

## **Resumen**

Obtener las alturas referidas al nivel medio del mar utilizando métodos convencionales como nivelación geométrica conlleva largas horas en campo y una gran cantidad de recursos como son la contratación de personal técnico y adquisición o alquiler de varios instrumentos de nivelación, por lo tanto, el objetivo de este proyecto es desarrollar un modelo de alturas geoidales aplicando técnicas geoestadísticas como Mínimos Cuadrados Colocación y Cokriging en la zona de influencia del Complejo Hidroeléctrico Paute-Integral que será de utilidad para la obtención de alturas niveladas que son necesarias para cualquier obra de ingeniería. Para la generación de los modelos se emplearon 51 datos de posicionamiento GNSS y altura nivelada, los mismos que fueron validados con 9 puntos de los cuales 4 formaron parte del conjunto de datos inicial y fueron excluidos tras el análisis exploratorio y 5 datos fueron obtenidos mediante trabajo en campo. Finalmente, el modelo obtenido mediante el método de Mínimos Cuadrados Colocación fue el que dio mejores resultados, con un RMSE de 15.34 cm y un RSR de 0.3731, mientras que con Cokriging ordinario, sin dejar de ser un modelo adecuado para la zona de estudio, se obtuvo un RMSE de 18.38 cm y un RSR de 0.4469.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **ONDULACIÓN GEOIDAL**
- **MÍNIMOS CUADRADOS COLOCACIÓN**
- **COKRIGING ORDINARIO**
- **NIVEL MEDIO DEL MAR**
- **ALTURA NIVELADA**

## **Abstract**

Obtaining the heights referred to the mean sea level using conventional methods such as geometric leveling entails long hours in the field and a large amount of resources such as the hiring of technical personnel and the acquisition or rental of various leveling instruments, therefore, the objective of this project is to develop a model of geoid heights applying geostatistical techniques such as Least Squares Collocation and Cokriging in the area of influence of the Paute-Integral Hydroelectric Complex that will be useful for obtaining level heights that are necessary for any engineering work. For the generation of the models, 51 GNSS positioning and leveled height data were used, the same ones that were validated with 9 points of which 4 were part of the initial data set and were excluded after the exploratory analysis and 5 data were obtained through fieldwork. Finally, the model obtained using the Least Squares Collocation method was the one that gave the best results, with an RMSE of 15.34 cm and an RSR of 0.3731, while with ordinary Cokriging, while still being an adequate model, an RMSE of 18.38 cm and an RSR of 0.4469 were obtained. of 0.3731, while with ordinary Cokriging, while still being a suitable model for the study area, an RMSE of 18.38 cm and an RSR of 0.4469 were obtained.

### **KEYWORDS:**

- **GEOID HEIGHT**
- **LEAST SQUARES COLLOCATION**
- **ORDINARY COKRIGING**
- **MEAN SEA LEVEL**
- **LEVEL HEIGHT**