

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO MECÁNICA DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE ACOPIO DE MATERIAL DE ARRASTRE DE LOS RÍOS TAMANÁ, TIGRE Y LA QUEBRADA AGUA CLARA DEL MUNICIPIO DE NÓVITA, CHOCÓ, COLOMBIA

### MECHANICS FOR PHYSICAL CHARACTERIZATION MAJOR SOURCES OF COLLECTION OF MATERIAL FOR THE DRAG OF RIVERS TAMANÁ, TIGRE AND QUEBRADA AGUA CLARA OF THE MUNICIPALITY OF NÓVITA, CHOCÓ, COLOMBIA

JOSÉ ALBERTO CÓRDOBA ARIAS<sup>1</sup>, LEYSSY BELLIDO CÓRDOBA<sup>2</sup>, EDLY STELLA RENTERÍA MENA<sup>3</sup>

#### RESUMEN

Este artículo hace referencia al estudio de las propiedades físico-mecánicas de los agregados de las fuentes Tamaná, El Tigre y Agua Clara, del municipio de Nóvita, que contó con un recorrido del terreno, permitiendo que de manera estratégica se pudiera realizar la extracción de un volumen representativo de muestras, las cuales se estudiaron por medio de ensayos de laboratorio, que arrojaron resultados cualitativos y cuantitativos. Estos resultados permitieron conocer la composición y el comportamiento de los materiales, así como la aplicación en ingeniería de cada una de estas fuentes.

**Palabras clave:** Caracterización; Río Tamaná; Río Tigre; Quebrada Agua Clara.

#### ABSTRACT

This article for reference to the study of the mechanical properties physical of aggregates of the sources Tamaná, El Tigre y Agua Clara of the municipality of Nóvita, which counted on a route of the land, allowing that, of strategic way the extraction of a representative volume of samples could be made, which studied by means of laboratory tests, which they threw qualitative and quantitative results. These results allowed us to know the composition and the behavior the materials, as well as the application in engineering of each one of these sources.

**Keywords:** Characterization; River Tamaná; River El Tigre; Quebrada Agua Clara.

#### INTRODUCCIÓN

Los agregados naturales son productos de procesos naturales que involucran condiciones especiales de temperatura y presión, así como también efectos de la meteorización, intemperismo y erosión, con características determinadas que los hacen apropiados para usarse en obras civiles, como la fabricación de concreto hidráulico, la construcción de subbases, bases y capas de rodadura en pavimentos, los lechos filtrantes, los espaldones de presas

siendo entonces un material de gran importancia en la industria de la construcción (Márquez, 1985).

En el departamento del Chocó, al igual que en gran parte del país donde se utilizan materiales extraídos de fuentes hídricas, no hay estudios previos sobre las características de estos agregados, clasificándolos para su utilización según su apariencia (color y tamaño). Por lo que los materiales extraídos de estas fuentes tal vez se usen en actividades ingenieriles

1. Grupo de Investigaciones de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica del Chocó «Diego Luis Córdoba», Quibdó, Colombia. e-mail: joebetto987@hotmail.com
  2. Joven Investigadora, Grupo de Investigaciones de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica del Chocó «Diego Luis Córdoba», Quibdó, Colombia. e-mail: leyssyb@gmail.com
  3. Líder del Grupo de Investigaciones de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica del Chocó «Diego Luis Córdoba», Quibdó, Colombia. e-mail: inarab1137@yahoo.es
- Fecha de recibido: Marzo 27, 2008      Fecha de aprobación: Agosto 12, 2008

que por sus características físicas y mecánicas no se deben usar.

Con el estudio de las fuentes se determinaron las propiedades ingenieriles de los agregados, las cuales dependen en gran parte de la calidad de la roca madre de la cual proceden. Estas propiedades fueron evaluadas por los ingenieros Rivas Moreno y Moreno Rodríguez, mediante ensayos de laboratorio establecidos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), con el fin de determinar las características ingenieriles de cada una de estas fuentes y su aplicación en la ingeniería. Estas fuentes se encuentran en los ríos Tamaná y Tigre y la quebrada Agua Clara.

#### MATERIALES Y MÉTODO

**Área de estudio.** El municipio de Nóvita se encuentra al sur-oriente del departamento del Chocó, en la provincia del San Juan. Su cabecera municipal está localizada a los 04° 57' 21" de latitud norte y 76° 36' 59" de longitud oeste a orillas del río Tamaná, con una altura sobre el nivel del mar de 100 m, y una temperatura media de 28°C, con una precipitación promedia anual de 8758 mm (EOT Municipio de Nóvita 2005) (Figura 1).

