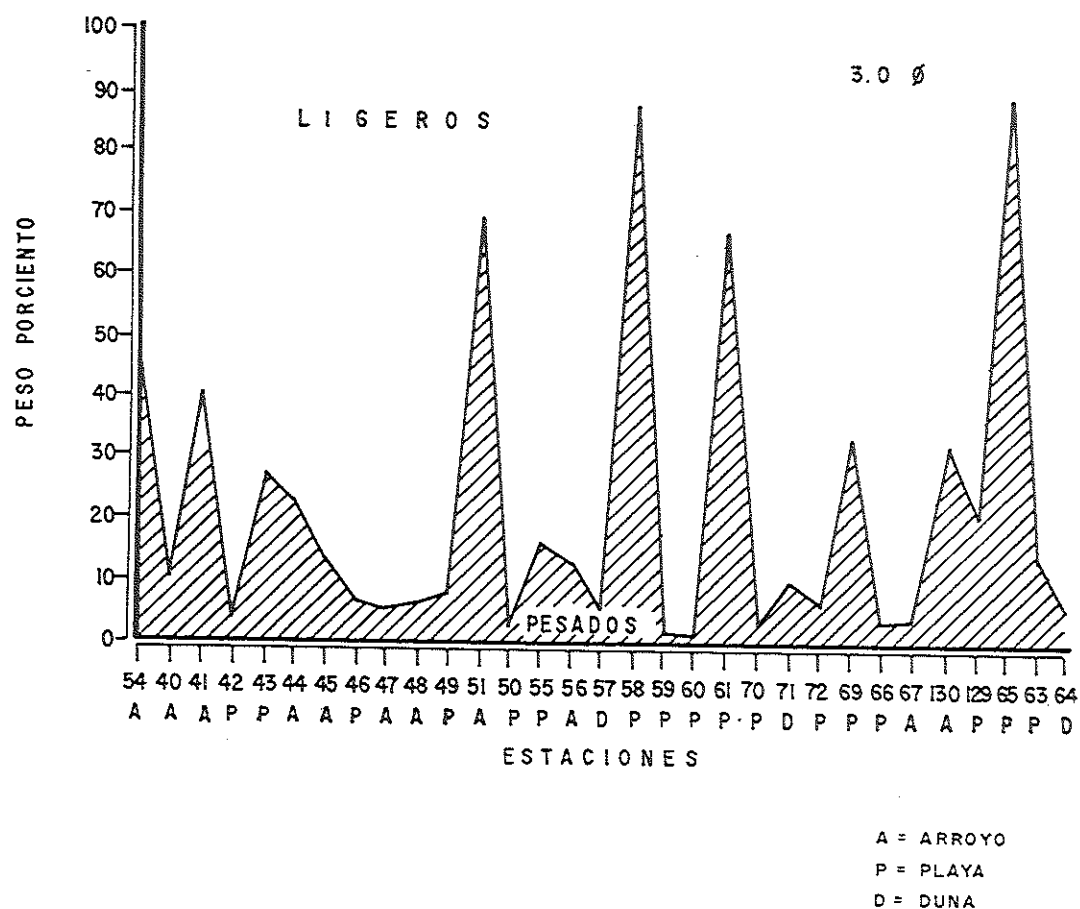


FIG. 3 - RELACION PORCENTUAL QUE GUARDAN LOS MINERALES PESADOS CON LOS MINERALES LIGEROS EN LA FRACCION 3.0 ϕ PARA LAS MUESTRAS DEL AREA DE ESTUDIO.

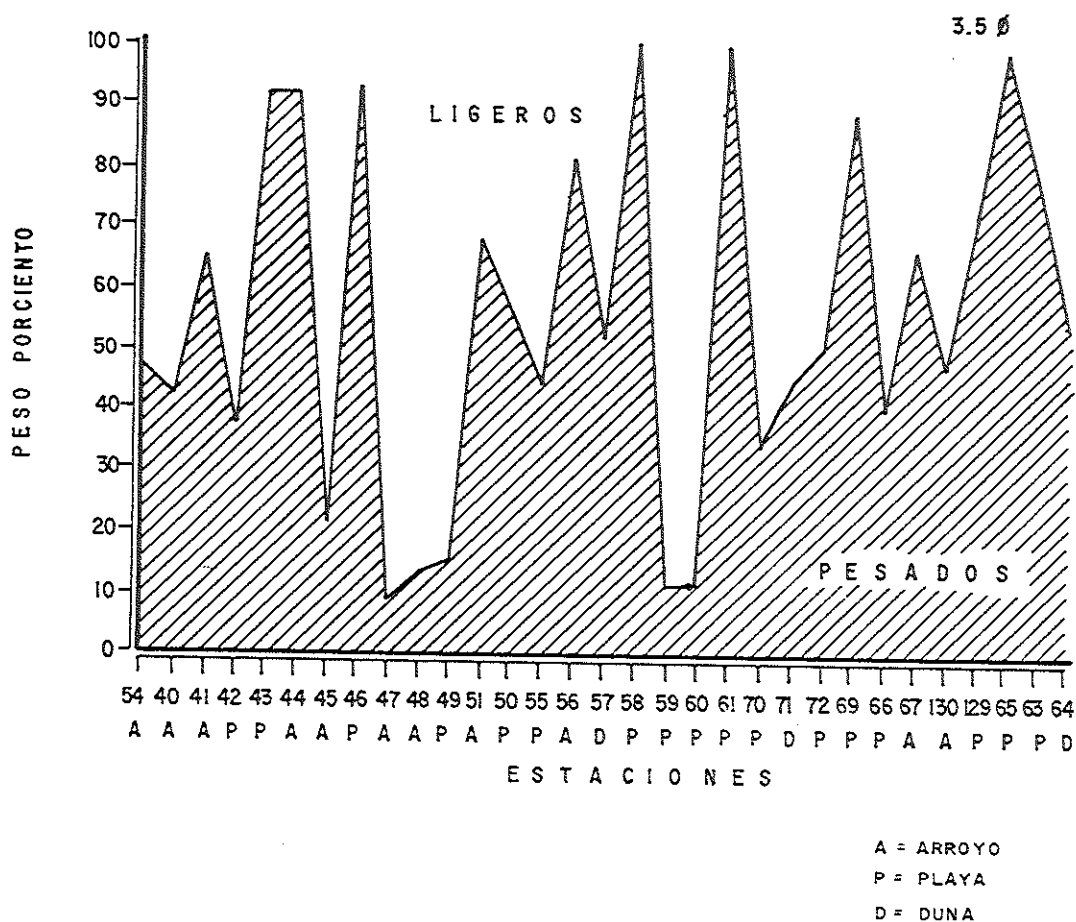


FIG. 4 = RELACION PORCENTUAL QUE GUARDAN LOS MINERALES PESADOS CON LOS MINERALES LIGEROS EN LA FRACCION 3.5 ϕ PARA LAS MUESTRAS DEL AREA DE ESTUDIO.

observa en la estación 57 (Playa San José de la Piedra) con 4.70% que corresponde a las dunas más al norte del área.

En la subfracción 3.0 ϕ se observan los valores más bajos en concentración de minerales pesados. El valor medio de porcentaje de minerales pesados es de 21.70%. Si describinamos el valor de la muestra 61 por ser pavimento desértico, el promedio de pesados baja sensiblemente a 6.66%.

En 3.5 ϕ se observa un gran incremento en la concentración de pesados en comparación a lo visto en 3.0 ϕ . Se tiene el máximo valor en la estación 61 con 98.93% y el valor mínimo en la estación 71 (playa Gaby), con 43.46%. El valor promedio de concentración es de 60.94%. si eliminamos la muestra 61 de manera análoga a lo realizado en 3.0 ϕ el valor promedio en la concentración de minerales pesados es de 48.26%.

Las muestras de playa tienen un comportamiento irregular en la concentración de minerales pesados, sin embargo, para un mismo tamaño se observa que las estaciones que tienen alta concentración de pesados en la fracción 3.0 ϕ también lo poseen en 3.5 ϕ .

En 3.0 ϕ se presenta como máximo valor 89.65% que corresponde a la estación 65 (Playa El Sauz), seguido muy de

cerca por 87.82% de la muestra 58 (Playa San José de la Piedra). El valor mínimo es de 1.13% (estación 59). El valor promedio es de 19.82%.

