



## Geomorfología fluvial del Altiplano peruano:

### Cuenca del río Coata - Puno

M.Sc Germán Rafael Espinoza Rivas

Autoridad Nacional del Agua

#### RESUMEN

Nuestro país es una región que regularmente enfrenta fenómenos naturales de magnitud destructiva y violenta, minusvalía de bienes, perjuicio de la economía y deterioro de la calidad de vida. Pero no sólo eso, estos fenómenos frecuentes suelen ser agentes detonantes de otras manifestaciones naturales como las pertenecientes a la familia de los movimientos de masas, avalanchas, derrumbes, aluviones, deslizamientos, inundaciones, etc. por citar algunos. El altiplano en su conjunto (Peruano-Boliviano) está sujeto a los fenómenos descritos, por ello el Ingeniero Geólogo a través de la geomorfología, aplica estos conocimientos básicos y los plasma en mapas geomorfológicos regionales y locales e interpretar no sólo las características geomorfológicas y morfogenéticas de la cuenca endorreica altiplánica, sino también y fundamentalmente para profundizar en los agentes orogénicos, mecanismos genéticos y los procesos morfodinámicos que siguen rigiendo la evolución y el modelado del altiplano Peruano-Boliviano. Durante el desarrollo del presente estudio se evaluaron los factores geológicos exógenos que intervienen en el modelado del río Coata; desde su nacimiento en la cabecera de cuenca de la localidad de Vila Vila, en Lampa, la confluencia con el río Maravillas que da origen al río Coata hasta la desembocadura en el Lago Titicaca. El estudio está fundamentado en la metodología no experimental, explicativa y descriptiva correlacional. En la primera parte, se obtiene datos de los factores geológico-ambientales existentes de la microcuenca

del río Coata, los fenómenos más recurrentes ocurridos en esta zona, determinándose que las inundaciones es el más frecuente. En la segunda parte, el análisis de datos meteorológicos, características climáticas, condiciones geológicas, aspectos topográficos, geomorfología estructural y geomorfología climática será la llave para una adecuada interpretación y comprensión de las características, dinámica y reacción de los paisajes y sus formas. Los resultados observan que una de las primeras acciones a desarrollar es que se debe incluir a la geomorfología en el estudio de las cuencas hidrográficas del Perú, para el caso particular de la cuenca del río Coata, este estudio debe ir mucho más allá del academicismo puro y proyectarnos decididamente como una ciencia aplicada para aportar en la línea del ordenamiento territorial y de la prevención de desastres. La geomorfología y dinámica fluvial del altiplano generan cauces sinuosos de corrientes fluviales meandriformes de carácter fuertemente erosivo y sedimentario, los que se traducen y relacionan sin duda alguna en las inundaciones frecuentes del Altiplano Peruano.

**Palabras clave:** Altiplano, cuenca, dinámica fluvial, factores geológicos, geomorfología fluvial, prevención de desastres, procesos morfodinámicos.

#### ABSTRACT

Our country is a region that regularly faces destructive and violent natural phenomena, loss of assets, damage to the economy and deterioration of the quality of life. But not only that, these fre-