**Río Tamaná.** El río Tamaná con sus afluentes ha sido tradicionalmente medio de producción minera y sus materiales (piedra, arena fina y gruesa) han servido de aporte a las diferentes viviendas y construcciones de toda la franja territorial, es decir a los diferentes pueblos que tienen construcciones en concreto y la reafirmación de la vía que conduce desde Nóvita hasta el municipio de Condotó y sus vías internas. Este material se caracteriza por su alto contenido de elementos gruesos. El punto de extracción fue a orillas del corregimiento de San Lorenzo que dista de la cabecera municipal unos 10.5 km aproximadamente. Está localizada a los 04° 59' de latitud norte y 76° 37' de longitud oeste (EOT municipio de Nóvita, 2005).

**Río El Tigre.** Está ubicado en el corregimiento El Tigre, jurisdicción del municipio del Nóvita. Se ha utilizado tradicionalmente como medio minero y por ser tan claro sus habitantes lo han utilizado para lavar y secar ropa. Siempre ha mantenido abundante material de arrastre el cual se utiliza para la construcción. El nombre de este río obedece al nombre de su pueblo (El Tigre). El punto de extracción fue a orillas del corregimiento El Tigre que dista de la cabecera municipal unos 12 km aproximadamente. Está localizada a los 04° 59' de latitud norte y 76° 30' de longitud oeste (EOT municipio de Nóvita 2005).

**Quebrada Agua Clara.** Está ubicada entre la cabecera municipal y el corregimiento del cajón por la vía que comunica a Nóvita con el municipio de Sipí. Se ha utilizado tradicionalmente como medio minero y en la actualidad puede ser utilizada, para el corredor vial de la vía que conduce desde Nóvita hasta Sipí. Una de las características de esta fuente es que tiene un alto contenido de material fino. El punto de extracción fue en la vía carretable que hay de Nóvita al municipio de Sipí dista de la cabecera municipal unos 4.6 km aproximadamente. Está localizada a 04° 55' de latitud norte y 76° 36' de longitud oeste (EOT municipio de Nóvita 2005).

**Métodos.** Para esta investigación se analizaron los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a los materiales extraídos de los ríos Tamaná, El Tigre y la Quebrada Agua Clara del municipio de Nóvita, siguiendo las especificaciones que sobre caracterización se conocen como la del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), comparándolas con los resultados obtenidos en cada uno de estos ensayos.

#### RESULTADOS Y DISCUSIONES

Después de realizar los ensayos a los materiales presentes en las tres fuentes y comparar los resultados con las especificaciones para las diferentes activi-

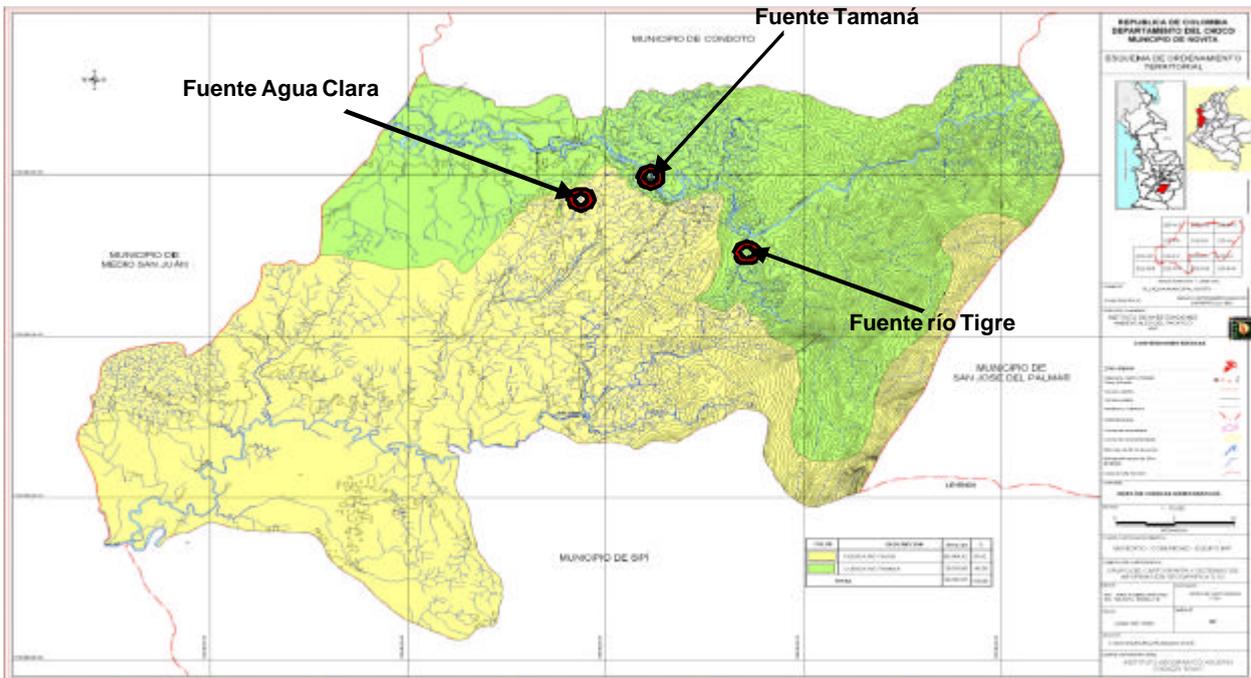


Figura 1. Puntos de extracción de los materiales

dades ingenieriles se obtuvieron los resultados que aparecen en la Tabla 1.

