

# LAS CARACTERÍSTICAS GEOLOGO - HIDROGEOLOGICAS DEL RIO YAGRUMAJE

**Amparo Velázquez Velazquez<sup>(1)</sup> , Constantino de Miguel Fernández<sup>(2)</sup>**

(1) Empresa de Ingeniería y Proyectos de Níquel, Carretera Moa Sagua km 1 1 / 2 Moa, Holguín, Cuba CP: 83300, E-mail: [Avelazquezv@ceproni.moa.minbas.cu](mailto:Avelazquezv@ceproni.moa.minbas.cu)

(2) Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Las Coloradas s/n CP 83300 Moa, Holguín, Cuba, [cdemiguel@ismm.edu.cu](mailto:cdemiguel@ismm.edu.cu).

## RESUMEN

El Río Yagrumaje se localiza en la ciudad de Moa y colinda con los yacimientos ferroniquelíferos Punta Gorda y Yagrumaje Este, lo que le atribuye una importancia especial al mismo y surge la necesidad de conocer sus características geológico hidrogeológicas con vistas a la futura ejecución de obras ingenieriles de gran envergadura en esta zona.

Para lograr los objetivos se ejecutaron itinerarios geológicos e hidrogeológicos a partir de los cuales se realizaron mediciones de buzamiento, dirección y frecuencia de aparición de las grietas, apertura, rugosidad, persistencia y presencia de agua.

Se realizaron además mediciones de caudal a través del cauce y se calcularon los principales parámetros hidrológicos de la cuenca, realizando un muestreo hidroquímico que permitió conocer después de los análisis fisicoquímicos parámetros tales como el pH, conductividad, turbidez, sólidos totales disueltos, color.

Se determinaron los principales macrocomponentes en las aguas superficiales ( $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ , Cl y Mg, Ca, Na, K,  $\text{SiO}_2$ ), así como algunos microcomponentes tales como el Fe, Ni, Co, Mn.

A partir de los resultados se conoce que la cuenca se encuentra compuesta por rocas ultrabásicas serpentinizadas, una parte ocupada por depósitos sedimentarios de edad Paleógeno y Neógeno – Cuaternario, con un desarrollo de la corteza de intemperismo. El procesamiento de las grietas en el área determinó 4 sistemas o familias de grietas de dirección NW – SE, el caudal se incrementa en su curso y por su composición química las aguas hidrocarbonatadas cloruradas magnésicas.

## ABSTRACT

Yagrumaje River is located in Moa city and is adjacent to Punta Gorda and Yagrumaje East nickeliferous ore bodies, giving a remarkable importance to the site, where the geological- hydro-geological features are important to be known in order to develop significant engineering Works in the area.

In order to achieve the objectives geological and hydro-geological itineraries are developed where dip measurements, frequency and direction of cracks appearance, opening, roughness, persistence and water presence are carried out.

Width measurements were also Developer through the stream, calculating the main hydro-geological parameters, carrying out a hydro-chemical sampling allowing to know the parameters such as pH, conductivity, turbidity, total dissolved solids and colour after the physical-chemical analysis.

The main macro components in the surface water were determined ( $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ , Cl and Mg, Ca, Na, K,  $\text{SiO}_2$ ), as well as some micro components such as Fe, Ni, Co, Mn.

According to the results, there are some ultrabasic weathered rocks, a part occupied by sedimentary deposits belonging to the Paleogene and Neogene – Quaternary periods, with a development in the weathering layer. The cracks process in the area determined 4 systems or crack families from NW – SE, the width is increased through its course, observing magnesian-hydrocarbonated-chlorinated waters.

## INTRODUCCIÓN

La reservas de aguas en el municipio de Moa son abundantes representadas por una densa red hidrográfica que fluye de sur a Norte desembocando en el océano Atlántico.

El conocimiento actual sobre las características geológicas, hídricas e hidroquímicas de las mismas son escasas y dentro de esta red se localiza el Río Yagrumaje, objeto de la investigación. El mismo circula a través de los yacimientos de níquel de la Empresa Cmdte Ernesto Che Guevara y es altamente afectado por la actividad minera.

