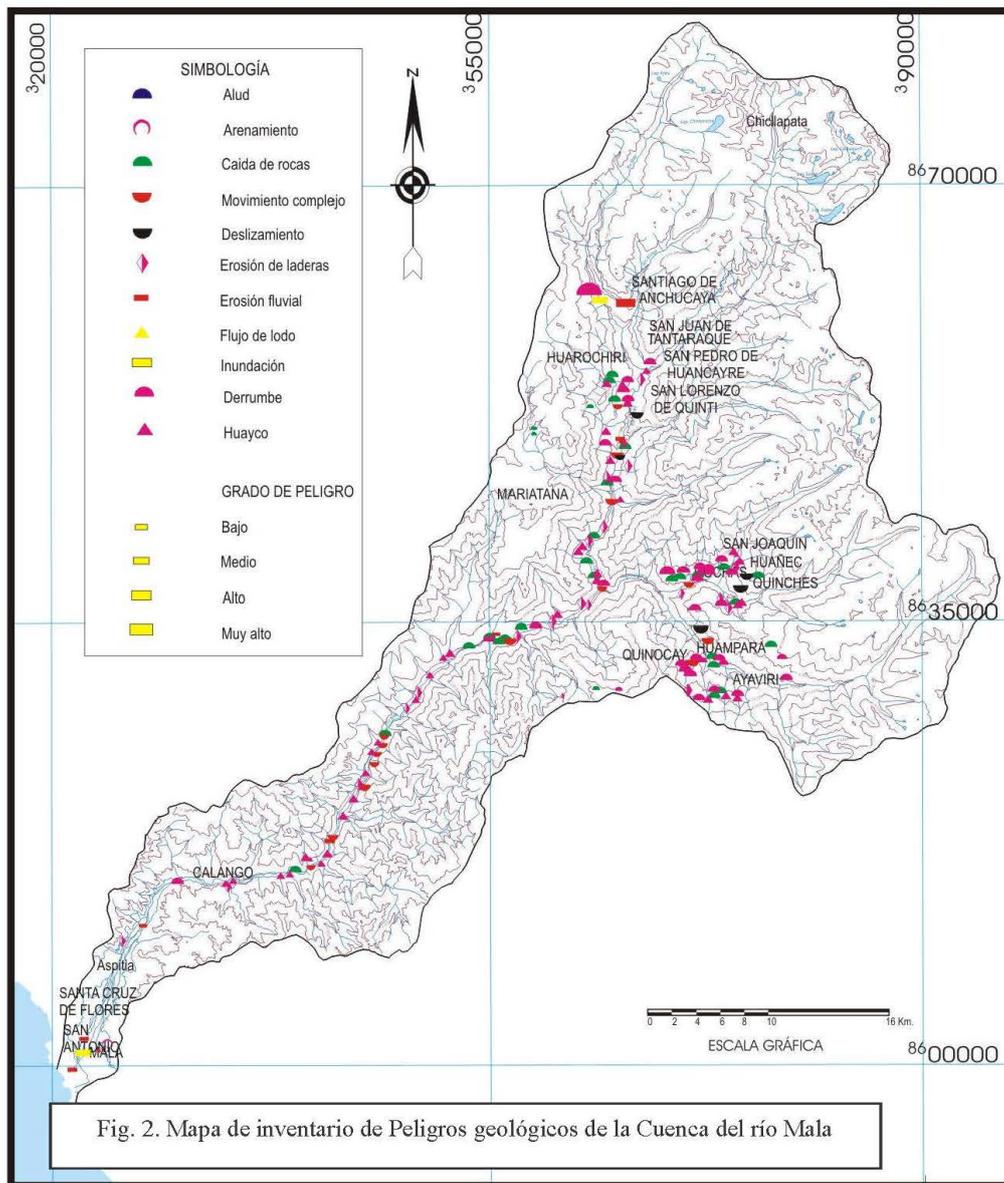


de la Costa. Las segundas también ocurren en el Grupo Rímac, a lo largo del río Mala, asociadas a cortes de carretera o filtraciones de canales de regadío mal impermeabilizados.

DESLIZAMIENTOS

Se localizan en la cuenca alta, en 3 zonas: Entre las localidades de Chani, Raquipa y Cruzpampa, (Distrito de Sangallaya) en la margen izquierda del río Huañec (Distrito de Huañec) y al Norte del distrito de Huampará; sobre depósitos fluvio-glaciares y volcano-sedimentarios del Grupo Rímac. Actualmente son inactivos y estabilizados por la vegetación.