quent phenomena are usually triggers for other natural manifestations such as those belonging to the family of mass movements, avalanches, landslides, alluvium, landslides, floods, etc. to name a few. The altiplano as a whole (Peruvian-Bolivian) is subject to the phenomena described, therefore the Geological Engineer, through geomorphology, applies these basic knowledge and plasma them in regional and local geomorphological maps and interpret not only the geomorphological and morphogenetic characteristics. of the endorheic highland basin, but also and fundamentally to delve into the orogenic agents, genetic mechanisms and morphodynamic processes that continue to govern the evolution and modeling of the Peruvian-Bolivian highlands. During the development of this study, the exogenous geological factors that intervene in the modeling of the Coata River were evaluated; from its source at the head of the basin of the town of Vila Vila, in Lampa, the confluence with the Maravillas river that gives rise to the Coata river to the mouth of Lake Titicaca. The study is based on non-experimental, explanatory and descriptive correlational methodology. In the first part, data is obtained from the existing geological-environmental factors of the Coata river micro-basin, the most recurrent phenomena that have occurred in this area, determining that floods are the most frequent. In the second part, the analysis of meteorological data, climatic characteristics, geological conditions, topographic aspects, structural geomorphology and climatic geomorphology will be the key for an adequate interpretation and understanding of the characteristics, dynamics and reaction of landscapes and their forms. The results show that one of the first actions to be developed is that geomorphology should be included in the study of the hydrographic basins of Peru, for the particular case of the Coata river basin, this study should go far beyond pure academicism and to project ourselves decisively as an applied science to contribute in the line of land use planning and disaster prevention. The geomorphology and fluvial dynamics of the altiplano generate sinuous channels of meandering fluvial currents of a strongly erosive and sedimentary nature, which are undoubtedly translated and related to the frequent floods of the Peruvian Altiplano.

**Keywords:** Altiplano, basin, disaster prevention, fluvial dynamics, fluvial geomorphology, geological factors, morphodynamic processes.

## DESARROLLO

### Antecedentes

Nuestro país por sus características geográficas y climáticas, geológicas, geomorfológicas y uso del territorio está ligado a la ocurrencia de procesos de movimientos en masa (deslizamientos, flujo, etc.), geohidrológicos (inundaciones y erosiones fluviales), sísmico y climáticos de gran impacto, algunos de los cuales se repiten con regular frecuencia, aunque algunos son de carácter excepcional, local, otros abarcan grandes extensiones superficiales.



La región Puno tiene características de orografía, clima, contexto geológico, geomorfológico y sismicidad. La frecuencia de peligros naturales, a diferencia de otras áreas del país, está marcada principalmente por la ocurrencia de inundaciones y erosión fluvial, sequías y heladas, movimientos en masa y sísmicos, en ese orden. Estos peligros están ligados a diversos factores condicionantes (morfología y pendiente de terreno) y detonantes (anomalías climáticas importantes: lluvias intensas cada cierto periodo, fenómeno El Niño, etc.).

Se puede precisar que en el área de estudio los ríos atraviesan grupos significativos de poblaciones que están ubicadas en zonas de alto riesgos frente a fenómenos naturales; los cuales presentan un desordenado crecimiento poblacional, debido a invasiones de pobladores que se establecen en asentamientos sin planificación ni ordenamiento territorial de ningún tipo, también que las torrenteras o cárcavas atraviesan las urbes asentadas actualmente e infraestructura existente como unidades productoras de bienes y servicios (UP), las cuales se encuentran en peligro ante avenidas ordinarias y/o extraordinarias de la cuenca del río Coata, entre las unidades productoras se mencionan las siguientes: Infraestructura urbana y rural, infraestructura vial (red vial vecinal, puente), servicios públicos (infraestructura de saneamiento e infraestructura eléctrica), áreas agrícolas y sector pecuario.

