



## *Caracterización Granulométrica del Rio Upano*

## *Particle size characterization of the Upano River*

## *Caracterização do tamanho de partículas do rio Upano*

Juan Pablo Cedillo Espinoza <sup>I</sup>  
[Juan.cedillo@esPOCH.edu.ec](mailto:Juan.cedillo@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-4489-2560>

Mónica Patricia Feijoo Álvarez <sup>II</sup>  
[monica.feijoo@esPOCH.edu.ec](mailto:monica.feijoo@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-8010-4461>

Christian Adrián Ordoñez Guaycha <sup>III</sup>  
[cordonez@esPOCH.edu.ec](mailto:cordonez@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0111-8476>

**Correspondencia:** [Juan.cedillo@esPOCH.edu.ec](mailto:Juan.cedillo@esPOCH.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de mayo de 2022 \* **Aceptado:** 12 de junio de 2022 \* **Publicado:** 17 de julio de 2022

- I. Facultad de Recursos Naturales, Escuela Politécnica Superior del Chimborazo sede Morona Santiago, Ecuador.
- II. Facultad de Recursos Naturales, Escuela Politécnica Superior del Chimborazo sede Morona Santiago, Ecuador.
- III. Facultad de Recursos Naturales, Escuela Politécnica Superior del Chimborazo sede Morona Santiago, Ecuador.

## Resumen

La granulometría es una de las propiedades físicas que no permite determinar el tamaño de las partículas que se encuentran en las muestras a analizar, en el estudio realizado determinamos los porcentajes de tamaños presentes en la muestra tomada del Rio Upano, de la misma forma calculamos las constantes de distribución de Rosin Rammler y Schumann que son 1356.18 y 46128 respectivamente, lo que nos permite calcular el tamaño característico  $d_{80}$  que en el caso de estudio es igual a 29370 micrones.

**Palabras Clave:** Distribución Granulométrica; Rosin Rammler; Schuhmann.

## Abstract

The granulometry is one of the physical properties that does not allow determining the size of the particles found in the samples to be analyzed, in the study carried out we determined the percentages of sizes present in the sample taken from the Upano River, in the same way we calculated the distribution constants of Rosin Rammler and Schumann that are 1356.18 and 46128 respectively, which allows us to calculate the characteristic size  $d_{80}$  that in the case of study is equal to 29370 microns.

**Keywords:** Granulometric Distribution; Rosin Rammler; Schuhmann.

## Resumo

A granulometria é uma das propriedades físicas que não permite determinar o tamanho das partículas encontradas nas amostras a serem analisadas, no estudo realizado determinamos as porcentagens de tamanhos presentes na amostra retirada do rio Upano, no mesmo forma calculamos as constantes de distribuição de Rosin Rammler e Schumann que são 1356,18 e 46128 respectivamente, o que nos permite calcular o tamanho característico  $d_{80}$  que no caso de estudo é igual a 29370 microns.

**Palavras-chave:** Distribuição Granulométrica; Rosin Rammler; Schuhmann.

## Introducción

La creciente necesidad de material pétreo para subbase de vías en el cantón y en la provincia, demanda cada día la toma de soluciones técnicas y eficientes.

El río Upano ubicado en las parroquias Sevilla Don Bosco, Macas y General Proaño, cantón Morona, Provincia de Morona Santiago se caracteriza por tener una cantidad considerable de áridos para la construcción de obras civiles.

Entre las materias primas que se extraen del río Upano están la gravas, arenas, limos y arcillas.

El material del río, posee numerosos atributos y variables, entre ellas la granulometría que representa una de las propiedades físicas e influyentes, pues gravita de manera decisiva en la resistencia de las subbases de vías. Es por esto que lograr las especificaciones granulométricas de calidad, constituye una tarea de primer orden.

## Marco Teórico

### Granulometría

La granulometría da a conocer el tamaño de los granos de los sedimentos. Realizar un análisis granulométrico de materiales determina cuantitativamente la distribución de medidas de las partículas, del mismo modo mediante este análisis se puede determinar el origen, propiedades mecánicas y cálculo de la abundancia de cada grano acorde a su tamaño dentro de una escala granulométrica.

La distribución granulométrica de los materiales varía de acuerdo con las propiedades físicas, químicas y mecánicas. Para controlar la calidad de los sólidos granulados es de suma importancia conocer la distribución del mineral acorde al tamaño de sus partículas. Para poder determinar la composición granulométrica del material y su clasificación de tamaños se realizan ensayos granulométricos mediante una serie de distintos tamices, los tamices A.S.T.M consideran tamaños que van desde: 2", 2 ½", 1", ¾", ½", ⅜", 4", 8", 16", 32"; o los tamices INEN: 53 mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.3 mm, 1.18 mm, 0.60 mm, 0.30 mm, 0.075 mm (Quintuña, 2019, p. 10).

