

**EVALUACIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DE LA SEGURIDAD FÍSICA EN  
EL SECTOR EL TAUCA – AAHH. ATALAYA  
Distrito de Huacho, región de Lima**



Por:  
Sandra Villacorta

Enero, 2008

## INDICE

1.	RESUMEN .....	3
2.	ANTECEDENTES .....	3
3.	OBJETIVOS .....	4
4.	METODOLOGÍA .....	4
5.	GENERALIDADES .....	4
6.	ASPECTOS GEOLÓGICOS .....	6
7.	PELIGROS NATURALES .....	7
	<i>Movimientos en masa .....</i>	<i>7</i>
	<i>Otros Peligros geológicos.....</i>	<i>15</i>
8.	MEDIDAS CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS .....	16
	<i>Medidas para el deslizamiento de Atalaya.....</i>	<i>16</i>
	<i>Medidas para zonas con caídas .....</i>	<i>17</i>
	<i>Medidas para erosión marina.....</i>	<i>17</i>
	<i>Medidas para zonas con arenamientos.....</i>	<i>17</i>
	<i>Medidas para Tsunamis (HIDRONAV, 2004).....</i>	<i>19</i>
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19
10.	AGRADECIMIENTOS .....	19
11.	REFERENCIAS.....	20

## **1. RESUMEN**

Con el objeto de evaluar la seguridad física del AAHH. Atalaya, ubicado a 2 Km al SO del distrito de Huacho (provincia de Huaura, departamento de Lima), se efectuó una inspección de campo donde se tomaron datos geológico-geotécnicos y se inventariaron y caracterizaron los procesos geológicos que originarían desastres en la zona; a fin de establecer medidas para la prevención de desastres en ese sector.

El área evaluada se en un afloramiento rocoso volcánico-sedimentario que contrasta con las zonas de playas aledañas.

La evaluación geologica-geotécnica permitió determinar que el AAHH de Atalaya se encuentra afectado por un deslizamiento asociado al arreglo estructural del área de estudio. La acción antrópica (actividad humana) sobre el afloramiento rocoso sobre el que se encuentra el AAHH Atalaya, han favorecido la activación de dicho proceso.

Para prevenir daños, causados por la caída del cuerpo del deslizamiento, es necesario reubicar las viviendas del AAHH. Atalaya.

## **2. ANTECEDENTES**

El presente informe es un producto del “Estudio Geoambiental de la Cuenca Huaura”, estudio desarrollado por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGARG) del Instituto Geológico Minero y metalúrgico (INGEMMET). Dicho estudio tiene el objetivo de establecer una línea de base ambiental y determinar las zonas más propensas a la ocurrencia de peligros geológicos, para contribuir al manejo y desarrollo sostenible de la cuenca Huaura. En el cumplimiento de dichos objetivos, en noviembre del 2007 se realizó la inspección a la zona de Atalaya con personal de INDECI - Huacho.

El presente informe está dirigido al Comité de Defensa Civil de Huaura, con copia al Instituto Nacional de Defensa Civil y al Gobierno Regional de Lima que mediante oficio N° 201-2007-GRL/GRRNGMA/ORDC de fecha 28 de diciembre del 2007, solicitó la evaluación del sector de Atalaya debido a que a través del estudio “Mapa de Peligros de la Ciudad de Huacho” ejecutado por INDECI, durante el desarrollo del programa “Ciudades Sostenibles”, se señala al sector de Atalaya como una zona de peligro muy alto.

### **3. OBJETIVOS**

Los objetivos del presente trabajo son:

- Evaluar el peligro geológico, asociado a la falla de Atalaya, para contribuir en la determinación de posibles daños a la población y sus construcciones.
- Establecer medidas para la prevención de desastres en ese sector.

### **4. METODOLOGÍA**

En el desarrollo de este trabajo, se ha utilizado la metodología empleada por la DGARG del INGEMMET en el inventario de peligros geológicos a nivel nacional. Dicha metodología consiste en tres fases: una previa en donde se recopila información sobre el área de estudio y se detecta en fotos aéreas e imágenes de satélite las zonas más propensas a generar desastres en dicho sector. Luego viene una segunda fase o etapa de campo, donde se inspeccionan los sectores señalados, tomándose datos geológico-geotécnicos e inventariándose y caracterizándose los procesos geológicos que originarían desastres. Posteriormente en la fase final se procesó la información obtenida en campo y se elaboró el informe y los mapas temáticos. La clasificación utilizada para el caso de los movimientos en masa (ver Peligros Geológicos) es la de Varnes (1978).