A partir de la necesidad del conocimiento de las características geológicas, hídricas e hidroquímicas de esta cuenca, dado por la importancia que reviste para los trabajos de búsqueda, exploración de los recursos minerales existentes y el conocimiento estructural de las rocas sobre las cuales se desarrollan los mismos y para garantizar una mejor proyección de las obras construidas por el hombre y la protección del medio ambiente en general se desarrolla nuestro trabajo el cual servirá de base para el desarrollo de futuras investigaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

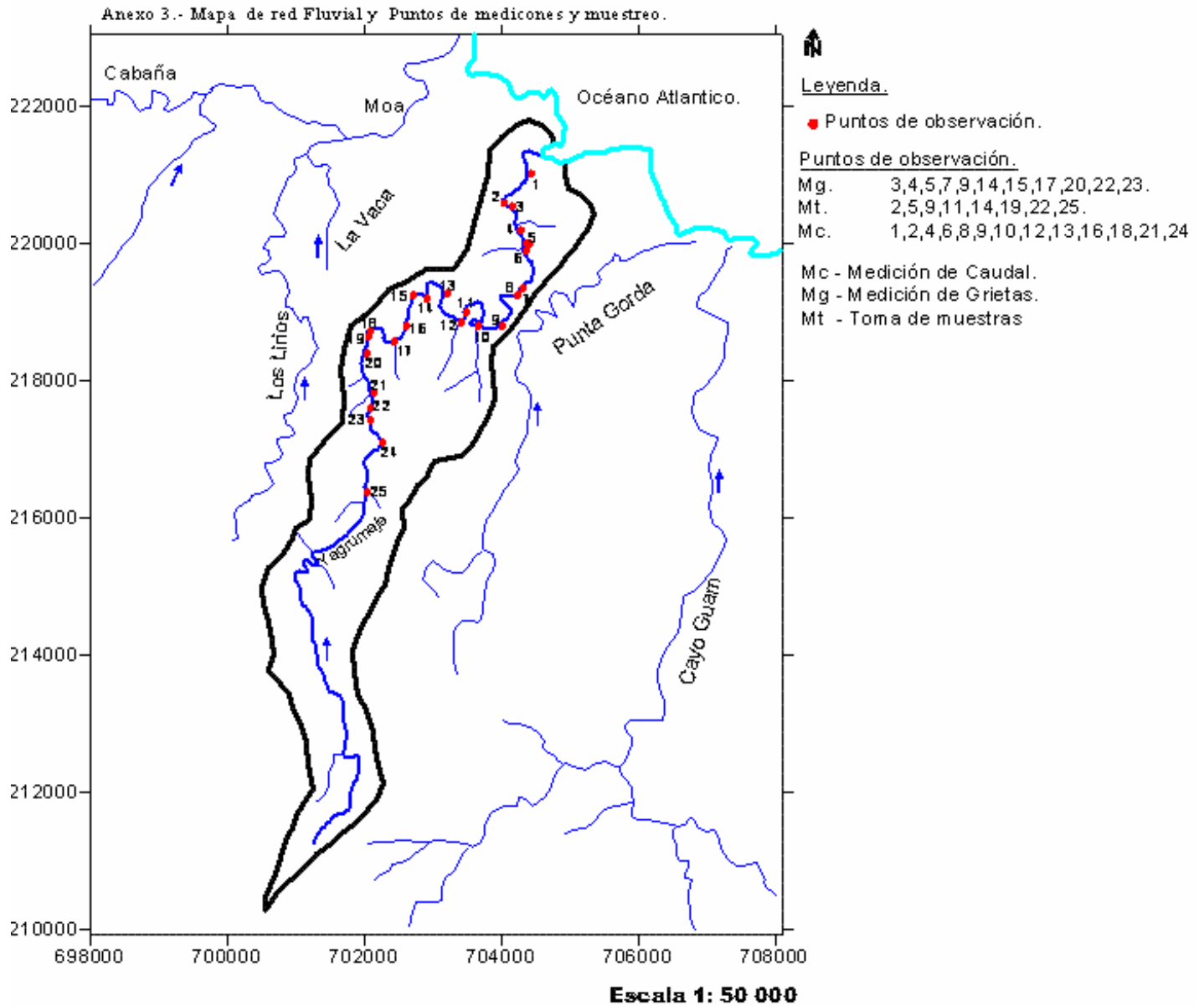
Para la ejecución del presente trabajo, como etapa posterior a la recopilación y análisis de la información, se realizaron los itinerarios geólogo hidrológicos en un área de 14.8 km<sup>2</sup> a través del cauce del Río Yagrumaje, el cual tiene una extensión de 13100 m

En el área se realizaron mediciones en un total de 25 puntos, dentro de los cuales se efectuaron 32 mediciones, 8 de ellas fueron toma de muestras de agua, a una distancia de un kilómetro entre puntos. Otras 13 correspondieron a la medición de caudal, los cuales se ejecutaron a una distancia de quinientos metros y las 11 restantes a la medición del agrietamiento, (medición de buzamiento, dirección, frecuencia de aparición, apertura, rugosidad, persistencia, presencia de agua etc), las que se realizaron a una distancia de un kilómetro, así como la documentación de afloramientos y la descripción de los tipos de rocas presentes.