### Ubicación

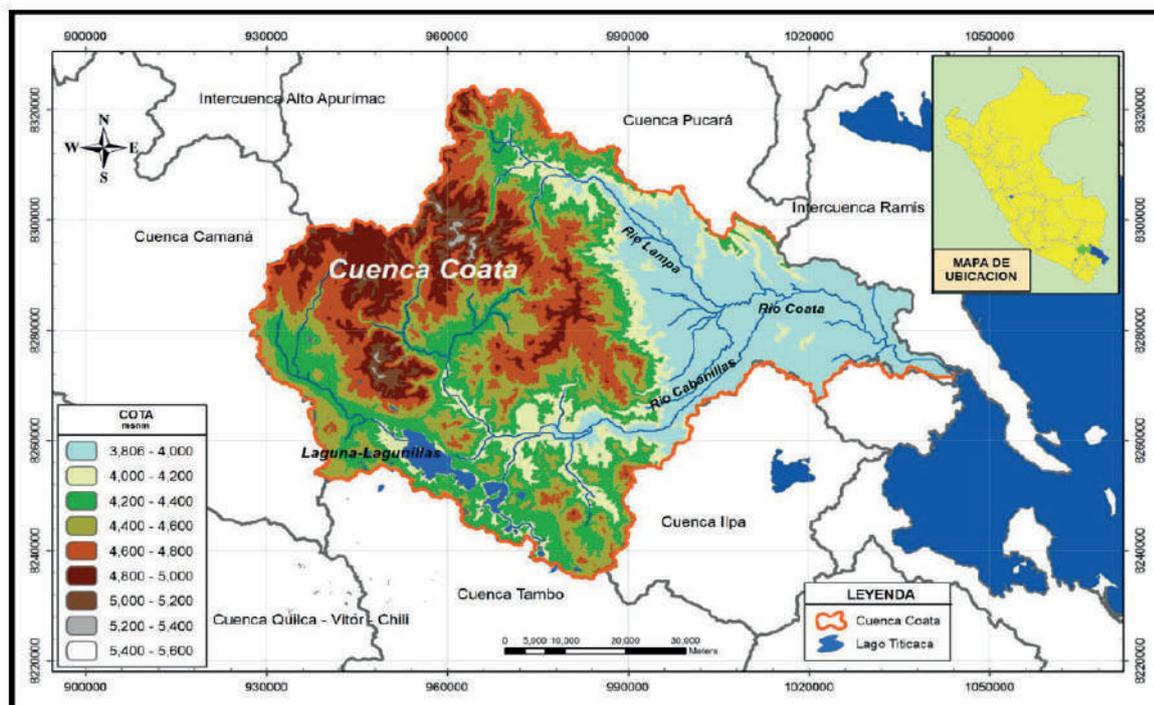
Ubicación política. El área de estudio está locali-

zada en el sur del Perú, políticamente pertenece a la Región Puno, provincias de Lampa, San Román y Puno; distritos de Vila Vila, Palca, Lampa, Cabanilla, Caracoto y Coata, en el cual se emplaza y desarrolla a lo largo de las referidas localidades la cuenca del Río Coata, desde su nacimiento de cuenca en la parte alta, hasta la desembocadura en el Lago Titicaca.

Ubicación geográfica. La cuenca del Río Coata se encuentra comprendido entre los paralelos 15° 6' y 15° 55' de Latitud Sur, y los meridianos 69° 54' y 71° 12' de Longitud Oeste.

Ubicación hidrográfica. Hidrográficamente, la cuenca del río Coata limita con las siguientes cuencas:

- . Al norte: Cuenca Pucará .
- . Al sur: Cuenca Tambo y Cuenca Illpa .
- . Al este: Inter cuenca Ramis .
- . Al oeste: Cuenca Camaná .



### Estudio Geomorfológico

El área de estudio como unidad morfoestructural se ubica en la denominada unidad Altiplano, con las unidades siguientes:

Planicies Sedimentarias. Estas geoformas son el rasgo principal del Altiplano, se encuentran al noroeste y sureste de la ciudad de Puno, abarcan

alturas desde los 3850 a 3900 msnm y están compuestas por los sedimentos de la Formación Azángaro, los cuales están erosionados por ríos meandriformes que forman parte de la cuenca del lago Titicaca.

Lomas de Rocas Carbonatadas. Se encuentran en el medio de las planicies sedimentarias; gene-

ralmente, llegan hasta los 3900 msnm y pueden sobrepasar los 4200 msnm en el norte de Coata. Están constituidas por una masa caótica de calizas y limos de la Formación Ayabacas.

Cerros aislados de rocas detríticas y volcánicas. Se ubican al noroeste de Atuncolla y al suroeste de Juliaca, en medio de las planicies sedimentarias formando protuberancias que llegan hasta los 4050 msnm. Están compuestos por las areniscas del Grupo Puno y secuencias volcánicas del Grupo Mitu.