### **5. GENERALIDADES**

El AAHH de Atalaya está ubicado a unos 2 Km. al SO de Huacho, políticamente pertenece el sector Jorge Chávez, distrito de Huacho, provincia de Huaura, departamento de Lima (figura N° 01). Geográficamente se encuentra entre las siguientes coordenadas (WGS-84): 214000E, 8770000N; y 216000E, 8768000N; a una altitud de 50 msnm.

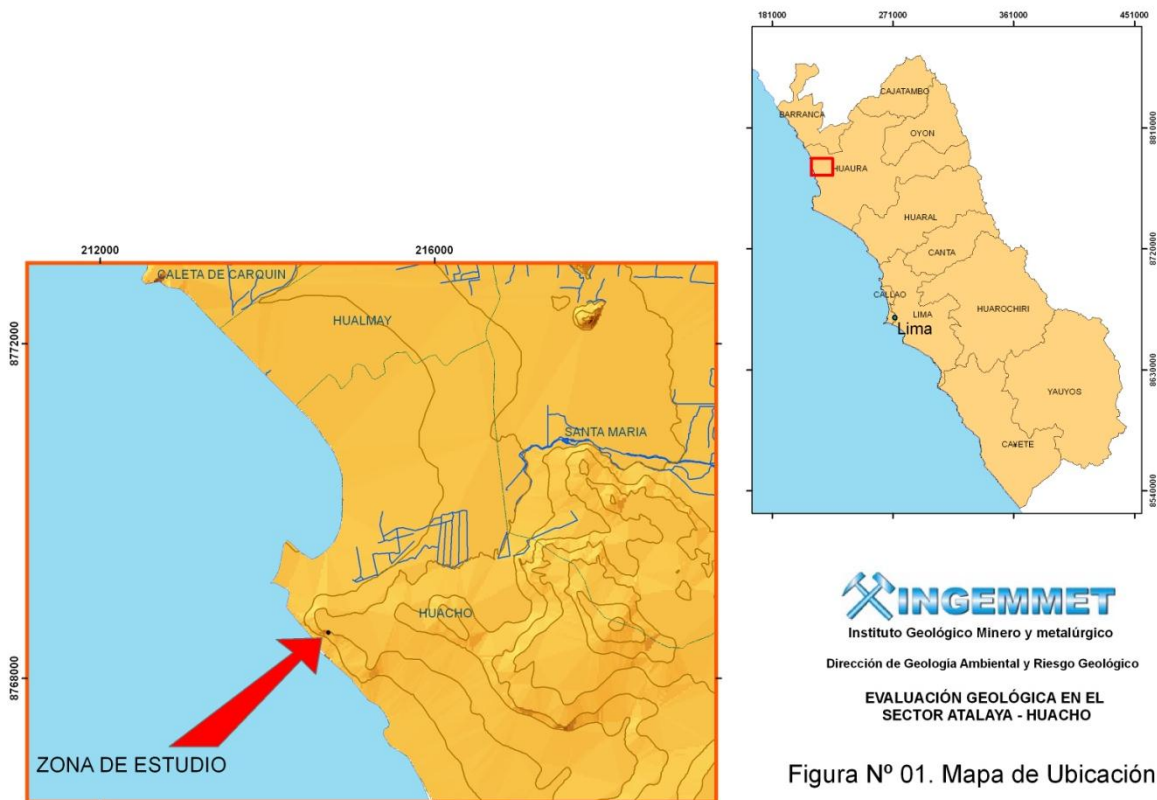


Figura N° 01. Mapa de Ubicación

El clima en el área del estudio se encuentra clasificado como semi-cálido muy seco (Thorntwaite, 1948), con presencia de neblinas en el invierno (junio-setiembre), las cuales cubren casi continuamente el área por influencia de las aguas frías de la Corriente Peruana. Estas neblinas empiezan mar adentro y se disipan entre los 700 a 1.000 msnm por el fenómeno de inversión térmica. En las colinas y cerros expuestos en dirección Sudoeste (dirección de los vientos) se produce el fenómeno de las "neblinas advectivas" las que humedecen las colinas y cerros dando origen a las denominadas "vegetación de lomas". En la estación de invierno la humedad relativa llega comúnmente al 100%, produciendo las denominadas "lloviznas". Durante el verano soplan vientos con una fuerte intensidad, arrastrando consigo material arenoso provenientes de la zona costera.