En el área de evaluación se tomaron 8 muestras de aguas superficiales las cuales fueron analizadas posteriormente en el Laboratorio de la Planta Potabilizadora de agua de la Empresa Ernesto Che Guevara, con el objetivo de conocer las características físico-químicas de las mismas. En cuanto a las propiedades físicas, se determinó para cada una de las muestras: pH, conductividad, turbidez, sólidos totales disueltos, color. Se determinaron los macrocomponentes (CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl y Mg, Ca, Na, K, SiO<sub>2</sub>), así como algunos microcomponentes tales como el Fe, Ni, Co, Mn. Para esto vamos a relacionar el equipamiento que fue utilizado para obtener la mayor precisión posible en los resultados.

- Para las determinaciones relacionadas con la conductividad, sólidos totales disueltos y salinidad empleamos el conductímetro WTW LF - 330 UNICAM.
- Determinaciones de pH, el potenciómetro WTW UNICAM.
- Obtención del color, análisis colorimétricos, Fe, SiO<sub>2</sub>, y SO<sub>4</sub>, nos apoyamos en el espectrofotómetro DR - 2000 y el espectrofotómetro ultravioleta visible Helios λ UNICAM. En la determinación del Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y para los restantes se empleó valoración volumétrica, estableciéndose el residuo seco por el método gravimétrico

Grafico No 2 .Mapa de datos reales



## RESULTADOS Y DISCUSION

### Características geológicas de la cuenca del Río Yagrumaje.

El área que ocupa la cuenca Yagrumaje está compuesta fundamentalmente por rocas ultrabásicas serpentinizadas, una parte ocupada por depósitos sedimentarios de edad Paleógeno y Neógeno – Cuaternario, con desarrollo de la corteza de intemperismo.

Existe un grado de serpentización que oscila aproximadamente del 30% - 60%, lo que dificulta la determinación en muchos casos de la composición primaria de las rocas, con un mayor desarrollo de las harzburgitas, que representan por si mismas unas rocas masivas oscuras, de matiz verduzco o parduzco, compuesto por olivino de granos finos que es posible observar entre los granos de piroxenos, aunque en el área se han observado piroxenitas y dunitas. Estas observaciones se realizan en zonas cercanas al nacimiento, no siendo así hacia las zonas más bajas de la cuenca, donde las rocas han sufrido una mayor actividad tanto tectónica como química y las rocas presentan un mayor grado de serpentización.

Las márgenes del río en su mayoría están cubiertas de vegetación, aunque es posible observar dentro de la corteza depósitos clásticos gruesos poco clasificados, de composición serpentinitica, coloreados de verde amarillo, carmelita, los fragmentos pueden ser subangulosos, semiredondeados, su tamaño puede oscilar desde gravoso, mediano, grandes.

En el sector estudiado de la cuenca del río Yagrumaje fueron detectados los siguientes complejos rocosos:

- ❖ **Rocas ultrabásicas serpentinizadas ( K<sub>2</sub> ).** Aparecen representadas hacia la parte sur de la cuenca, ocupando los valles del arroyo Los Lirios y el Río Yagrumaje. Estas rocas se presentan muy serpentinizadas, y están representadas fundamentalmente por harzburgitas serpentinizadas. Se le atribuye una edad Cretácico Medio ( K<sub>2</sub> ).
- ❖ **Corteza laterítica ferroniquelífera ( N<sub>1</sub> ).** Aparece representada hacia la parte Suroeste - Sureste de la cuenca. Es una corteza madura, con un completo desarrollo del perfil laterítico. Yace inmediatamente por encima de las rocas madres representadas por las harzburgitas serpentinizadas. Su formación tiene relación con la transgresión marina. Su edad posible es Mioceno ( N<sub>1</sub> ). Producto a la tectónica y al desarrollo geológico de la región, el levantamiento y hundimiento de la corteza trae como consecuencia que el material de esta corteza en los bloques levantados, sea sometido a la erosión. Posteriormente este material es transportado (al parecer la distancia de transportación fue corta y la erosión intensa) y por ultimo se acumula, dando lugar a un material sedimentario que tiene las mismas características que la corteza de la que proviene. Estas lateritas sedimentarias son de una edad más joven que la corteza de lateritas ferroniquelíferas.

A medida que sucedía el desarrollo geológico de la zona, la tectónica iba actuando directamente sobre estos materiales y con el mecanismo anterior, estos materiales ya formados iban sufriendo la acumulación de materiales procedentes de su misma fuente de origen, pero de edad más jóvenes que estos.

