

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



**“MODELO HIDROGEOLOGICO CONCEPTUAL Y NUMERICO
DE LA MICROCUENCA DE HUANCARQUI,
DISTRITO DE YAURISQUE, PROVINCIA DE PARURO,
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”**

Tesis presentada por:

Bach. BILLY MAX ARTHUR AGUIRRE POZO

Para Optar El Titulo Profesional de:

INGENIERO GEOLOGO

Asesor:

Mgt. EDISON SANTIAGO MATTOS OJEDA

**CUSCO - PERU
2018**

RESUMEN

El trabajo de tesis, fue desarrollado en diferentes etapas y usando metodologías, herramientas para la obtención, proceso y representación de los datos recopilados. Como marco inicial, se consideró un área de estudio, en el cual se pueda construir un modelo conceptual y numérico, básicamente, se tomó como base, una cuenca hidrográfica, denominada “Microcuenca de Huancarqui”, ubicándose en el distrito de Yaurisque, provincia de Paruro, departamento del Cusco. La microcuenca de Huancarqui pertenece a la cuenca del río Yaurisque, forma parte del sistema hidrográfico del río Apurímac, a continuación se procedió a realizar la recopilación de datos del área de estudio, siendo estos de tipo geológicos, hidrológicos e hidrogeológicos.

Teniendo la data inicial recopilada, se procedió a caracterizar el área de estudio en el ámbito geológico, pudiendo identificar las unidades geológicas, Kayra, Soncco I, Soncco II, Paruro I, Paruro II y los depósitos coluviales correspondientes al deslizamiento de Ranraq’asa, existiendo también estructuras regionales como el denominado “Codo del Cusco” y fallas cercanas y dentro del área de estudio, como la falla Paruro y falla Yaurisque-Papres, localmente se llegó a observar la influencia de este sistema de fallas en la geodinámica externa, evidenciándose en el deslizamiento de Ranraq’asa, resultado de esta etapa, se construyó el modelo geológico de la zona de trabajo, formando como base para las siguientes etapas.

En cuanto a la información hidrológica, se procedió a realizar la completación y extensión de los datos de precipitación y temperatura, la regionalización de estos mismos, para poder construir las isoyetas e isotermas, con estos a su vez obtener la evapotranspiración, datos necesarios para poder calcular los caudales en nuestra microcuenca, llegando a usar el modelo hidrológico de Lutz Scholz, dado que en la etapa de aforo de corrientes, solo se tenía lecturas de 2 meses, resultando así un modelo hidrológico de la microcuenca, calibrado con los aforos, datos estos necesarios para la siguiente etapa.

El capítulo de hidrogeología, se caracterizó por el aforo de fuentes subterráneas, la identificación de las unidades hidrogeológicas de la zona, llegando a observar los acuíferos Kayra, Soncco II y Paruro II, y acuitardos Soncco I y Paruro I, siendo considerados los acuíferos como pobres por los resultados de permeabilidad y porosidad, durante la campaña de extracción de muestras de roca. La identificación de la relación de las quebradas con el nivel freático, sentó las bases para la determinación de las condiciones de borde, siendo estas consideradas como quebradas ganantes, aparte también se tiene el cálculo correspondiente de la recarga de acuíferos para la zona de estudio, resultando la utilización del método de Thomas

o ABCD, y de fórmulas empíricas, finalizando esta etapa, por la hidroquímica de la zona de trabajo, observándose 2 tipos de facies, sulfatada cálcica y sulfatada sódica.

Con los datos recopilados, procesados y obtenidos en las anteriores etapas, se procedió a elaborar el modelo hidrogeológico conceptual, partiendo de la base geológica, se identificó las unidades hidrogeológicas con sus respectivas características como permeabilidad y porosidad, llegando a determinar las zonas de recarga dentro del modelo, ubicadas en la parte alta de la microcuenca, y las zonas de descarga en la salida de la quebrada Huancarqui, la evapotranspiración también tiene un rol preponderante en la ecuación de balance, resultado del cual se obtuvo un modelo representativo, identificando además, 2 sistemas de configuración en la microcuenca, siendo la primera ubicada en la parte norte teniendo como recorrido a las unidades hidrogeológicas Kayra (acuífero), Soncco I (acuitardo) y Soncco II (acuífero), y la segunda en la zona sur, caracterizadas por las unidades Paruro I (acuitardo) y Paruro II (acuífero).

Conceptualizado el modelo hidrogeológico, se procedió a construir el modelo numérico, usando el software FeFlow, partiendo del modelo geológico que además fue elaborado usando el software Move, teniendo como elementos de discretización el área de la microcuenca, los manantes y las quebradas, generando así, una malla de elementos finitos, seguidamente se ingresó las condiciones de borde al modelo, teniendo como primer orden o Dirichlet a los manantes y quebradas, indicando además como restricción de salida al final de la quebrada principal; en segundo orden o Neumann se tomó a la recarga de acuíferos como condición de borde. La asignación de propiedades de materiales a las unidades hidrogeológicas se hizo como el resumen de las características de las mismas, como; permeabilidad en el eje X, Y e Z; siendo esta última considerada como la décima parte de las conductividades en X o Y, del mismo modo de ingreso los valores de porosidad, dentro de la simulación del modelo, inicialmente se consideró calibrar el modelo teniendo en cuenta los manantes, por ser valores de carga hidráulica conocida, para este proceso se tomó como herramienta al software acoplado de Feflow denominado FePest, utilizando la metodología de puntos piloto, se llegó a calibrar el modelo modificando las permeabilidades que se ajusten a los valores observados.

La siguiente etapa, consistió en la simulación del modelo numérico, a partir de escenarios, siendo el primero el estado estacionario, considerado este como estado en el cual los valores no cambian a través del tiempo o son constantes, el segundo estado se tomó como transitorio, este a diferencia del primero evidencia su cambio a través del correr del tiempo; para tal proceso

de simulación se tomó como periodo, 5 años, iniciando este desde el 2013 hasta el 2017, resultando así, la estabilización del modelo, con el correr del tiempo simulado, en conclusión pudiendo construir el modelo numérico, puede ser utilizado como herramienta para diferentes problemas hidrogeológicos, como es el caso de transporte de contaminantes, que se incorporó en la parte aplicativa del trabajo de tesis.

Palabras Clave

Modelo Hidrogeológico Conceptual, Modelo Numérico, Modelamiento Hidrogeológico, FeFlow, Elementos Finitos, Condiciones de Borde.