Para el tamiz 3.5 ϕ encontramos los máximos valores de concentración, en forma similar a lo realizado por la fracción 3.0 ϕ . Las estaciones 58 y 65 poseen 99.36% y 99.63% en concentración de pesados respectivamente. El valor mínimo recae de igual manera a 3.0 ϕ en la estación 59 siendo de 9.55%. En 3.5 ϕ se registran valores más altos en concentración que para 3.0 ϕ , observandose un alto porcentaje de concentración con valor medio de 56.93% de pesados.

Para las muestras de arroyo el comportamiento de las concentraciones de minerales pesados es irregular y mantiene un patrón similar al observado en el resto de las muestras. Una característica es que el tamaño 3.0 ϕ recibe una mayor importancia en el contenido porcentual de minerales pesados e inclusive en varios arroyos se nota la concentración igual o superior a la registrada en 3.5 ϕ .

Para 3.0 ϕ tenemos un valor máximo de 69.31% y un valor mínimo de concentración de 3.64%. esto para las estaciones 51 (A. Morros) y 67 (A. en Bahía Blanco) respectivamente. El promedio registrado fue de 22.57% en la concentración de

minerales pesados.

Para 3.5 ϕ encontramos el valor máximo en la estación 44(A. Las Lámparas) con 90.42% y el mínimo de 8.00% que corresponde a la estación 47 (A. Mujeres). El promedio de concentración de minerales pesados tuvo un valor de 48.60%.

b) Grupos mineralógicos en base a la susceptibilidad magnética.-

La conformación de los grupos de susceptibilidad magnética de los minerales pesados, se basó en la modificación de las clases obtenidas por Aranda (1983). Se formaron cuatro grupos mineralógicos de acuerdo a lo descrito en la sección correspondiente a metodología del presente estudio.

Los resultados de estas clases mineralógicas formadas son presentados en las tablas IV: y V; así como en las figuras 5 y 6. Las tablas IV: y V: representan el peso por ciento de cada grupo mineralógico realizado en base a la susceptibilidad magnética de los minerales retenidos en los tamices 3. ϕ y 3.5 ϕ respectivamente, de manera similar las figuras 5 y 6 expresan los valores en peso por ciento acumulativo de los grupos de susceptibilidad magnética graficados contra sus estaciones de muestreo, esto realizado

TABLA IV - REPRESENTACION EN PESO PORCIENTO DE LOS GRUPOS MINERALOGICOS REALIZADOS EN BASE A LA SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA DE LOS MINERALES (CLASE 3.0 Ø).

Nº MUESTRA	MAGNET.	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III	GRUPO IV
A 40	01.35	09.45	72.94	05.45	10.81
A 41	12.44	59.14	22.90	01.99	03.53
P 42	03.88	33.33	49.46	03.33	10.00
P 43	00.98	04.91	08.22	05.24	80.65
A 44	02.27	10.90	12.74	10.00	64.09
A 45	36.50	18.25	35.73	03.97	05.55
P 46	09.61	13.46	69.24	01.92	05.47
A 47	NO	EXISTE	MUESTRA		
A 48	NO	EXISTE	MUESTRA		
P 49	14.28	33.33	38.11	04.76	09.52
P 50	16.00	20.00	48.00	04.00	12.00
A 51	49.08	26.02	18.26	01.69	04.95
A 54	12.99	18.44	32.10	05.24	31.23
P 55	11.70	23.40	60.12	02.12	02.66
A 56	02.98	14.92	74.65	02.98	04.47
D 57	04.25	14.89	73.48	02.13	05.25
P 58	19.63	35.53	33.16	02.11	09.57
P 59	10.52	15.78	52.65	05.26	15.79
P 60	03.03	21.21	66.67	06.06	03.03
P 61	09.85	10.93	65.49	08.65	05.08
P 63	01.15	07.51	81.52	04.62	05.20
D 64	01.96	15.68	77.46	01.96	02.94
P 65	28.12	36.68	28.83	00.80	05.57
P 66	02.08	16.66	56.26	06.25	18.75
A 67	01.96	15.68	66.68	05.88	09.80
P 69	01.71	04.29	85.21	05.58	03.21
P 70	05.55	11.11	55.57	11.11	16.66
D 71	01.96	06.86	83.34	03.92	03.92
P 72	07.01	08.77	71.94	07.02	05.26
P 129	02.53	52.21	32.92	02.53	09.81
A 130	01.94	07.59	85.09	01.93	03.45

A= ARROYO

P= PLAYA

D= DUNA

TABLA V - REPRESENTACION EN PESO PORCIENTO DE LOS GRUPOS MINERALOGICOS REALIZADOS EN BASE A LA SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA DE LOS MINERALES (CLASE 3.5 Ø).

Nº MUESTRA	MAGNET.	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III	GRUPO IV
A 40	00.13	03.36	77.39	03.23	15.89
A 41	30.01	27.55	23.49	03.13	15.82
P 42	00.45	07.36	87.51	01.78	02.90
P 43	00.94	03.61	63.27	05.07	27.11
A 44	02.24	06.82	12.84	11.81	66.29
A 45	20.00	34.28	38.59	02.85	04.28
P 46	01.94	04.20	72.66	05.81	15.39
A 47	NO	EXISTE	MUESTRA		
A 48	NO	EXISTE	MUESTRA		
P 49	18.75	31.25	37.50	06.25	06.25
P 50	00.88	10.93	47.11	04.93	36.15
A 51	44.20	23.41	16.92	04.05	11.42
A 54	36.54	24.35	32.07	02.56	04.48
P 55	10.08	36.43	49.62	00.77	03.10
A 56	02.09	07.12	69.48	02.31	19.00
D 57	02.24	08.55	80.46	02.44	06.31
P 58	25.89	23.83	43.76	01.92	04.60
P 59	01.26	18.35	58.25	03.16	18.98
P 60	00.98	06.86	85.30	04.90	01.96
P 61	18.90	28.41	42.35	01.66	08.68
P 63	01.76	10.30	75.39	02.35	10.20
D 64	01.27	03.68	88.96	02.83	03.26
P 65	14.87	30.61	42.37	02.14	10.01
P 66	00.18	07.31	81.33	02.48	08.70
A 67	03.12	06.02	77.59	07.58	05.69
P 69	03.42	06.84	74.99	07.59	07.16
P 70	00.30	05.21	76.09	06.75	11.65
D 71	00.88	04.26	88.64	03.20	03.02
P 72	01.92	03.40	88.73	02.34	03.61
P 129	01.03	09.76	69.10	02.64	17.47
A 130	04.70	09.03	82.52	02.44	01.31