- ❖ **Laterita sedimentaria ( N<sub>2</sub> ).** Aparece representada en toda la parte Nordeste - Noroeste de la cuenca. Es un material que proviene de la corteza laterítica ferroniquelífera, al ser sometida al intemperismo y la erosión. Se desarrolla un perfil de intemperismo que puede ser muy variable: incompleto, complejo o reducido, lo que está en dependencia de la intensidad del proceso de intemperismo. Su contacto con la corteza de edad más vieja es discordante, su edad posible es Plioceno ( N<sub>2</sub> ).
- ❖ **Laterita sedimentaria ( Q<sub>1</sub> ).** Aparece en la parte norte de la cuenca, en dirección Norte- Oeste. es un material proveniente del anterior, que producto al intemperismo, y a la erosión es arrastrado

y acumulado. El material que forma el perfil laterítico, aunque tiene las mismas características de la corteza original, está más desordenado que en el caso anterior, lo que hace posible que estas zonas se caractericen por presentar perfiles reducidos, complejos y muy complejos. Todo esto en dependencia también del grado de madurez de la corteza de intemperismo. Su formación está relacionada con el nuevo levantamiento de la zona, el cual se mantiene en la actualidad. Es de edad más joven que la secuencia anterior. Es de edad posible Pleistoceno ( $Q_1$ ).

- ❖ **Depósitos detríticos aluviales ( $Q_2$ )**. Aparece representado en los valles de los Ríos Moa, Yagrumaje, los arroyos Los Lirios y La Vaca. Es un material que se acumula en los valles Fluviales y proviene por lo general del arrastre y acumulación del material laterítico en tiempos recientes, por parte de la erosión y de las aguas fluviales. Es de reciente acumulación, Holoceno Reciente ( $Q_2$ ).

La tectónica del área de estudio es sumamente compleja, se encuentra bajo la influencia de dos grandes fallas regionales que pasan por los valles de los Ríos Moa y Cayo Guam. Por su parte la cuenca se encuentra bajo la influencia de una falla de primer orden que es el Río Moa, a partir de ella se desarrolla en la cuenca toda una serie de fracturas de segundo orden, entre los que se destacan. , 2000). Así como análisis de las fotos aéreas de la cuenca:

- Falla Yagrumaje NE: Presenta una dirección  $N30^{\circ}$  E, con una longitud aproximada de 1000m.
- Falla Yagrumaje NW: Tiene una dirección  $N50^{\circ}$  W con una longitud aproximada de 1500.
- Falla Yagrumaje: E: Se encuentra al norte, a lo largo del río ocupando una extensión de 1100m con dirección  $N52^{\circ}$  E.
- Falla Yagrumaje: N: Se extiende desde el centro del área hacia el norte con una longitud de 1500m, de dirección  $N3^{\circ}$  W.
- Falla Yagrumaje abajo: se extiende aproximadamente 1100m a lo largo del río , en dirección  $N2^{\circ}$  W.
- Falla Yagrumaje centro: Asociada a una estructura que atraviesa al río en el centro del área con una extensión de aproximadamente de 1100 m en dirección  $N80^{\circ}$  W.
- Falla Yagrumaje: Asociada a una estructura de dirección  $N75^{\circ}$  E con extensión de 1000m.
- Falla Yagrumaje arriba: Posee dirección  $N80^{\circ}$  W, se extiende a lo largo de la desembocadura del Río Moa hasta Punta Yagrumaje.
- Falla Yagrumaje: asociada a un tramo recto a lo largo de la desembocadura del Río Yagrumaje con una extensión de 1300m, en dirección  $N80^{\circ}$  W.

#### ❖ **Caracterización hídrica del Río Yagrumaje.**

La cuenca del Río Yagrumaje con un área total de 14.8 Km<sup>2</sup> está ubicada al sureste de la ciudad de Moa a unos 6 Km de la misma en línea recta. Sus aguas vierten directamente al Océano Atlántico

La cuenca es estrecha y alargada en forma de “pluma” con alineación suroeste a noreste, teniendo su inicio en las coordenadas N; 210,200 E; 700,500. Según el sistema Lambert. . Más del 95 % de la cuenca se encuentra en la vertiente Norte de la cordillera Sagua – Moa - Baracoa, el resto es un relieve costero.