La temperatura tiene un promedio anual de 19°C y un promedio mensual que varía entre 16,9°C y 21,6°C. Las precipitaciones son muy escasas, siendo el promedio anual de sólo 48 mm, con casos excepcionales (Fenómenos El Niño).

Los suelos que se presentan en la zona son del tipo limo-arcilloso, producto de la alteración de las rocas volcánicas-sedimentarias que conforman el substrato (Grupo Casma). Su espesor no se ha determinado.

Respecto a aspectos socio-económicos según información de INDECI-Huacho; entre el AA.HH. Atalaya y anexos y AA.HH. Manzanares 1ra. Etapa suman 600 las familias que podrían ser afectadas de desencadenarse la caída del cuerpo del deslizamiento.

## 6. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Geomorfológicamente la zona de estudio se localiza en una lomada sedimentaria colindante a la playa de Huacho.

Desde el punto de vista estructural, se localiza dentro del sector estructural denominada "zona relativamente no deformada", que esencialmente no presenta fallas significativas sin embargo localmente se puede apreciar un sistema de estructuras locales paralelas a la orientación andina (NO-SE) y otras secundarias transversales a esta dirección que controlan la inestabilidad del sector.

El basamento rocoso está formado por rocas volcánicas-sedimentarias (andesitas) cubiertas por depósitos eólicos y aluviales (figura N° 02).

### Depósitos recientes (cuaternarios):

Originados por el acarreo de materiales en edad reciente (Cuaternario) tanto por el río como el viento. En el área del estudio se ha observado los siguientes depósitos recientes:

Depósitos Aluviales.- Los encontramos conformando terrazas en el valle Huaura y en la zona costera entre el río Huaura y el río Supe en forma discontinua. Dichas terrazas están constituidas predominantemente por materiales gruesos, compuesto de cantos y gravas sub-redondeadas en matriz arenosa, con materiales finos en niveles más profundos.

Depósitos eólicos.- Se encuentran formando grandes mantos de arena depositados directamente sobre la roca del substrato.

Depósitos marinos.- se caracterizan por presentar grava, englobadas en una matriz limo-arenosa, ocasionalmente se presentan algunos bloques. La formación de estos depósitos es muy reciente.

### Grupo Casma:

Corresponde a una serie de afloramientos rocosos compuestos por capas de volcánicos intercalados con estratos sedimentarios, que se encuentran en la faja costanera al Oeste del Batolito Andino. Localmente, en la zona de estudio, se presentan bien estratificados, siendo en su mayor parte derrames de andesita masiva, de grano fino y con más o menos 2 a 3 m de espesor. Los sedimentos que conforman los estratos sedimentarios son limos y arenas. La edad de esta formación ha sido estimada como Cretáceo Inferior (Cobbing, 1973).

## 7. PELIGROS NATURALES

De acuerdo a lo observado en la zona de estudio se ha encontrado evidencias de procesos de tipo geológico: movimientos en masa, erosión marina, arenamiento y tsunamis.

### ***Movimientos en masa***

Los movimientos en masa incluyen todo movimiento ladera abajo de masas de roca, detritos o suelo por efecto de la gravedad (PMA-GCA, 2007). En la zona de estudio se ha observado la generación de dos tipos de movimientos en masa: deslizamientos y caídas.

### ***DESLIZAMIENTO***

Es el desplazamiento de rocas o suelo que conforman una ladera, bajo la influencia combinada de la gravedad y saturación acuosa (por infiltraciones pluviales, subterráneas, de riego, ruptura de tuberías, pozos sépticos etc.), que ocasionan la pérdida de cohesión interna del terreno deformándolo y formando planos de debilidad pro donde se deslizan dichos materiales. Puede ser rotacional cuando la superficie de deslizamiento es cóncava o traslacional cuando la superficie es plana y los saltos secundarios siguen planos paralelos.