### Expresión Rosin Rammler

La expresión correspondiente a este modelo es:

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x}{k\sigma}\right)^m\right) \quad (1)$$

Donde:

x: Tamaño a calcular

Krr: Parámetro de tamaño

m: es el parámetro de distribución

## Expresión Schuhmann

La expresión correspondiente a este modelo es:

$$F(x) = \left[ \frac{x}{K_{sc}} \right]^n \quad (2)$$

Donde:

x: Tamaño a calcular

Krr: Parámetro de tamaño

n: es el parámetro de distribución

## Objetivos

### General

- Determinar la distribución granulométrica de la zona de estudio.

### Específicos

- Calcular la constante Rosin Rammler
- Calcular la constante Shuman
- Calcular el d80 por los dos métodos

## Calculos

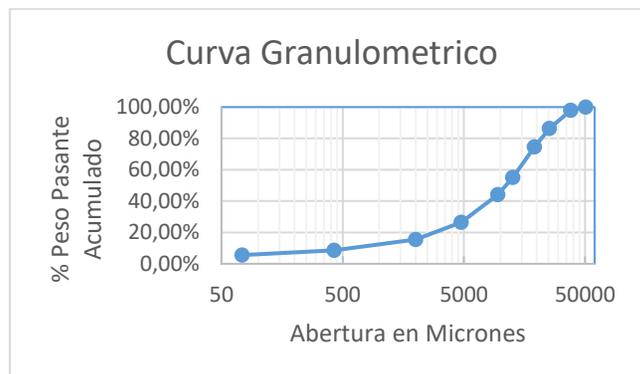
Mediante la serie Ashto que se muestra en la siguiente tabla se procede a graficar la curva granulométrica entre el % pasante acumulado y el tamaño de tamiz.

**Tabla 1.** Distribución granulométrica con mallas ASTM

Análisis Granulométrico Entrada					
Malla ASTM E 11-87	micrones	Peso retenido	Peso Retenido (%)	Peso Retenido Acum.(%)	Peso Pasante Acum.(%)
2"			0.00%	0.00%	100.00%
-2"/+1 1/2	50800	79.0	1.97%	0.00%	100.00%
-1 1/2 /+1	38100	466.0	11.63%	1.97%	98.03%
-1/+3/4	25400	475.0	11.86%	13.60%	86.40%
-3/4 /+1/2	19100	780.0	19.47%	25.46%	74.54%
-1/2 /+3/8	12700	434.0	10.83%	44.93%	55.07%
-3/8 /+ 4	9520	711.0	17.75%	55.77%	44.23%
-4/+10	4760	441.0	11.01%	73.51%	26.49%
-10/+40	2000	278.0	6.94%	84.52%	15.48%
-40/+200	425	118	2.95%	91.46%	8.54%
-200	74	224	5.59%	94.41%	5.59%
		4006.0	100.00%	100.00%	0.00%

Realizado por: Cedillo y Feijoo, 2022

Según los valores medidos y calculados se procede a realizar la curva granulométrica.



**Ilustración 1.** Curva Granulométrica

**Realizado por:** Cedillo y Feijoo, 2022

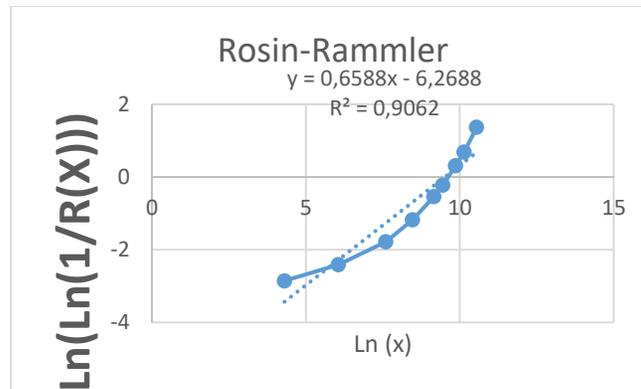
A raíz de los cálculos en la tabla 1 se procede a usar la ecuación para calcular la constante de Rosin Rammler lo que nos da lo siguiente:

**Tabla 2.** Valores Rosin Rammler

Rosin-Rammler	
x	y
10.5479696	1.36764674
10.1425045	0.69052511
9.85744361	0.31334296
9.44935727	-0.22313534
9.16115013	-0.53785509
8.46800295	-1.17868063
7.60090246	-1.7829348
6.05208917	-2.41645067
4.30406509	-2.85527028