La alimentación del Río Yagrumaje se caracteriza por dos períodos bien definidos: el húmedo de Octubre a Mayo cuando ocurren las mayores precipitaciones en cantidad e intensidad, presentándose las mayores precipitaciones en la parte alta de la cuenca con magnitudes medias históricas hasta de

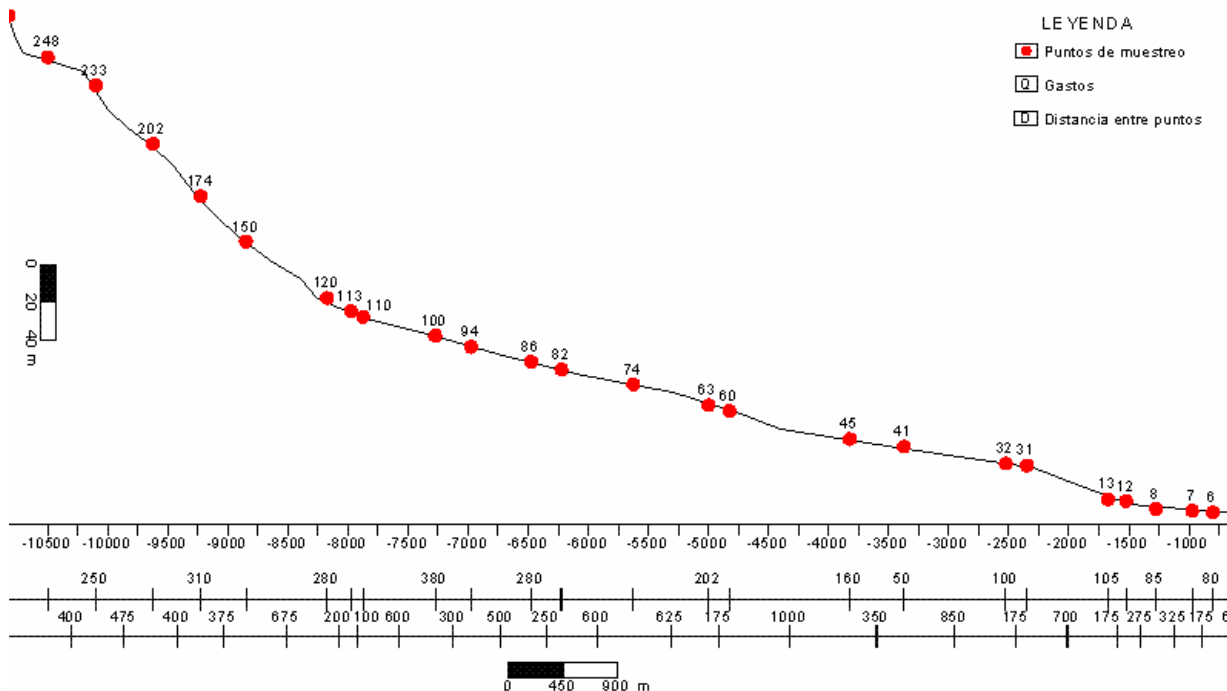
1600 - 1800 mm /año (Anexo N<sub>0</sub> 2). A las precipitaciones máximas corresponden avenidas con caudales hasta 315 m<sup>3</sup>/s . (S Fernández 2000).

El segundo período de alimentación corresponde al período de estiaje de Junio a Septiembre, cuando la principal fuente de alimentación la representa el escurrimiento subterráneo a través del macizo rocoso formado principalmente por serpentinitas, las cuales durante el período húmedo acumulan grandes volúmenes de agua por infiltración de las aguas de lluvias, que posteriormente a través del sistema de fallas y grietas presentes son drenadas hacia el cauce del Río Yagrumaje y arroyos afluentes del mismo, caracterizándose la salida de esta agua al río en goteo a través de las grietas pequeñas y manantiales descendentes con gastos muy variados en función de la vía de drenaje por la que ocurre el movimiento del flujo subterráneo ( grietas y fallas) ; aunque los caudales en los manantiales más productivos no sobrepasan los 10 L /seg ( los observados con salida en taludes del cauce sobre el nivel del agua).

Bajo el nivel del agua en el río por el fondo y taludes del cauce también drenan las aguas subterráneas en la mayor parte de la cuenca, a través de grietas y fallas, esto puede observarse por las características de las rocas que forman el cauce, donde por el alto agrietamiento en tramos el fondo del cauce es escalonado, con pequeños saltos de agua, en parte con grandes bloques y cantos poco rodados, por lo que la rugosidad del cauce corresponde con el coeficiente de rugosidad  $r = 0,1$  ( categoría por clasificación de M. F Srab), para ríos de montaña.