En el sector de Atalaya, se ha detectado la generación de un deslizamiento activo (figura N° 03) de tipo traslacional en cuña, que presenta una corona de 200 m. de longitud y un desnivel entre la corona y pie de 80 m. aproximadamente. Presenta un área de cerca de 55 400 m<sup>2</sup>. La pendiente del cuerpo está entre 20° y 30° (foto 01). La escarpa principal es paralela a una falla local de dirección NO-SE. Ubicada en la cabecera del deslizamiento (figura 03).

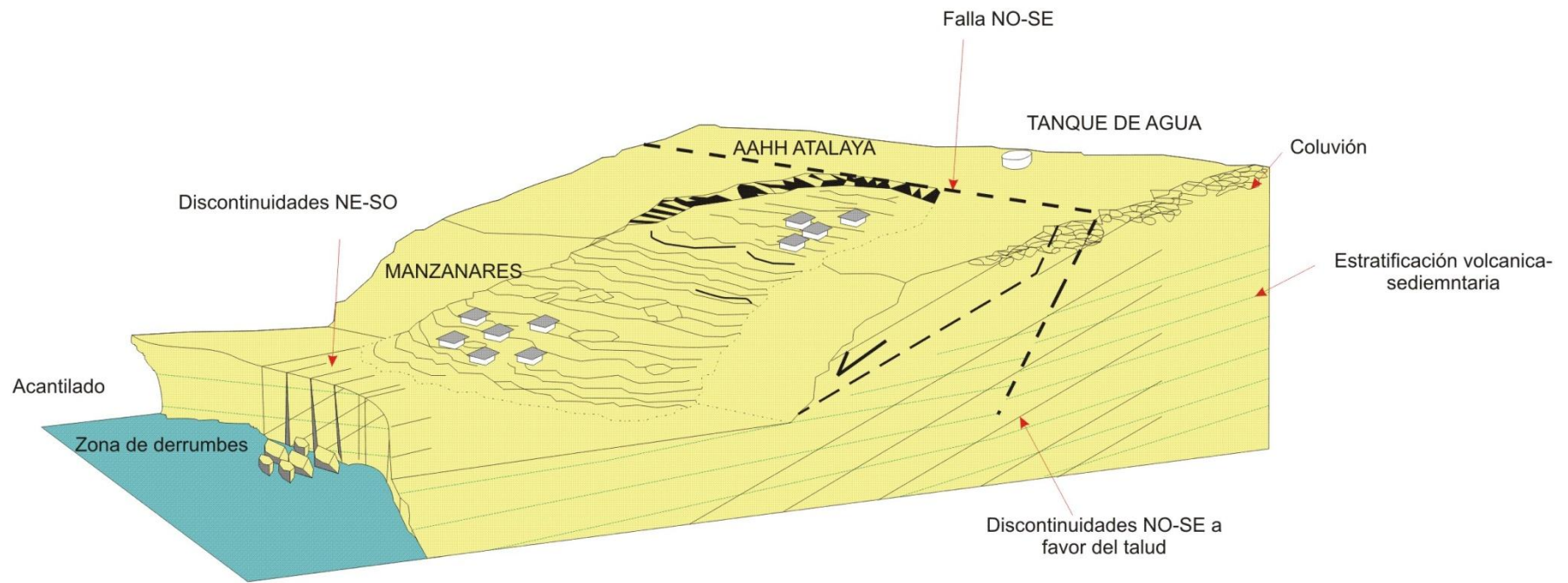


Figura 03. Block diagrama del deslizamiento de Atalaya.