**Realizado por:** Cedillo y Feijoo, 2022

Al graficar la tala 2 procedemos a realizar una curva para determinar los valores de pendiente e intercepto de la constante de Rosin Rammler



**Ilustración 2.** Distribución Rosin Rammler

**Realizado por:** Cedillo y Feijoo, 2022

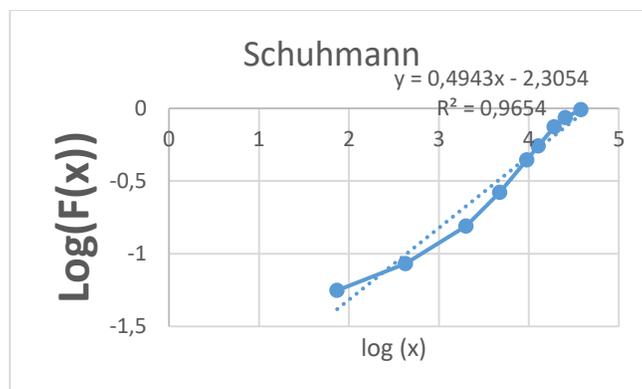
Tomamos nuevamente la tabla 1 para calcular los valores correspondientes a Schuhmann:

**Tabla 3.** Valores Schuhmann

Shumman	
x	y
4.58092498	-0.00865004
4.40483372	-0.06350935
4.28103337	-0.12762114
4.10380372	-0.25910544
3.97863695	-0.35424723
3.67760695	-0.57699556
3.30103	-0.81031926
2.62838893	-1.06868484
1.86923172	-1.25246293

**Realizado por:** Cedillo y Feijoo, 2022

Mediante los valores calculados se procede a graficar la curva de la distribución para calcular la pendiente e intercepto por el método Schuhmann



**Ilustración 3.** Distribución Schuhmann

**Realizado por:** Cedillo y Feijoo, 2022

## Resultados

Al realizar el cálculo por el método de Rosin Rammler tenemos como resultado lo siguiente:

**Tabla 4.** Resultado Rosin Rammler

Rosin-Rammler	
Pendiente	0.6588
Intercepto	6.2688
Krr	13568.181
<b>d80 (µm)</b>	<b>27940.5393</b>

**Realizado por:** Cedillo y Feijoo, 2022

Al realizar el cálculo por el método de Schuhmann tenemos como resultado lo siguiente:

**Tabla 5.** Resultado Schuhmann

Shumman	
Pendiente	0.4943
Intercepto	2.3054
Ksh	46128.4912
<b>d80 (µm)</b>	<b>29370.6931</b>

**Realizado por:** Cedillo y Feijoo, 2022

## Conclusiones

- Se realizó la curva granulométrica con la que podemos determinar que los tamaños superiores a 9520 micrones se les considera como gravas considerando así que el 30% del material presente en el Río Upano se considera de este tamaño.

- Al finalizar los cálculos mediante el análisis de la distribución podemos determinar que la constante de Rosin Rammler es igual a 1356.18 y la constante de Schuhmann es 46128.
- Al tener la constante por los dos métodos tenemos que el d80 por el método de Rosin Rammler es de 27940 micrones y por el método Schuhmann es de 29370 micrones
- Si hacemos un análisis en función de la recta podemos determinar que el método de Schuhmann se aproxima más un  $R^2 = 1$  que por el método de Rosin Rammler por lo que este método es el que mas se ajusta para calcular el d80

### Recomendaciones

- Realizar una distribución granulométrica de finos y grueso para determinar la constante en términos de estos.
- Realizar el ensayo granulométrico en húmedo y seco para determinar con mayor exactitud la cantidad de limos y arcillas presentes en las muestras

### Referencias

1. Macías-García, A., Cuerda-Correa, E. M., & Díaz-Díez, M. A. (2004). Application of the Rosin–Rammler and Gates–Gaudin–Schuhmann models to the particle size distribution analysis of agglomerated cork. *Materials Characterization*, 52(2), 159–164. <https://doi.org/10.1016/J.MATCHAR.2004.04.007>
2. Vesilind, P. A. (1980). The Rosin-Rammler particle size distribution. *Resource Recovery and Conservation*, 5(3), 275–277. [https://doi.org/10.1016/0304-3967\(80\)90007-4](https://doi.org/10.1016/0304-3967(80)90007-4)
3. QUINTUÑA GALLARDO, Pedro Nicolás. Estudio batimétrico y de capacidad de reposición natural de material pétreo para la aplicación de un manejo de explotación en un tramo de 6 km del río Upano (Trabajo de titulación) (Grado). [En línea]. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Macas-Ecuador. 2021. pp. 2-45. [Consulta: 2022-02-20]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10760>