El caudal del escurrimiento del Río Yagrumaje se incrementa en la trayectoria del río y disminuye en la parte baja de la cuenca de datos aproximados de caudales en observaciones realizadas en Marzo - Abril 2001, esto puede explicarse en función de que en la parte alta de la cuenca el cauce presenta mayor pendiente y son menos fracturadas las rocas que lo forman, en la parte baja el cauce presenta menos pendiente aunque corre en cotas relativamente altas ( hasta 50 m ) ( ver Perfil Anexo No. 20. ), las rocas del cauce se encuentran más fracturadas y falladas, por lo que se incrementa la permeabilidad bajo el cauce y laterales del mismo, sobre todo en aquellos tramos donde en el cauce se encuentran acumulaciones de cantos y gravas.

Figura No 3. Perfil topográfico del Río Yagrumaje



Por cálculos hidrológicos, el escurrimiento medio histórico del Río Yagrumaje es de unos 0,58 m<sup>3</sup>/seg. (S. Fernández 2000), con gastos mínimos de unos 0.11 m<sup>3</sup>/seg en períodos de estiaje (caudal medio de las medidas en Marzo 2001 después de varios meses de sequía).

El escurrimiento máximo es de 310 m<sup>3</sup>/seg. (S. Fernández 2000) para períodos de avenidas. La evaporación media en el territorio es de unos 1600 mm/año (E. C. González-1986), correspondiendo a una temperatura media anual de 22.6°C – 30.5°C, lo que conjuntamente con las magnitudes de las precipitaciones caracterizan las condiciones climáticas del territorio como típicas de Subtrópico

Por las características de la cuenca y red hidrográfica contenida en ella determinamos parámetros que a continuación exponemos con aplicación de fórmulas de N.E. Altóvski:

- **Densidad de la cuenca:** Caracteriza los metros de cauce de la red hidrográfica por kilómetros cuadrados de la cuenca.

$$D = \frac{\sum L}{F}$$

$\sum L = 19250$  m- Longitud total del río y arroyos que forman la red hidrográfica de la cuenca.

$F = 14.8$  Km<sup>2</sup>- Área total de la cuenca.

$D = 1300.7$  m/ Km<sup>2</sup>.

- **Sinuosidad del Río Yagrumaje:** Se expresa por el coeficiente de sinuosidad y caracteriza el meandraje del río.

$$\varphi = \frac{\ell}{L}$$

$\ell = 13100$  m – longitud del río por el cauce.

$L = 10650$  m- distancia en línea recta entre el punto de nacimiento y la desembocadura del río.

$\varphi = 1.23$ )

$\varphi < 1.25$  Cauce poco sinuoso

• **Asimetría de la cuenca:** Caracteriza la distribución de áreas de la cuenca a ambos lados del cauce del río principal, en este caso del Río Yagrumaje.

$$a = \frac{F_i - F_d}{F}$$

a- coeficiente de asimetría.

$F_i = 6.2 \text{ Km}^2$  área de cuenca en su parte izquierda a partir del cauce.

$F_d = 8.6 \text{ Km}^2$ - área de cuenca en su parte derecha a partir del cauce.

$F = 14.8 \text{ Km}^2$ - área total de la cuenca.

$a = 0.16$

si  $a < 0.25$  Es simétrica

si  $a > 0.25$  Es asimétrica

si  $a < 0.25$  Por lo que la cuenca del Río Yagrumaje es simétrica.

• **Pendiente media del cauce del río:** caracteriza la pendiente del cauce por diferencias de cotas absolutas entre punto de inicio del río y su desembocadura entre la longitud total del río .

$$I = \frac{H_i - H_d}{L}$$

$H_i = 740 \text{ m}$ - cota absoluta en punto de inicio del cauce.

$H_d = 0,0 \text{ m}$ - cota absoluta en punto de desembocadura del río.

$L = 13\ 100 \text{ m}$ - longitud total del río.

$I = 0.0564 = 1/17.73$

Independientemente al gradiente medio calculado, debemos señalar que en la parte alta de la cuenca existen pendientes del cauce por tramo que superan la magnitud  $1/35.08$

▪ **Módulo del escurrimiento superficial:** caracteriza el escurrimiento medio histórico por  $\text{Km}^2$  de cuenca.

$$\mu_0 = \frac{Q_0}{F}$$

$Q_0 = 0,58 \text{ m}^3/\text{seg} = 580 \text{ l/seg}$ . Escurrimiento Medio Histórico.

$F = 14.8 \text{ Km}^2$ . Área Total de la cuenca.