Al comparar los resultados obtenidos en la realización de los ensayos de laboratorio, con resultados obtenidos en el estudio de la principal fuente de extracción de material de arrastre del municipio de Quibdó como lo es el río Atrato, se observa cómo en las fuentes estudiadas los pesos unitarios sueltos y compactados alcanzan un valor mayor que el alcanzado en el río Tamaná, siendo de  $1,89 \text{ g/cm}^3$  y  $2,08 \text{ g/cm}^3$ , respectivamente para el río Tamaná, mientras en el río Atrato los valores alcanzados son de  $2,023 \text{ g/cm}^3$  y  $2,207 \text{ g/cm}^3$ .

Contrariamente, las características de durabilidad y desgaste en la máquina de los Ángeles de el río Tamaná son mejores que las del río Atrato mostrando así que en este río el desgaste en la máquina de los Ángeles es 20,7% mientras que en el río Tamaná es 9,6%; en durabilidad el río Atrato presenta un promedio de 5,9% (gruesos), y el río Tamaná de 2,7%, descubriendo con estos resultados que los materiales del río Tamaná presentan mejores caracte-

terísticas que el río Atrato a la altura del municipio de Quibdó.

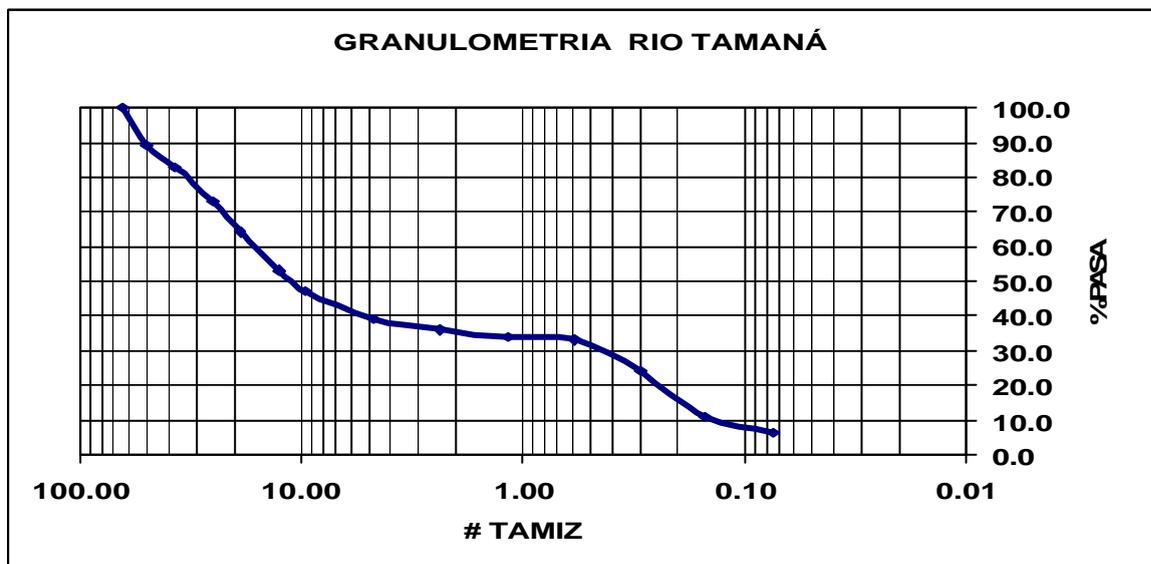
El equivalente de arena es un parámetro importante para la escogencia de un material para concreto porque con este se determina la cantidad de partículas finas nocivas; este parámetro para el río Atrato presentó un valor de 98%, en el caso del río Tamaná fue 62,8%, que a pesar de ser bajo esta dentro del rango permitido por las normas que exigen como mínimo 50% de estas partículas.