### Estudio Geológico

Las formaciones geológicas emplazadas en la zona de estudio abarcan desde la era Paleozoica hasta los Depósitos Cuaternarios, siendo estos últimos los más notorios y afectados por su conformación litológica de cuerpos sedimentarios inconsolidados en terrazas presentes en ambas márgenes del río Coata de los siguientes cuerpos:

**Fluvio-glaciales:** Su característica litológica está compuesta por depósitos clásticos de transición, escasa selección, insipiente estratificación y gran extensión; constituidos por arenas gruesas, gravillas, gravas y en menor proporción bloques.

**Aluviales:** Estos depósitos se encuentran relacionados a fondos de valle, depresiones, llanuras y laderas de montaña, aquí se observan litologías como: arcillas y limos, arenas y gravas no consolidadas depositadas por la corriente de los ríos flujos de agua y corriente laminares todas ellas incluyen sedimentos fluviales y coluviales.

**Biogénicos:** Compuestos por arcillas, limos, arenas y materia orgánica.

**Lacustres:** Compuestos por arcillas limosas y arenas.

**Coluviales:** Estos depósitos están relacionados a unidades geomorfológicas de laderas de montaña y laderas de colina, tienen con tenido litológico de clastos dispersos en conjuntos polimícticos con matriz de arena guijarrosa o grava arenosa, en algunos casos contienen algunos limos y arenas con una incipiente gradación. Ocurren también en el sector norte de la región en el cual la actividad humana, desestabiliza algunos sectores con pendiente alta y se genera nuevos depósitos de este tipo.

Entre las rocas intrusivas podemos vincular al Versalles, cuerpo granodiorítico emplazado en la zona de estudio y el Collque Orco de composición

monzocuarcita, ambos entre los más representativos del lugar.

### Estudio de identificación del peligro por inundaciones

Para la identificación del peligro por inundación fluvial en la cuenca del río Coata, se consideró la vulnerabilidad como resultado del análisis de los *Factores Condicionantes* a las variables: 1. Geomorfología, 2. Pendiente, 3. Geología, 4. Cobertura Vegetal y 5. Erosión. Como *Factor Desencadenante* a la precipitación durante el periodo de 24 horas y como *Parámetro de Evaluación* se consideró los escenarios frecuentes de inundación ocurridos en diferentes periodos de retorno.

Para el cálculo de peligro por inundación en la cuenca del río Coata, se consideró las diferentes llanuras de inundación bajo un escenario de ocurrencia de eventos extraordinarios, donde los elementos expuestos principalmente afectados son la Infraestructura urbana y rural, infraestructura vial (red vial vecinal, puente), servicios públicos (infraestructura de saneamiento e infraestructura eléctrica), áreas agrícolas y sector pecuario, parcelaciones rurales, agrícolas y líneas vitales.

### CONCLUSIONES

1. Incluir los estudios geológicos-geomorfológicos en los estudios de las cuencas hidrográficas del Perú.
2. La dinámica fluvial del Altiplano Peruano por su origen, constitución litológica, estructura geológica e incidencia de parámetros geomorfológicos generan cauces sinuosos agresivamente erosivos y sedimentarios.
3. Concentrar esfuerzos en estudios preventivos con base científica, en los que a la geomorfología aplicada le cabe un rol prioritario del ordenamiento territorial y prevención de desastres naturales.

### CONTRIBUCIONES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS

1. Identificación, justificación y propuesta para que la geomorfología aplicada se inserte prioritariamente en el ordenamiento territorial y prevención de desastres naturales.
2. Fomentar las bases de un conocimiento científico ante la problemática de los fenómenos naturales.

3. Investigación formativa en los estudiantes y profesionales vinculados a la Ingeniería Geológica y geomorfología fluvial de las diversas regiones del Perú.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Palacios et. al, (1993). Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al Oeste del Lago Titicaca.