A= ARROYO

P= PLAYA

D= DUNA

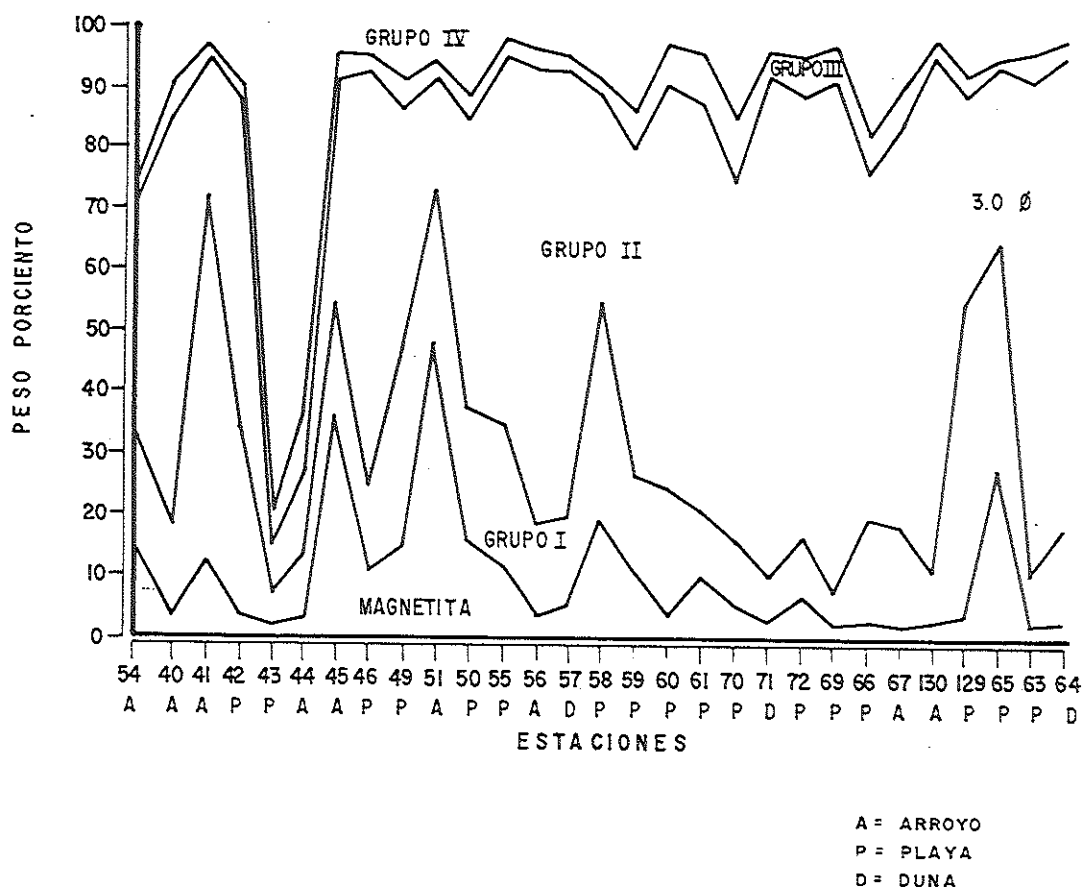
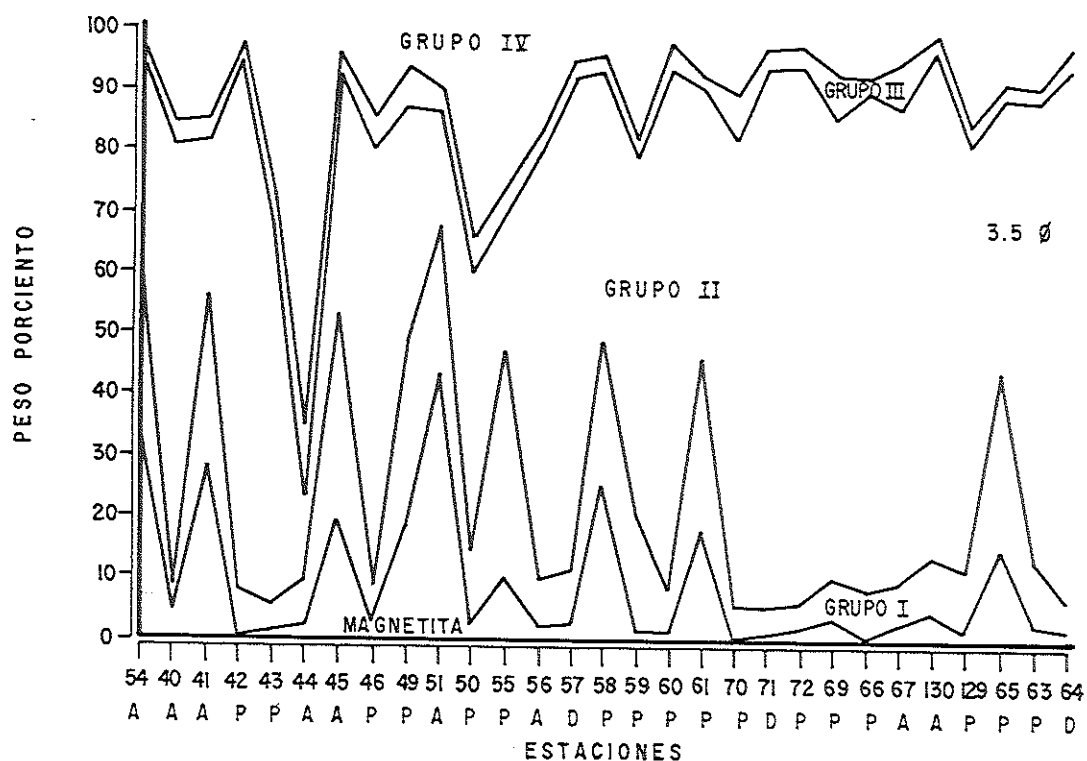


FIG. 5 - VALORES EN PESO PORCIENTO ACUMULATIVO DE LAS CLASES DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA DE LOS MINERALES PESADOS RETENIDOS EN EL TAMIZ 3.0 Ø GRAFICADOS CONTRA LAS ESTACIONES DE MUESTREO. (SE OMITEN LOS VALORES PARA LAS ESTACIONES 47 Y 48).



A = ARROYO
P = PLAYA
D = DUNA

FIG. 6 - VALORES EN PESO PORCIENTO ACUMULATIVO DE LAS CLASES DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA DE LOS MINERALES PESADOS RETENIDOS EN EL TAMIZ 3.5 Ø GRAFICADOS CONTRA LAS ESTACIONES DE MUESTREO. (SE OMITEN LOS VALORES PARA LAS ESTACIONES 47 Y 48).

para 3.0 y 3.5 %.

Las muestras de duna observan un comportamiento similar en las proporciones de los minerales encontrados en los grupos, tanto para 3.0 % como para 3.5 %. Los valores en por ciento para los grupos estan dados en orden decreciente por :II, I, IV, III y magnetita.

En 3.5 % existen los mayores valores para el grupo II. El máximo es de 88.96%. el mínimo de 42.35%, correspondientes a las estaciones 64 y 71 respectivamente . El valor medio es de 75.10% (grupo II). La fracción 3.0 % se comporta en forma similar a como lo realiza la fracción 3.5 %. El máximo 83.34% y el mínimo de 65.49% (est.71 y 61). El promedio de concentración de pesados es de 74.94%. Los grupos se comportan en 3.0 % en forma similar al comportamiento que observan en 3.5 %, esto es, el grupo más abundante es el grupo II seguido de los grupos I, IV, III y magnetita.

Las muestras de playa presentan un comportamiento similar en la conformación de los grupos a las muestras de duna, viendose que tanto en 3.0 como en 3.5 % existe la marcada dominancia del grupo II (principalmente en 3.5 %).

En 3.0 % el valor máximo observado para el grupo II es

de 95.21% (estación 69) y el mínimo recae en la estación 43 con 3.22%. El promedio es de 52.36% de minerales retenidos.

En 3.5 ϕ el máximo valor observado para el grupo II es de 88.73% que es de playa Napa (estación 72) y un mínimo de 37.50% encontrado en playa Lázaro (estación 49). El promedio de concentración en el grupo II es de 65.81%. Es interesante observar que para la muestra 43 la dominancia del grupo IV: es notable principalmente en 3.0 ϕ donde registra un valor de 80.65%.

En las muestras de playa se registra al igual que para dunas la clara dominancia del grupo II sobre los demás grupos y seguido, por los grupos I, IV, III y magnetita. Este comportamiento es válido para las dos fracciones solo que en 3.0 ϕ el dominio del grupo III sobre magnetita es poco marcado (porcentualmente hablando).

Las muestras de arroyo presentan un comportamiento irregular en las concentraciones de los grupos mineralógicos, sin embargo existe de nuevo la dominancia del grupo II tanto para 3.0 ϕ como para 3.5. En forma general podemos señalar que la importancia en concentración de los grupos es de la siguiente forma: grupo II seguido por los grupos I, IV, magnetita y grupo III. En los arroyos el grupo magnetita toma mayores valores a lo observado para las

otras muestras , además es realizable el comportamiento "anormal" que tiene el grupo IV en la estación 44 (Arroyo las Lámparas), en donde registra un 64.09% y 66.29% para las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ respectivamente.

c) Principales especies mineralógicas.

Los resultados finales del conteo de minerales se presentan en las tablas VI, VII, VIII, IX, X, y XI y son representados gráficamente en las figuras 7 y 8.

Las tablas representan la relación de los valores en peso por ciento de las principales especies mineralógicas halladas en las muestras de duna (VIII y XI), playa (VI y IX) y arroyo (VII y X), para las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ respectivamente.

Las figuras 7 y 8 muestran la relación entre las principales especies mineralógicas y sus estaciones de muestreo para 3.0 y 3.5 ϕ respectivamente.

Se observa en forma general que las principales especies mineralógicas para las muestras de duna son : Hornblenda, Hiperstena, y Augita-Egirina, teniendo moderada importancia el grupo de opacos (Ilmenita, Hematita y cromita principalmente) así como el de alterados. Es notable el

TABLA VI - VALORES EN PESO PORCIENTO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES MINERALOGICAS HALLADAS EN LAS MUESTRAS DE PLAYA (FRACCION 30 Ø).