#### CURVAS GRANULOMÉTRICAS DE LOS AGREGADOS

**Río Tamaná.** Analizando la curva granulométrica obtenida para este río, que presenta una forma cóncava, indicando que tiene un bajo porcentaje de tamaños gruesos, considerando estos materiales con una diferencia considerable entre partículas, con un tamaño máximo de  $2 \frac{1}{2}$ " y un tamaño máximo nominal de 2". Esta fuente presentó un porcentaje de grava de 61%, arena de 39%, la fuente presentó un porcentaje de finos granulares de 6%; y con un

**Tabla 1**  
**Resultados de los ensayos de laboratorio a los materiales**

Ensayos		Sitios de extracción		
		Tamaná	El Tigre	Quebrada Agua Clara
Granulometría	Tipo de material	Grava (GP)	Grava (GW)	Grava (GP)
Pesos unitarios	Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1.89	1.67	1.56
	Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	2.08	1.81	1.76
Límites de Atterberg (I.P)	Nominal (g/cm <sup>3</sup> )	N.P	8.60	15.70
	Aparente seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.88	2.87	2.667
Densidades de la fracción de arena	Aparente saturada (g/cm <sup>3</sup> )	2.79	2.61	2.382
	Absorción (%)	2.82	2.70	2.493
		1.16	3.50	4.60
% índice	Alargamiento (%)	18.18	30.60	24.20
	Aplanamiento (%)	11.29	19.03	11.47
Equivalente de arena (%)		62.80	93.90	32.10
Materia orgánica (colores referenciales)		NP	NP	NP
Desgaste máquina los Ángeles (%)		9.59	12.42	28.14
Durabilidad (sulfato de magnesio) (%)		2.73	20.40	44.45



**Gráfica 1.** Curva granulométrica de los agregados del río Tamaná

módulo de finura (MF) de 5.29; la fuente presentó un coeficiente de uniformidad de 125 y un coeficiente de curvatura de 0.08, clasificándose como una grava pobremente gradada (GP) (Gráfica 1).

**Río el Tigre.** El material del río El Tigre, presentó

una curva granulométrica de forma uniforme, sin cambios bruscos en ella, lo que se considera agregados con partículas de tamaño uniforme, con un tamaño máximo de 2" y un tamaño máximo nominal 1 1/2", con un porcentaje de grava de 68%, arena de 32%, finos granulares de 2% y un módulo de finura (MF) de 5.87, con un coeficiente de unifor-



por último el río Tigre. Analizando los resultados obtenidos se ve cómo de las fuentes estudiadas, el Río Tamaná presenta los mejores resultados después del análisis; es así como esta fuente presenta pesos unitarios más grandes, del orden de 1.89 g/cm<sup>3</sup> y 2,08 g/cm<sup>3</sup> para pesos unitarios sueltos y compactados respectivamente, y el río El Tigre y la quebrada Agua Clara presentan pesos unitarios del orden de 1,81 g/cm<sup>3</sup> a 1,56 g/cm<sup>3</sup>.

Observando los demás resultados, la fuente del río Tamaná obtuvo mayores densidades, mejores resultados en durabilidad, no tiene materia orgánica y no presentó índice de plasticidad, siendo entonces esta fuente la de mejor comportamiento físico y mecánico.

### CONCLUSIONES

Al analizar los resultados obtenidos, se observa cómo de las tres fuentes estudiadas, sólo la fuente del río Tamaná se ajusta a los estándares exigidos por la norma para las diferentes actividades ingenieriles que se puedan presentar en la región. La curva granulométrica del río El Tigre y la quebrada Agua Clara, no se ajustan a las curvas granulométricas para las diferentes actividades de ingeniería con las que fueron comparadas estas fuentes; éstas no se deben utilizar en obras de ingeniería tales como concretos hidráulicos, afirmados, bases y

subbases, a menos que se les haga un tratamiento especial, porque sus características ingenieriles tales como desgaste, durabilidad, e índice de plasticidad, no se adecuan a las exigidas por las normas existentes, y su utilización podría representar una baja significativa en la calidad de las actividades que se ejecuten. Caso contrario la del río Tamaná, esta fuente presentó los mejores resultados en las pruebas realizadas, el material extraído de esta fuente se puede utilizar para realizar concretos hidráulicos, bases, subbases, afirmados, porque sus características están dentro de los rangos establecidos por la norma para la ejecución de obras civiles.

### LITERATURA CITADA

- Márquez Cárdenas, G.** 1985. *Propiedades ingenieriles de los suelos*. 5ª ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas.
- Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT)** del municipio de Nóvita. 2005. Alcaldía de Nóvita. Chocó.
- Instituto Agustín Codazzi.** 2005. *Ubicación geográfica del municipio de Nóvita*. Atlas de Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (INCONTEC).** 2006. *Normas colombianas para la presentación de trabajos de investigación*. 5ª actualización. Santa Fe de Bogotá D.C., 126 p NTC 148.
- Instituto Nacional de Vías.** *Normas de ensayo de materiales para carreteras*. 1998. Secretaría General Técnica. Oficina de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico. Santa Fe de Bogotá: Instituto Nacional de Vías, Art. E-201 al Art. E-235.