$\mu_0 = 39.1 \text{ l/seg.Km}^2$

Conociendo el módulo de escurrimiento superficial medio histórico y el escurrimiento mínimo ( $Q_{\min}$ ) que es aproximadamente  $110 \text{ l/seg}$ . Y que corresponde al drenaje del escurrimiento subterráneo, podemos calcular el módulo del escurrimiento subterráneo  $\mu_{\text{SUB}}$ .

$$\mu_{\text{SUB}} = \frac{Q_{\min}}{F}$$

$F = 14.8 \text{ Km}^2$ . Área total de la cuenca.

De donde  $\mu_{\text{SUB}} = 7.43 \text{ l/seg. Km}^2$ .



Conociendo el módulo del escurrimiento subterráneo y el módulo del escurrimiento medio histórico podemos determinar que parte de este último lo representa el escurrimiento subterráneo a través del coeficiente modular K. Por la fórmula de I:S: Sektser.

$$K = \frac{\mu_{SUB}}{\mu_0} = \frac{7.43}{39.1} = 0.19$$

Lo que representa que un 19 % del escurrimiento medio histórico del Río Yagrumaje corresponde al escurrimiento subterráneo drenado por este río.

Tabla\_ 5. Tabla de parámetros de cálculo en puntos de observación durante marcha rutas.

$A_s$  – Área media de la sección de cálculo.

L – longitud de medición.

K- coeficiente para ríos escarpados de montañas.

V- velocidad media.

Q- caudal medio en el punto.

- **Caracterización hidroquímica de las aguas del Río Yagrumaje**

Según los resultados de los análisis químicos de las aguas del Río Yagrumaje son aguas dulces por su mineralización, la cual oscila desde 0,09g/l hasta 0,30 g/l, por su pH son aguas básicas, según la dureza son aguas blandas y una muestra con valores de 0,92 (muy blanda) y los valores de conductividad oscilan desde 70 hasta 113,7  $\mu$ /cm, incrementándose hacia la desembocadura lo que explica la influencia de las aguas de mar sobre estas. Respecto al color y la turbidez para las muestras M-1, M-2, M-3, tomadas en el mes de Marzo se aprecia una correspondencia lógica de los valores, característicos de aguas típicas que fluyen sobre suelos lateríticos, los cuales favorecen en el tramo de evaluación la incorporación de sedimentos producto de la actividad minera, lo cual ha provocado la erosión lateral que afecta las aguas alterando el color y aumentando la turbidez. Para las muestras M-4, M-5, M-6, M-7 y M-8 tomadas en el mes de Abril se aprecian incrementos notables del color y de la turbidez, lo que se explica por el aumento de las precipitaciones atmosféricas y el arrastre intensivo de sedimentos hasta el cauce.

Por su composición química los iones predominantes son  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^{+1}$ ,  $K^{+1}$ ,  $HCO_3$ , Cl,  $SO_4$ , cuya fuente de origen es natural, influenciado fundamentalmente las precipitaciones atmosféricas, la acumulación de sales en zonas aledañas a la costa que han sido transportadas por la actividad eólica, la cual es intensa en la zona de estudio, bajo la influencia de los vientos predominantes, estas sales se acumulan y luego durante las precipitaciones estas sales son disueltas e incorporadas al flujo.

Una fuente importante de formación de la composición de estas aguas superficiales son las aguas subterráneas del complejo acuífero de las lateritas y de las ofiolitas, ricas en estos elementos las cuales han sido enriquecidas de estos elementos durante la infiltración de las precipitaciones atmosféricas.

Según la clasificación de Kurlov se clasifican en hidrocarbonatadas, clóricas, magnésicas, sódicas, y según Kurlov en clase: hidrocarbonatadas, grupo: magnésicas, tipo: Los microcomponentes predominantes determinados en los análisis son fundamentalmente el Ni, Co, Fe y el Mn los cuales se comportan incrementando ligeramente sus concentraciones hacia la desembocadura, los valores de Fe, varían desde 0,004mg/l hasta 0,05 mg/l, superando los valores máximos permisibles según la norma cubana para agua potable y el Mn desde 0,006 mg/l hasta 0,01 mg/l fundamentalmente. Su origen es natural y son aportados por el tipo de rocas predominantes y su incremento esta dado por la influencia de las actividades mineras.