MINERAL	ESTACIONES DE MUESTREO															
	43	46	49	50	55	58	59	60	42	63	65	66	69	70	72	129
GRANATE	00.24	00.76	01.75	00.40	01.55	08.77	05.90	06.42	05.25	11.89	03.61	04.66	05.40	02.92	02.81	04.92
OPACOS	04.79	08.58	26.68	11.68	16.60	43.18	12.51	01.71	22.93	05.19	43.75	09.87	20.30	20.03	20.71	47.30
HORNBLENDA	03.16	17.68	05.10	12.85	12.31	04.33	13.62	20.29	16.16	22.06	05.11	18.85	21.73	19.55	22.80	10.03
EGIRINA	00.89	12.15	09.78	16.86	10.01	03.55	07.19	21.48	05.78	09.54	05.22	16.69	14.38	08.38	08.77	06.85
AUGITA EGIRINA	01.14	10.94	05.52	05.53	08.22	01.61	09.65	13.67	07.55	15.80	03.33	16.25	05.49	06.71	06.92	04.43
AUGITA	01.04	10.94	05.52	05.53	02.07	00.16	00.21	01.56	03.12	00.21	00.73	00.95	00.28	00.20	00.15	00.52
ENSTATITA	00.37	00.24	00.71	00.00	00.00	00.09	00.37	00.06	00.20	00.20	00.03	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
HIPERSTENA	02.18	23.88	09.70	11.00	12.47	03.75	09.20	12.64	06.31	10.04	02.89	12.03	12.72	11.35	12.32	12.78
BIOTITA	00.20	02.19	02.64	02.14	05.91	01.16	08.00	07.18	05.57	07.56	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
TURMALINA	00.00	00.00	00.00	00.26	00.13	00.09	00.00	00.00	00.20	00.07	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
CLORITOIDE	00.00	00.27	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.97	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
EPIDOTA	00.00	00.00	00.00	00.53	00.00	00.09	00.00	00.00	00.40	00.15	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
MONACITA	40.10	01.56	03.88	04.44	01.87	02.16	06.84	01.96	03.41	02.43	01.69	07.92	04.98	08.54	04.12	05.39
RUTILO	00.00	00.00	00.52	00.60	00.20	00.21	00.64	00.21	00.00	00.20	00.00	00.00	00.00	00.79	00.37	00.72
ZIRCON	15.72	00.60	01.58	01.92	00.92	06.38	03.88	00.64	01.70	01.30	03.40	06.58	00.23	06.34	01.50	01.63
APATITA	00.00	00.00	00.00	00.24	00.00	00.00	00.77	00.00	00.00	00.27	00.00	00.00	00.23	00.00	00.00	00.00
ALTERADOS	29.19	00.00	12.34	10.02	16.04	09.67	10.70	09.15	16.57	11.88	02.01	13.61	12.26	08.46	02.52	02.90
MAGNETITA	00.98	09.61	14.28	16.00	11.70	14.63	10.52	03.03	03.88	01.15	28.12	02.08	01.71	05.55	07.01	02.53
SILLIMANITA	00.00	00.60	00.00	00.00	00.00	00.17	00.00	00.00	00.00	00.06	00.11	00.51	00.29	01.18	00.00	00.00

TABLA VII - VALORES EN PESO PORCIENTO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES MINERALOGICAS HALLADAS EN LAS MUESTRAS DE ARROYO (FRACCION 30 Ø).

MINERAL	ESTACIONES DE MUESTREO										
	40	41	44	45	47	48	51	54	56	67	130
GRANATE	04.60	02.33	00.58	01.49	02.50	03.25	01.44	02.45	00.90	00.44	09.22
OPACOS	06.44	20.32	07.76	13.04	21.80	20.60	02.60	15.23	06.15	18.82	09.30
HORNBLENDA	26.86	04.11	04.25	11.00	22.91	19.40	08.70	09.49	20.36	14.42	24.21
EGIRINA	07.15	02.90	02.81	02.05	06.30	04.15	03.11	02.48	16.50	15.82	14.41
AUGITA EGIRINA	08.08	02.91	02.89	07.98	04.00	06.00	01.32	03.87	08.74	11.32	08.14
AUGITA	00.22	01.73	02.75	07.98	00.00	00.00	00.26	03.62	03.24	00.74	07.63
ENSTATITA	00.18	00.08	00.00	00.13	00.13	00.14	00.10	00.74	00.00	00.00	00.00
HIPERSTENA	15.67	06.17	04.94	12.36	13.43	12.50	06.68	07.25	18.49	14.24	12.99
BIOTITA	03.41	01.26	00.29	00.36	04.10	04.80	00.26	02.72	08.17	01.17	04.63
TURMALINA	00.18	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
CLORITOIDE	00.04	00.28	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.07
EPIDOTA	00.00	00.08	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.37	00.00	00.00	00.00
MONACITA	04.36	01.91	32.68	04.06	04.26	04.12	01.27	01.24	03.03	03.11	03.89
RUTILO	00.00	00.48	00.00	00.25	00.11	00.60	00.23	03.69	00.07	00.31	00.20
ZIRCON	01.13	00.58	12.81	00.75	02.01	02.30	01.64	05.03	01.31	03.47	01.08
APATITA	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.15	00.00	00.00
ALTERADOS	20.33	42.42	25.97	03.20	14.94	16.02	23.31	28.78	09.91	13.87	02.29
MAGNETITA	01.35	12.44	02.27	35.35	03.51	06.12	49.08	12.99	02.98	01.96	01.94
SILLIMANITA	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.05	00.00	00.31	00.00

TABLA VIII - VALORES EN PESO PORCIENTO DE LAS PRINCIPALES
 ESPECIES MINERALOGICAS HALLADAS EN LAS
 MUESTRAS DE DUNA, (FRACCION 3.0 Ø)
 (LA MUESTRA 61 ES DE AMBIENTE EOLICO)

MINERAL	ESTACIONES DE MUESTREO			
	57	61	64	71
GRANATE	00.85	04.27	07.87	03.83
OPACOS	10.33	09.98	04.91	09.37
HORNBLENDA	23.80	18.98	26.42	27.52
EGIRINA	15.45	13.66	07.62	12.33
AUGITA EGIRINA	09.89	03.34	06.27	08.37
AUGITA	01.70	00.07	00.75	00.16
HIPERSTENA	19.08	19.07	21.10	17.54
BIOTITA	02.13	05.89	01.84	00.16
TURMALINA	00.17	00.20	00.00	00.00
EPIDOTA	00.00	00.00	01.65	00.00
MONACITA	02.71	03.78	01.40	02.32
RUTILO	00.60	00.17	00.00	00.10
ZIRCON	00.97	01.43	01.21	00.80
APATITA	00.65	00.17	00.25	00.00
ALTERADOS	07.42	08.60	16.69	15.54
MAGNETITA	04.25	09.85	01.96	01.96
SILLIMANITA	00.00	00.14	00.06	00.00

TABLA IX - VALORES EN PESO PORCIENTO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES
MINERALOGICAS HALLADAS EN LAS MUESTRAS DE PLAYA (FRACCION 3.5Ø).

MINERAL	ESTACIONES DE MUESTREO															
	43	46	49	50	55	58	59	60	42	63	65	66	69	70	72	129
GRANATE	02.33	08.52	05.29	00.71 ₁	05.70	07.40	06.14	07.26	06.88	09.76	04.46	04.51	05.23	00.22	07.71	02.94
OPACOS	08.52	05.80	12.62	07.89	33.84	32.48	02.93	02.70	06.03	13.16	20.06	11.87	18.42	17.24	22.10	11.45
HORNBLENDA	21.99	28.64	18.70	21.99	15.67	09.65	18.04	30.82	28.18	32.71	08.37	38.33	25.49	28.65	29.82	30.98
EGIRINA	07.25	08.70	09.98	07.48	07.17	07.55	16.02	17.86	17.41	16.06	07.52	11.22	10.10	11.64	07.87	11.20
AUGITA EGIRINA	02.49	03.03	04.68	04.63	05.21	00.23	09.73	01.33	12.74	07.21	08.90	09.40	04.00	07.38	06.16	08.15
AUGITA	00.16	00.12	00.67	02.30	00.00	00.00	01.34	00.51	00.13	00.35	04.44	00.31	00.00	00.14	00.24	00.19
HIPERSTENA	13.17	11.96	09.28	09.65	08.67	05.43	10.86	22.92	14.24	08.84	11.16	14.19	14.25	14.47	14.32	14.91
BIO TITA	05.06	00.72	01.77	00.24	00.53	00.00	05.12	09.23	04.88	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
MONACITA	11.61	08.54	03.96	20.08	03.00	02.00	09.65	03.10	02.25	02.36	08.00	06.90	07.68	10.30	02.90	05.04
RUTILO	01.10	00.55	00.24	00.00	00.08	00.17	00.56	00.00	00.00	00.25	00.37	00.20	00.00	00.00	00.00	00.57
ZIRCON	02.21	02.19	00.24	00.00	00.16	03.32	01.96	00.17	00.13	00.51	01.40	01.20	01.24	02.55	00.71	06.58
APATITA	02.77	00.00	00.24	03.14	00.00	00.00	01.69 ₅	00.17 ₁	00.36	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	01.14
CIANITA	00.00	00.00	00.36	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
ALTERADOS	20.40	19.29	13.22	21.02	09.89	05.58 ₆	14.80	02.93	06.32	07.03	10.45	01.69	10.17	07.11	06.25	05.82
MAGNETITA	00.94	01.94	18.75	00.88	10.08	25.89	01.26	00.98	00.45	01.76	14.87	00.18	03.42	00.30	01.92	01.03