FLUJOS

Ocurren dos tipos: Huaycos (*debris flow*), y Flujos de lodo (*Mud flows*). Se han registrado 37 ocurrencias de Huaycos y dos flujos de lodos de carácter excepcional.

MOVIMIENTOS COMPLEJOS

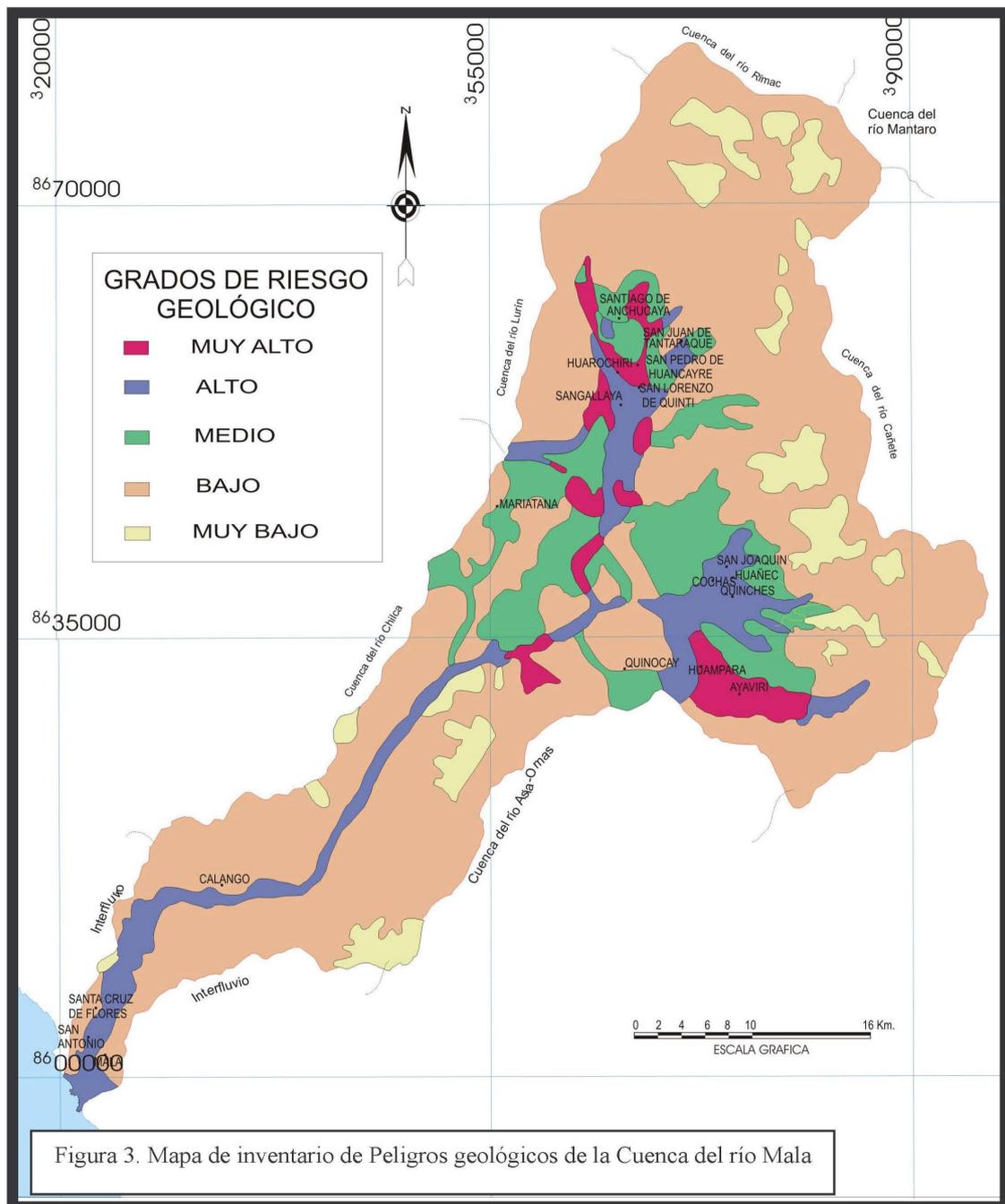
Son el resultado de la combinación de dos o más tipos de peligro. Se han reconocido: Erosión de laderas-Derrumbe-Flujo, en Quiripa, distrito de Sangallaya. Caída de rocas-Flujo, en Retama, Fundo Buena Vista, Cayahuasi y Cochahuasi. Derrumbe-Flujo, en afloramientos del Grupo Rímac de la Cuenca alta.

OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS

Además de lo descrito anteriormente en la zona se presenta;
Arenamientos, localizados cerca de la desembocadura del río Mala.
Erosión de Laderas, en afloramientos del Grupo Rímac y las formaciones Millotingo, Huarochirí, Pacobamba, en ambas márgenes de los ríos San Lorenzo y Huampará.
Erosión Fluvial, a lo largo del río Mala.

GEODINÁMICA INTERNA

La Zonificación sísmica diferencia dos sectores: *La zona 2* con una intensidad máxima de IX y aceleración máxima de $298 \times 10^{-3} g$, y *la zona 3* con una intensidad máxima de VIII, y aceleración máxima de $149 \times 10^{-3} g$; para un periodo de retorno de 100 años.



EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOLÓGICO

1. CALCULO DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD

Inicialmente se realizó el análisis estadístico de las fichas de inventario de peligros geológicos y posteriormente se asignó un valor a cada unidad de los mapas litológico, de pendientes, de precipitación, de sismicidad, los que se superponen para obtener la suma de valores de susceptibilidad y que lo usaremos como equivalente de Peligrosidad.

Para la Vulnerabilidad se asignó un valor a cada zona diferenciada en los mapas de población, de infraestructura y de áreas de cultivo.

2. CÁLCULO DEL RIESGO GEOLÓGICO

Se ha calculado el producto de la peligrosidad (P) y de la vulnerabilidad (V): $R = P \times V$, obteniendo el rango de valores para el Riesgo Geológico.

3. ZONIFICACIÓN DEL RIESGO GEOLÓGICO

En base a los datos anteriores se ha determinado la siguiente zonificación (Fig. 3):

1. Zonas de Riesgo Muy Bajo: se hallan en laderas de poca pendiente estables en la cuenca alta y en el curso medio del río Mala. Son áreas de buenas condiciones para establecer obras de infraestructura y el número de ocurrencias de fenómenos geodinámicos es escaso y de carácter excepcional.
2. Zonas de Riesgo Bajo: se distribuyen ampliamente en toda la cuenca. Ocurren principalmente peligros relacionados a la dinámica fluvial del río Mala (erosión fluvial, desbordes) y su ocurrencia es de carácter excepcional a ocasional.
3. Zonas de Riesgo Medio: se localizan en la cuenca media y alta. De utilizarse dichas áreas, es indispensable determinar valores de capacidad portante de los suelos y análisis hidrológico para evitar inundaciones y erosión fluvial. La intensidad de los peligros es moderada.
4. Zonas de Riesgo Alto: se encuentran distribuidas a lo largo de los ríos Mala, San Lorenzo y Huañec, incluyendo a las localidades de Huarochirí, Mariatana y Vizcas. La intensidad de los peligros es alta, debido a las condiciones geológicas existentes y generarían daño a las obras civiles y centros poblacionales, pero deben ser solucionados o tratados mediante obras de estabilización y prevención.
5. Zonas de Riesgo Muy Alto: se localizan en la cuenca alta del río Mala, en las localidades de San Pedro de Huancayre-Sangallaya, San Joaquín-Cochas y Huampará-Ayavirí. En estas áreas confluyen la mayoría de fenómenos de geodinámica externa descritos, considerándose indispensable hacer estudios al detalle, obras de estabilización y prevención, antes de construir cualquier obra de infraestructura.

CONCLUSIONES

1. Los fenómenos geodinámicos mas frecuentes son los huaycos, las caídas de rocas y los derrumbes.
2. El mayor número de ocurrencias de peligros geológicos, se presenta en rocas volcánicas-sedimentarias del grupo Rímac, por la presencia de lutitas, además de encontrarse afectada por fracturas y pliegues.
3. La mayor cantidad de peligros geológicos se dan en las zonas donde las pendientes son muy fuertes ($>30^\circ$).
4. Las localidades afectadas por riesgo muy alto en la cuenca alta del río Mala son: San Pedro de Huancayre, Sangallaya, San Joaquín, Cochas y Huampará.

BIBLIOGRAFÍA

- INGEMMET- DIRECCIÓN DE GEOTECNIA, 2000. "Estudio de Riesgo Geológico del Perú. Franja N°1". Boletín N° 23. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 252 p.
- VILLACORTA, S, 2003. Estudio de Riesgo Geológico de la cuenca del río Mala. Tesis. Univ. Nacional de Ingeniería.
- VARNES D.J, 1978. En: "Landslides Analysis and Control". National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, DC, Special Report 176- págs. 11-33.