### **. Características ambientales generales de la cuenca.**

En la actualidad la cuenca del Río Yagrumaje se encuentra bajo impactos producidos por la actividad minera y que repercute directamente sobre la flora, la fauna y los suelos. La flora en la deforestación que le produce por el destape de los yacimientos y explotación futura, la fauna en la emigración de especies hacia zonas no afectadas por la deforestación y el ruido, los suelos que por el efecto de la deforestación y explotación minera quedan totalmente desolados, alterados y altamente erosionados. Por las condiciones de afectaciones de los suelos, características climáticas y de relieve del territorio durante los periodos húmedos

Decenas de miles de toneladas de suelos son erosionadas transportadas por el escurrimiento superficial hasta el Río Yagrumaje que por las grandes velocidades que presentan sus aguas durante las avenidas trasladan todo el material erosionado hasta el mar, donde por la dirección de las corrientes marinas gran parte de los sedimentos vertidos son trasladados y depositados en la Bahía de Moa y zonas costeras intermedias.

En la actualidad los impactos relacionados corresponden a la explotación del Yacimiento Punta Gorda, del cual solo el extremo Este queda dentro del área de la cuenca y en territorio de la parte baja de la cuenca, sin embargo en años próximos esta prevista la explotación del Yacimiento Yagrumaje Norte con centro en las coordenadas N:220.500 E:704.600 y posteriormente el Yacimiento Yagrumaje Oeste con centro en las coordenadas N:218.250 E: 702.250, el primero en territorio próximo a la costa y el segundo en la parte central de la cuenca del Río Yagrumaje, en ambos casos la mayor parte de los yacimientos se encuentran en áreas de la cuenca del Río Yagrumaje, por lo que es de esperar que los impactos ambientales que se produzcan en la cuenca por la explotación minera sean muy superiores a los que se producen en la actualidad.

## **CONCLUSIONES**

1. El área que ocupa la cuenca del Río Yagrumaje está compuesta fundamentalmente por rocas ultrabásicas serpentinizadas, una parte ocupada por depósitos sedimentarios de edad Paleógeno y Neógeno – Cuaternario, con un desarrollo de la corteza de intemperismo.
2. En el sector estudiado de la cuenca del Río Yagrumaje fueron detectados los siguientes complejos rocosos: rocas ultrabásicas serpentinizadas ( $K_2$ ), corteza laterítica ferroniquelífera ( $N_1$ ), laterita sedimentaria ( $N_2$ ), laterita sedimentaria ( $Q_1$ ) y depósitos detríticos aluviales ( $Q_2$ ).
3. El procesamiento de las grietas en el área determinó 4 sistemas o familias de grietas de dirección NW – SE predominantemente, son grietas de cizalla, prácticamente cerradas, no presentan rellenos, y al parecer se vinculan al emplazamiento tectónico de las ofiolitas.
4. La cuenca es estrecha y alargada en forma de “pluma” con alineación suroeste a noreste, su área es pequeña, es simétrica y el cauce es poco sinuoso. Con un caudal del escurrimiento que se incrementa en su curso con valores que oscilan entre 380 y 80 l/seg y además El 19 % del escurrimiento medio histórico del Río Yagrumaje corresponde al escurrimiento subterráneo drenado por este río.
5. Las aguas del Río Yagrumaje son dulces por su mineralización, blandas y muy blandas según la dureza, por su composición química los iones predominantes son  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^{+1}$ ,  $K^{+1}$ ,  $HCO_3$ ,  $Cl$ ,  $SO_4$ , los microcomponentes predominantes determinados en los análisis son fundamentalmente el Ni, Co, Fe y el Mn y según la clasificación de Kurlov son del tipo hidrocarbonatadas, clóricas, magnésicas, sódicas, y según Kurlov en clase: hidrocarbonatadas, grupo: magnésicas, tipo: III

## BIBLIOGRAFÍA

Batista, J. 1998. Caracterización geológica y estructural de la región de Moa a partir de la interpretación del levantamiento aeromagnético 1: 50000. Tesis de maestría. Departamento de Geología, ISMM.

Blázquez Blanco, J.L . 1999. Profundización en el estudio geológico y tectónico de Moa. Tesis de maestría Departamento de Geología, ISMM 1999.

De Dios Leyva, D. 2000. Particularidades de la distribución espacial de las intercalaciones no industriales presentes en el "Sector Central" del Yacimiento Punta Gorda. Tesis de Maestría. Departamento de Geología, ISMM.

De Miguel Fernández, Constantino. 1999. Hidrogeología aplicada, 1ed. La Habana.. Editorial "Félix Varela",

Iturralde, Vincent , M. 1990 Las ofiolitas en la constitución geológica de Cuba. Ciencias de la tierra y el espacio, No. 17..

NC. 93 – 02: 1985. 1986 (Cuba). Higiene comunal, Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo. Aprobada Octubre 1985. Vigente Marzo.

NC. 93 – 03: 1985. 1986. (Cuba). Sistemas de abastecimiento de agua. Requisitos sanitarios. Aprobada Diciembre 1985. Vigente Septiembre