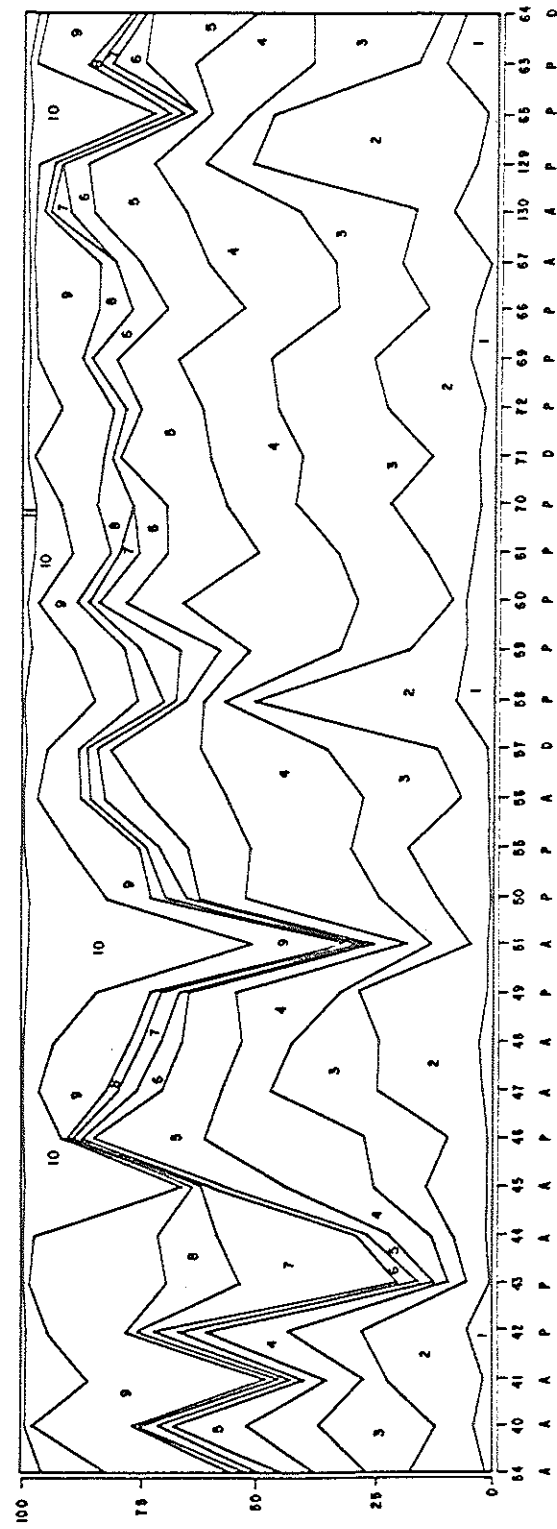
TABLA X - VALORES EN PESO PORCIENTO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES MINERALOGICAS
HALLADAS EN LAS MUESTRAS DE ARROYO (FRACCION 3.5 Ø)

MINERAL	ESTACIONES DE MUESTREO												
	40	41	44	45	47	48	51	54	56	67	130		
GRANATE	05.65	01.73	01.20	04.03	02.01	01.62	02.90	03.69	06.61	05.52	06.20		
OPACOS	09.96	23.50	03.74	25.68	22.40	24.84	21.00	18.83	06.33	18.92	06.09		
HORNBLENDA	23.19	07.65	04.68	17.14	28.64	29.40	06.25	11.14	27.68	25.53	36.67		
EGIRINA	22.78	08.47	02.63	04.94	06.00	01.40	00.95	03.97	07.44	04.84	15.56		
AUGITA EGIRINA	04.25	05.55	00.44	01.24	00.00	02.40	00.69	01.13	02.86	08.56	00.91		
AUGITA	00.10	01.46	00.30	00.63	00.00	00.00	00.00	00.00	02.63	00.25	00.63		
HIPERSTENA	09.77	03.84	14.92	09.56	16.20	19.40	05.73	09.98	18.02	17.56	20.04		
BIOTITA	00.54	00.36	00.80	04.21	00.60	00.00	12.67	03.16	00.32	00.00	00.00		
MONACITA	06.91	06.94	37.96	04.23	01.57	01.41	07.93	04.11	09.56	06.46	01.28		
RÚTIL	00.00	00.00	01.99	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00		
ZIRCON	01.64	01.83	13.31	00.51	02.10	00.51	01.03	00.53	00.92	00.67	00.08		
APATITA	01.64	02.21	00.00	00.25	00.00	00.00	00.52	00.21	00.46	00.00	00.08		
CIANITA	00.00	00.00	00.00	00.02	00.00	00.00	00.00	00.00	00.46	00.00	00.29		
ALTERADOS	13.44	06.45	15.79	07.52	15.56	08.52	03.77	06.71	14.52	08.57	07.47		
MAGNETITA	00.13	30.01	02.24	20.00	00.92	10.50	36.56	36.54	02.19	03.12	04.70		

TABLA XI - VALORES EN PESO PORCIENTO DE LAS PRINCIPALES
 ESPECIES MINERALOGICAS HALLADAS EN LAS
 MUESTRAS DE DUNA, (FRACCION 3.5 Ø).
 (LA MUESTRA 61 ES DE AMBIENTE EOLICO)

MINERAL	ESTACIONES DE MUESTREO			
	57	61	64	71
GRANATE	08.72	03.36	10.63	05.70
OPACOS	06.56	29.94	02.09	07.08
HORNBLENDA	34.17	11.21	26.59	35.38
EGIRINA	10.00	10.77	08.77	10.13
AUGITA EGIRINA	00.72	00.81	03.95	08.67
AUGITA	00.24	01.54	00.00	00.08
HIPERSTENA	22.16	09.63	17.06	17.96
MONACITA	05.13	03.62	03.49	02.46
RUTILO	00.21	00.35	00.10	00.00
ZIRCON	00.26	05.31	00.32	00.55
APATITA	00.26	00.00	00.00	00.00
CIANITA	00.13	00.00	00.00	00.00
ALTERADOS	09.20	04.02 5.6	25.73	11.11
MAGNETITA	02.24	18.90	01.27	00.88

1- GRANATE 4- SERIE EGIRINA - AUGITA 7- MONACITA 10- MAGNETITA
 2- OPACOS 5- HIPERSTENA 8- ZIRCON 11- OTROS
 3- HORNBLEN 6- BIOTITA 9- ALTERADOS



A- ARROYO
 P- PLAYA
 D- DUNA

FIG. 7- RELACION ENTRE LAS PRINCIPALES ESPECIES MINERALOGICAS Y SUS ESTACIONES DE MUESTREO. (TAMIZ 3.0 Ø).

