

## Modificación del método K-medias para modelar la incertidumbre en la creación de grupos basados en datos del NDVI de los páramos del Ecuador


## Modification of the K-means method to model the uncertainty into functional clustering of NDVI data from Ecuadorian Andes

Jeysson Chuquín, Alexandra Maigua, Miguel Flores, Jorge Mateu, Sandra Torres y Xavier Zapata-Ríos


**Resumen** Se sabe que el Ecuador es un país megadiverso, por lo que usualmente se realizan estudios para poder identificar zonas con características similares, y por los

---


Jeysson Chuquín Chuquín, Ing.

Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias: Departamento de Matemática, Quito, Ecuador, e-mail: [jeysson.chuquin@epn.edu.ec](mailto:jeysson.chuquin@epn.edu.ec),  <https://orcid.org/0000-0002-7866-5112>


Alexandra Maigua Castillo, Ing.

Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias: Departamento de Matemática, Quito, Ecuador, e-mail: [sharon.maigua@epn.edu.ec](mailto:sharon.maigua@epn.edu.ec),  <https://orcid.org/0000-0001-7020-6803>


Miguel Flores Sánchez, PhD.

Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias: Departamento de Matemática, Quito, Ecuador, e-mail: [miguel.flores@epn.edu.ec](mailto:miguel.flores@epn.edu.ec),  <https://orcid.org/0000-0002-7742-1247>


Jorge Mateu Mahiques, PhD.

Universidad Jaume I de Castellón, Departamento de Matemáticas, Castellón, España, e-mail: [mateu@mat.uji.es](mailto:mateu@mat.uji.es),  <https://orcid.org/0000-0002-2868-7604>

Sandra Torres Paguay, MSc.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Dirección de Estudios e Investigación, Quito, Ecuador, e-mail: [jstorres@inamhi.gob.ec](mailto:jstorres@inamhi.gob.ec),  <https://orcid.org/0000-0003-3581-9086>

Xavier Zapata-Ríos, PhD.

Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Quito, Ecuador, e-mail: [xavier.zapata@epn.edu.ec](mailto:xavier.zapata@epn.edu.ec),  <https://orcid.org/0000-0002-8458-8598>

distintos factores medioambientales dicha tarea se vuelve complicada. Esta incertidumbre puede ser modelada por los métodos de agrupación. El presente trabajo se basó en los datos del NDVI de los páramos del Ecuador para realizar la agrupación mediante el método k-medias modificado para datos funcionales correlacionados espacialmente. Dado que los datos funcionales pertenecen al espacio de Hilbert de funciones cuadrado-integrables; se desarrolló el análisis considerando la distancia entre curvas a través de la norma definida en este espacio, después se obtuvo una representación reducida de los datos a través de una base finita de tipo Fourier. Luego, se calculó el variograma empírico y se ajustó a un modelo teórico para así ponderar la matriz de distancia entre las curvas por el trazo-variograma y variograma multivariado calculado con los coeficientes de las funciones base, esta matriz llevó a cabo la agrupación de datos funcionales correlacionados espacialmente. Para la validación del método, se realizaron varios escenarios de simulación y se complementó con un caso de aplicación a datos del NDVI, obteniendo 5 regiones distribuidas latitudinalmente; estas regiones se encuentran influenciadas por las cuencas hidrográficas del Ecuador.

**Palabras Claves** correlación espacial, datos funcionales, K-medias, NDVI.