- | | | | |
|---------------|---------------------------|--------------|---------------|
| 1° GRANATE | 4° SERIE EGIRINA - AUGITA | 7° MONACITA | 10° MAGNETITA |
| 2° OPACOS | 5° HIPERSTENA | 8° ZIRCON | 11° OTROS |
| 3° HORNELENDA | 6° BIOTITA | 9° ALTERADOS | |

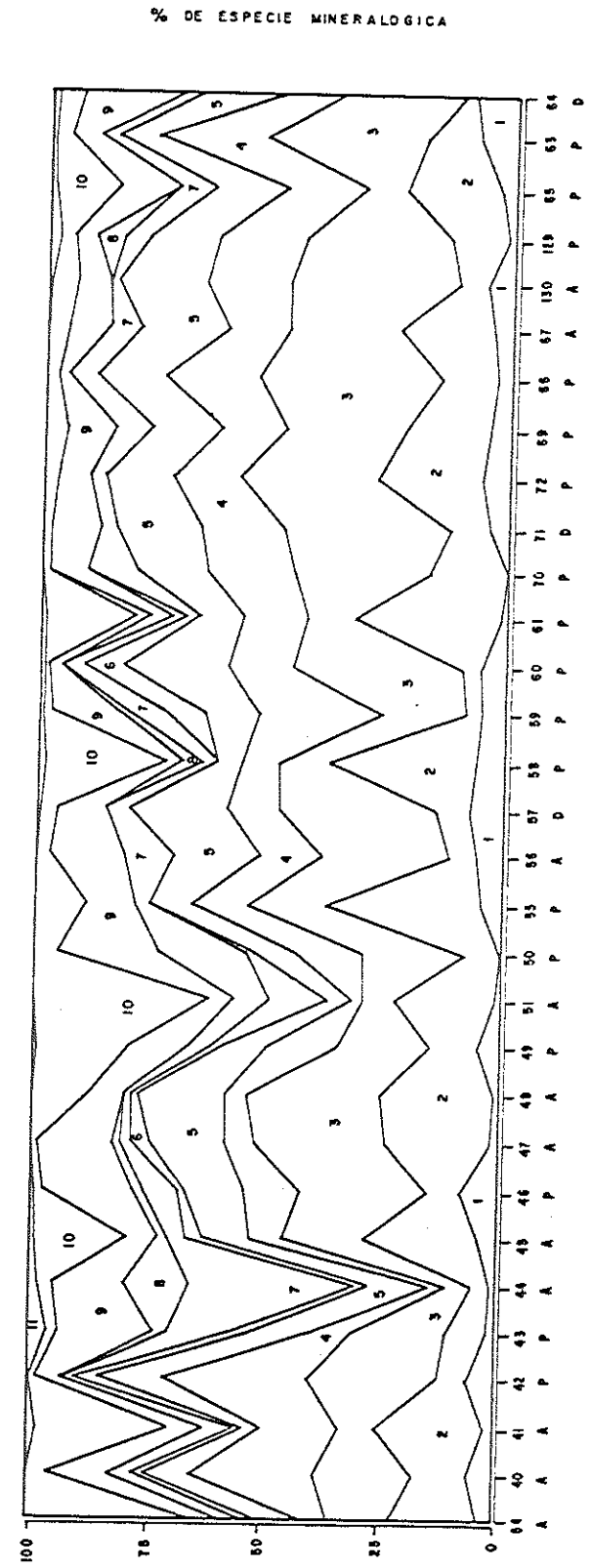


FIG. 8° RELACION ENTRE LAS PRINCIPALES ESPECIES MINERALOGICAS Y SUS ESTACIONES DE MUESTREO (TAMIZ 3.5 Ø).

A = ARROYO
P = PLAYA
D = DUNA

comportamiento de la muestra 61 (pavimento desértico), en la cual se observa un sensible aumento de los porcentajes de magnetita aunado a una baja en la concentración de Hornblenda e Hiperstena.

En las muestras de playa se observa un comportamiento mineralógico similar a las muestras de duna, encontrando en forma general como principales especies mineralógicas a Hornblenda, Augita-Egirina, Hiperstena, opacos y alterados.

En el tamaño 3.0 ϕ , para playas encontramos en orden decreciente de importancia: Opacos, Hornblenda, Augita Egirina, Hiperstena, Alterados y magnetita. Monacita y Zircon dominan en la muestra 43, llegando a ser más del 50% de la muestra. En las muestras 58, 65 y 129 los opacos constituyen más del 40% de la muestra analizada.

Para el tamaño 3.5 ϕ las especies mineralógicas más importantes son Hornblenda, Augita-Egirina, Hiperstena, Alterados, Monacita y Magnetita. En la muestra 43 vuelve a notarse la importancia de Monacita con 11.61%.

Para las muestras de arroyo se tiene un comportamiento, irregular en la concentración de las diferentes especies mineralógicas, encontrando que los minerales importantes son: Hornblenda, Augita-Egirina

Alterados, Hiperstena, Monacita, Magnetita, Zircon y Granate.

En el tamaño 3.5 ϕ para los arroyos el porcentaje de alterados se reduce en comparación a lo presentado en 3.0 ϕ . Se observa con mayor claridad la dominancia de los minerales Hornblenda, Augita-Egirina, Hiperstena, y opacos como los principales constituyentes de las muestras. Es notable observar que en la muestra 44 para las dos subfracciones la concentración de monacita y Zircon se eleva en comparación al comportamiento en las demás muestras.

Es notorio que en los arroyos las concentraciones de alterados son más significativas que para las demás muestras del área de estudio. Estos minerales denominados como alterados son aquellos que por su alta degradación y desintegración, no es posible identificarlos, sin embargo al examen del microscopio, aparentan ser Hornblendas (mayoritariamente) y epidotas sumamente alteradas.

7.- DISCUSION.

En algunos arroyos, tales como Mujeres y Lázaro, se observan bajas concentraciones de pesados, esto responde a que los arroyos poseen arenas muy gruesas y la media de distribución de tamaño recae en valor menor de 2.5 ϕ . Sin embargo muestran una mineralogía similar al comportamiento observado en los demás arroyos, haciendo confiable las asociaciones mineralógicas determinadas para estas zonas.

Los resultados obtenidos para las muestras 41, 44 y 45 nos hablan de la posible influencia de la cuenca Cataviña a los arroyos Santa Catarina y Lámparas. Esta posible aporte de Cataviña a la zona, es más visible en el comportamiento mineralógico del arroyo las Lámparas (Estación 44), el cual rompe con la regla general de distribución de los minerales pesados que presenta el resto de los arroyos. Para la muestra 44 (Arroyo Las Lámparas), los minerales Monacita, Zircon y alterados son los principales constituyentes mineralógicos, con más del 45 %, reflejando la fuerte influencia de las rocas graníticas y sedimentarias emplazadas al NE. del área de estudio. esta región muestra un especial interés debido a la conformación de su asociación dada por Monacita, Alterados, Zircon, y con un subgrupo de Augita-Egirina - Hornblenda.

Una asociación mineralógica puede ser definida como un grupo específico de minerales que nos describen la naturaleza del sedimento, esto es, nos dice cuales son las áreas fuente de los sedimentos analizados (Pettijhon et.al., 1972). La asociación mineralógica, por lo tanto esta constituida por especies minerales en distribución geográfica, edad y origen comunes. Las asociaciones encontradas en nuestro estudio fueron definidas con la ayuda del examen de las diferencias en frecuencia que presentan las principales especies mineralógicas en cada estación, esto es, se refirió la frecuencia porcentual de las especies mineralógicas encontradas, al peso por ciento que ocupan de la muestra estudiada (Briggs, 1965).

En general, los arroyos muestran la asociación mineralógica dada por Hornblenda, Alterados, Augita-Egirina, Opacos, Hiperstena y Magnetita. Lo cual refleja la gran importancia de las rocas volcánicas y metavolcánicas de la formación Alisitos como las rocas fuente de estos sedimentos.

Las muestras de duna y playa muestran comportamientos mineralógicos más afines entre sí que con las muestra de arroyo, esto tal vez sea producido por el alto transporte que existe de la región de playas al continente, el cual es más dominante que el producido por los arroyos a la región

costera.

Las muestras de playa y duna tienen menores concentraciones de minerales alterados en analogía a lo visto en arroyos, sin embargo se registra en las playas más al norte del área, fuertes concentraciones de alterados posiblemente por la acción más activa de los arroyos en la porción norte del área.

El fuerte oleaje sobre la costa es el principal agente que causa la distribución de sedimentos sobre las escasas regiones depositacionales. El ángulo de incidencia del oleaje al llegar a la costa es muy grande y ocasiona que más del 24% de la energía de la ola se desplace a lo largo de la costa en forma paralela a los contornos (Wright, 1973), ocasionando una fuerte deriva litoral progresiva y unidireccional. Esto produce que exista un déficit sedimentario originado en gran medida por la insignificante cantidad de sedimentos aportada por los arroyos y a la gran resistividad de los escarpes costeros a la erosión marina.

En las muestras de playa se observan las asociaciones: Hornblenda, Augita-Egirina, Hiperstena, Opacos y alterados. Como también Hornblenda, Opacos, Augita-Egirina, Hiperstena y Alterados.

Las asociaciones anteriormente citadas muestran contribuciones moderadas de Magnetita y Monacita. Las asociaciones encontradas nos reflejan la gran contribución de las rocas metavolcánicas y volcánicas de la formación Alisitos en el aporte sedimentario a la región litoral. De acuerdo con Hurlbut (1974), la asociación que incluye los minerales Hornblenda y la serie Augita-Egirina como minerales dominantes, refleja un grupo mineralógico típico de rocas ígneas oscuras, como Lavas Basálticas, peridotitas, Gabros y Andesitas, además la Egirina es un mineral petrográfico relativamente raro que se halla principalmente en rocas ricas en sodio y pobres en sílice, tal como las rocas Basálticas y andesíticas (Xuang, 1968).

Con la intención de apoyar con una herramienta matemática los resultados obtenidos en el presente estudio, los valores de peso por ciento de las especies mineralógicas encontradas, fueron sometidos al análisis cerrado al cual utiliza la matriz de correlación (coeficientes de correlación), para por medio de similitudes construir el árbol de similitud de las muestras o dendrograma (Davis, 1973). construido en modo Q de manera similar a lo realizado por Alatorre (1965). Las figuras 9 y 10 muestran la similitud entre muestras para las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ respectivamente. Nuestra discusión se enfocará mayoritariamente sobre la figura 10, ya que en el

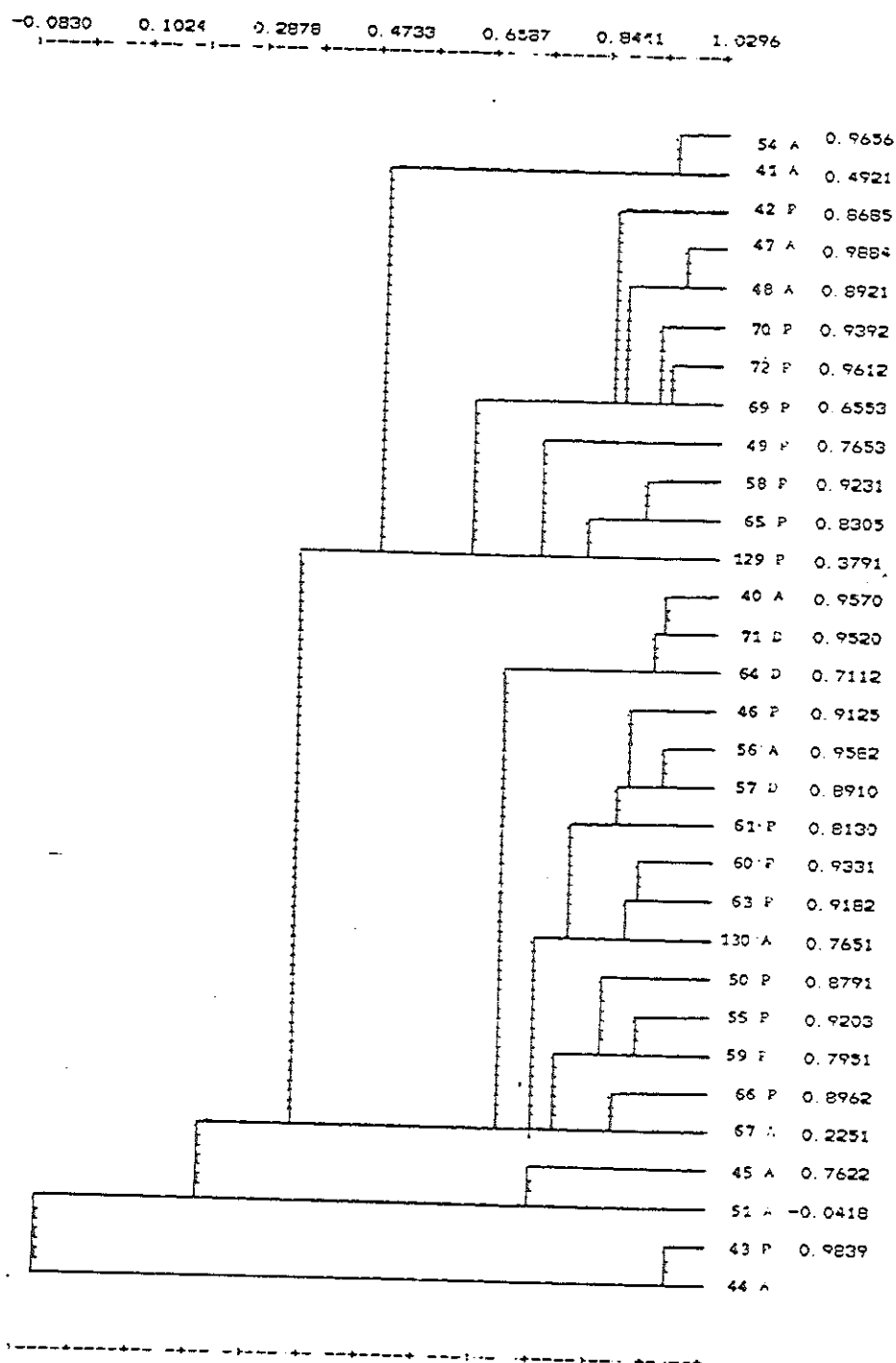


FIG.9.- DENDROGRAMA DE CORRELACIONES (EN SIMILITUDES)

MUESTRA CONTRA MUESTRA, PARA LA FRACCION 3.0 ϕ .

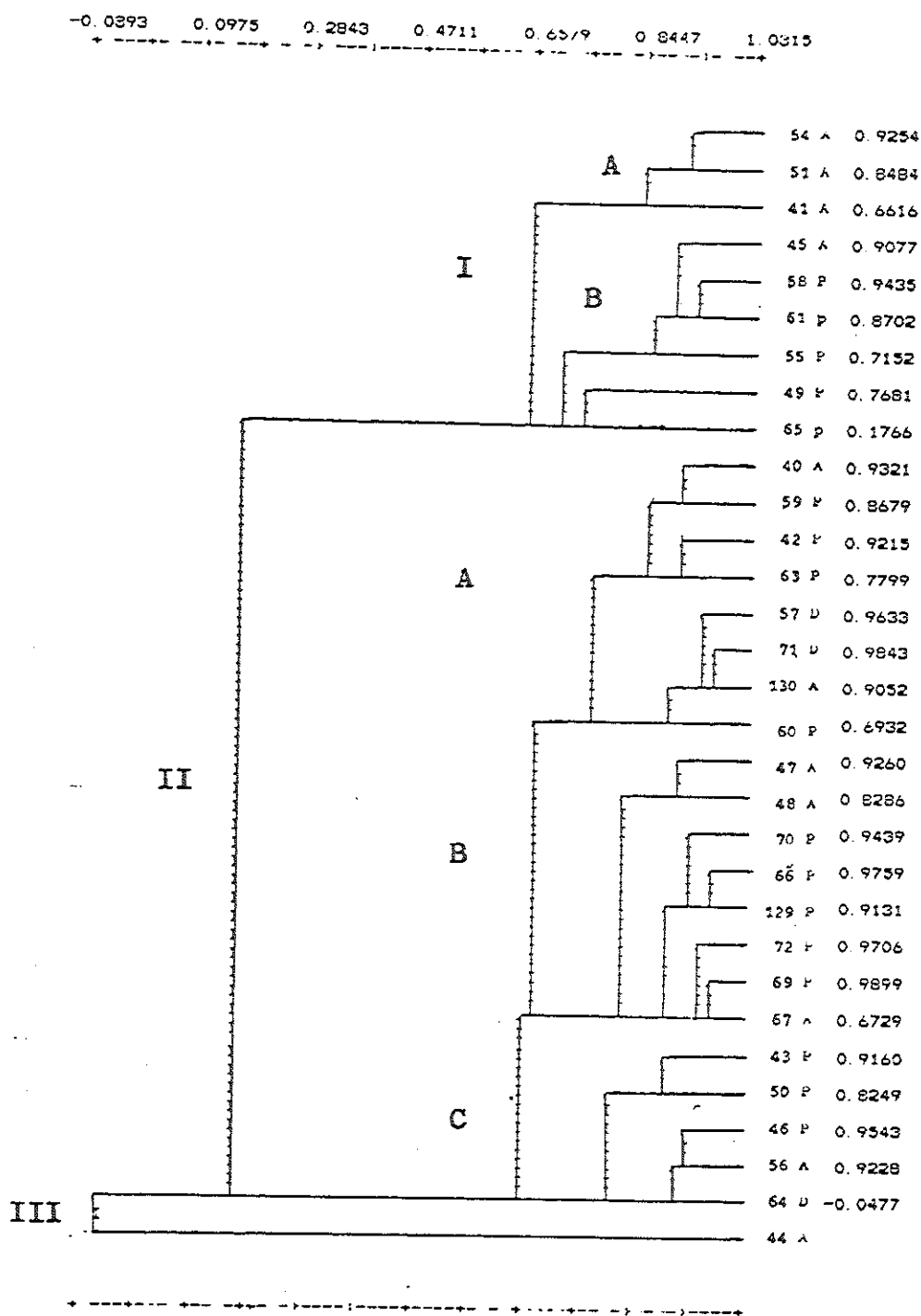


FIG.10.- DENDROGRAMA DE CORRELACIONES (EN SIMILITUDES)

MUESTRA CONTRA MUESTRA, PARA LA FRACCION 3.5.0 .

dendrograma para 3.5 ϕ existe una más clara distribución de los grupos mineralógicos formados, además ambos dendrogramas tienen un comportamiento grupal similar y homogéneo en la distribución mineralógica.

La fig.10 nos muestra 3 grandes grupos, definidos de la siguiente manera: Grupos I, II y III. El grupo I puede ser dividido en lo que llamamos Clase A y Clase B. La clase A corresponde a los arroyos Sta. Catarina, Morros, y Cataviña (estaciones 41, 51 y 54 respectivamente) en esta clase dominan los minerales Magnetita, Opacos, Alterados, Hornblenda Augita-Egirina o Hiperstena.

Clase B.- esta constituida principalmente por muestras de playa (- estaciones 48, 55, 49, 65, 61), donde los minerales más abundantes son: Opacos, Hornblenda Augita-Egirina, Magnetita, Hiperstena y alterados. Encontramos en las clases A y B pequeñas concentraciones de granate y monacita donde observamos que el granate es más característico de playas.

Grupo II.- Es el grupo más grande y podemos dividirlo en tres clases principales: A, B y C (ver fig.10). Las clases A y B en realidad son una misma agrupación mineralógica diferenciada en el dendrograma por contener la clase A menor concentración de opacos y mayor porcentaje de

magnetita que la clase B; entonces, en forma global, tenemos como los principales constituyentes: Hornblenda, Augita-Egirina, Hiperstena, alterados, Opacos y Magnetita. La clase C es conformada por 5 estaciones de muestreo (ver fig.10), sobresaliendo las estaciones 43 y 50 (playas Sta. Catarina y Morros), las cuales presentan mayores concentraciones de alterados y Monacita que el promedio observado en el resto de las playas, comportamiento que nos indican la fuerte influencia de las rocas graníticas y sedimentarias en la región norte del área.

Grupo III.- Este último grupo es conformado por la muestra 44 donde los minerales mas abundantes son Monacita, Alterados y Zircon, dandonos el indicio de que este arroyo (Las Lámparas) es el principal surtidor de monacita y zircon a la zona litoral.

En general, observamos que el dendrograma muestra que los arroyos presentan la asociación mineralógica dada por: Magnetita, Opacos, Alterados, Hornblenda, Augita-Egirina e Hiperstena en la porción norte, y por Hornblenda, Alterados, Opacos, Augita-Egirina, Hiperstena y magnetita en el resto de los arroyos.

Las dunas y playas poseen mineralogía afín y las asociaciones encontradas son: Hornblenda, Augita-Egirina,

Hiperstena, Opacos y alterados así como Opacos, Hornblenda, Augita-Dgirina, Magnetita, Hiperstena y Alterados. Estos resultados concuerdan en forma aceptable con los obtenidos por medio del método gráfico y nos indican que las rocas volcánicas y metavolcánicas, son las principales aportadoras de sedimento a la zona litoral estudiada.

8.- CONCLUSION.

El trabajar con dos tamaños de grano es una buena herramienta de correlación en las mineralogías de las muestras, pues existen concentraciones diferentes de ciertos minerales específicos que no podrían ser detectados con el uso de un solo tamaño de grano.

Los arroyos aportan cantidades poco considerables de sedimentos a la región costera y son los procesos erosivos sobre los escarpes costeros los que surten en gran medida a la zona litoral.

Las playas y dunas del área de estudio muestran un comportamiento mineralógico afín, producido por el transporte dominante de sedimentos de la región de playas a la continental.

El origen de los sedimentos del área es dominado por la gran influencia de las rocas volcánicas y metavolcánicas de la formación Alisitos. Esta dominancia refleja la asociación mineralógica definida por: Hornblenda, Opaco, Augita-Egirina, Wiperstena, Alterados, y Magnetita.

Las zonas que forman el arroyo Las Lámparas y playa Sta. Catarina muestran altas concentraciones de Monacita y

Zircon, reflejando la gran influencia de las rocas sedimentarias del Terciario así como de las rocas graníticas localizadas al NE del área de estudio.

Los principales minerales de posible importancia económica son: Monacita, Zircon, Magnetita, Granate y Cromita. Sobresaliendo las concentraciones de Monacita y Zircon en los arroyos Las Lámparas y playa Ste. Catarina. Región que presenta un posible atractivo económico si el área fuera estudiada para evaluar sus recursos minerales.

9.- BIBLIOGRAFIA.

Alatorre, M. A. (1935). Constitución y origen de Depósitos sedimentarios en una franja costera del Noroeste de baja California. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas-U.A.B.C., Ensenada, B.C., México.

Andel, T.J. H., Van, 1959. Reflections on the interpretation of heavy mineral analysis. Jour. of Sedimentary Petrology, vol. 29, No. 2, pp. 153-163.

Aranda, F. 1983. Estudio de Minerales Pesados como Trazadores de la Corriente Litoral en la Bahía de Todos Santos, B. C. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas-U.A.B.C., Ensenada, B. C., México.

Baca, C. 1981. Procedencia de Minerales Pesados en la Bahía de Todos Santos, B. C. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas-U.A.B.C., Ensenada, B.C., México.

Briggs, L. 1965. Heavy Mineral Correlations and Provenances. Jour. of Sedim. Petrol., Vol. 35 Num. 4.

Davis, J. 1973. A Statistics and data analysis in

geology. John Wiley and Sons. Inc.. New York.

Carriquiry E. J., 1985, Análisis de la distribución de los minerales pesados presentes en los sedimentos clásticos de la bahía de Todos Santos, B.C., tesis de licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. Ensenada, B.C. México

Dryden, A. 1935. A Statistical Method for the Comparison of heavy minerals suites. Am. Jour. Sci. 5th. ser., vol. 29.

Fessenden, F. W. 1959. Removal of Heavy Liquids Separates from Glass Centrifuge tubes. Jour. of Sedim. Petrol. Vol. 29.

Folk, R.L., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. The University of Texas Hemphill Publishing, Co..

Friedman, G. M., Sanders, J. E., 1978. Principles of Sedimentology, John Wiley and Sons.

Gastil, R. G., Phillips, R. P., Allison, E. C., 1975. Reconnaissances geology of the state of Baja California. Geol. Society of America Memoir 140.

Huang W.T., 1969 PETROLOGIA, Unión Tipográfica
Editorial Hispano-Americana México, D.F.

Murlbut Cornelius S. 1978, MANUAL DE MINERALOGIA DE
DANA, ed. Reverté S.A. México D.F.

Perez, R., 1982. Relación Mineralógica entre el área
drenada por el Arroyo Del Carmen y su depósito. Tesis de
Licenciatura Escuela Superior de Ciencias Marinas-U. A. B.
C., Ensenada, B. C., México.

Pettijohn, F.J., 1957. SEDIMENTARY ROCKS. Harper and
Brothers, New York. U.S.A.

Pettijohn, F. J., P. Potter and Siever. 1972. Sand
and Sandstones. Edit. Springer-Verlag.

Ramessan, V. 1966. Improved Methods of Mineral
Separation and Counting Suitable for Fine Grained
Sandstones. Journal of Sedim. Petrol. Vol. 36, No. 2.
pp. 629-631.

Rittenhouse, G., 1943. Transportation and Deposition
of Heavy Minerals. Geol. Society of America. Bull. Vol.
54, pp 1725-1780.

Rossmblum, Sam, 1950. Magnetic Susceptibilities of Minerals in the Frantz Isodynamic Separator. American Mineralogist Vol. 43, pp. 170-173.

Royce Chester, 1970. An Introduction to the Sediment Analysis. Arizona State University, pp. 100.

Wright Linn D. et.al, 1973, Process-Form Variability of Multiclass coast: Baja California, Louisiana State University, pp. 1-25.