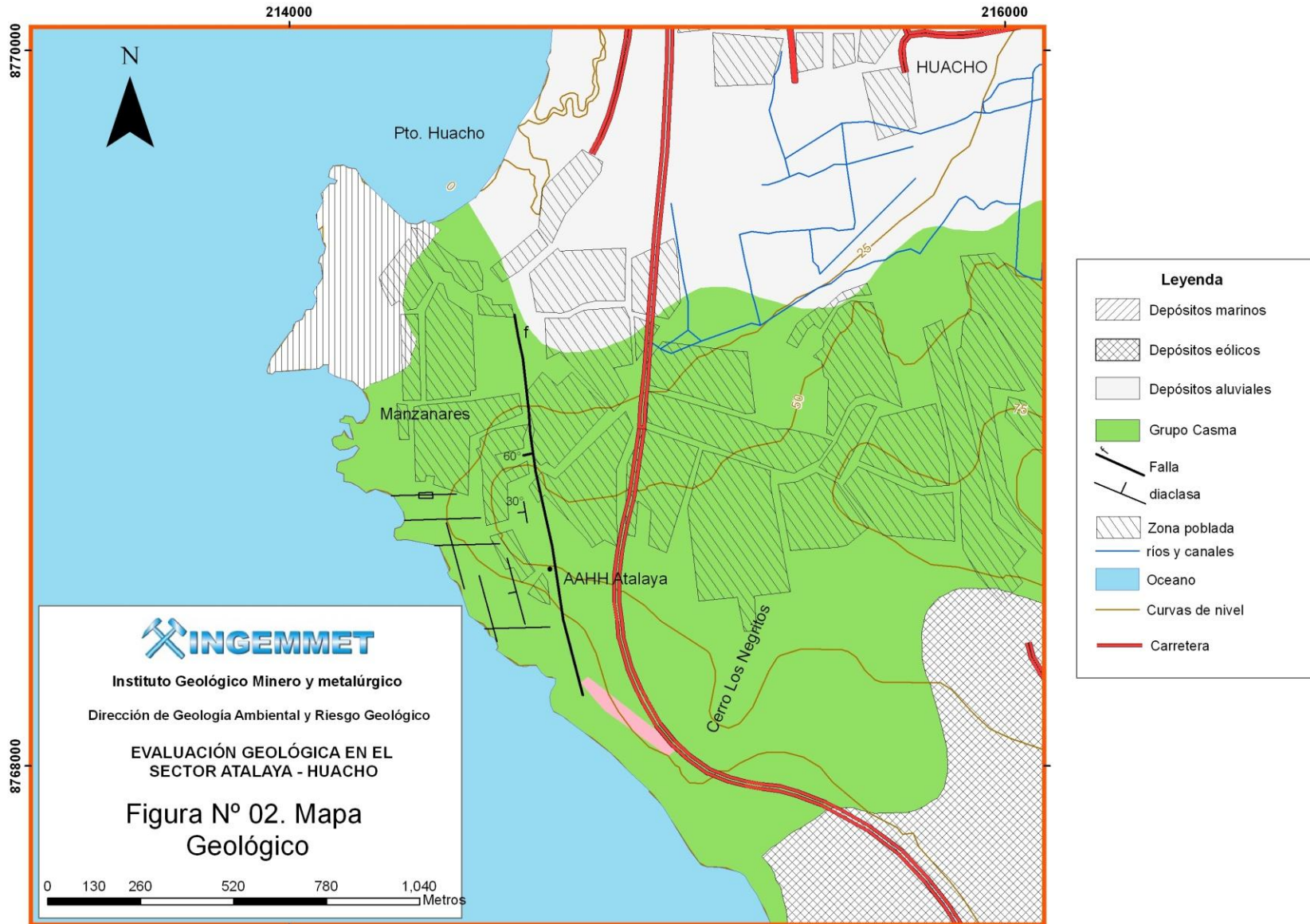




Foto 01. Escarpa principal del deslizamiento. Vista al NO.

Este deslizamiento se empezó a activar, según versiones de los moradores, desde el año 2000 luego de la construcción de un reservorio en la parte alta del AAHH. Atalaya. Posteriormente, entre los años 2004 y 2007, se siguieron registrando problemas formándose más agrietamientos lo cual fue verificado en la inspección de campo. Así por ejemplo en la Institución Educativa 20325-de Manzanares, se registraron agrietamientos paralelos a la escarpa principal (fotos 02 y 03). La escarpa principal se ubica en la parte alta del AAHH Atalaya con un salto de 60 cm. Se observaron además agrietamientos secundarios entre 20 y 30 cm (foto 03) y se especula que dichos agrietamientos están asociados al incremento de construcciones en el sector.

Las causas naturales o de sitio para la ocurrencia de deslizamientos en esta área son:

- Orientación desfavorable de discontinuidades: la existencia de un sistema de discontinuidades de dirección NO paralelo a la falla local existente en el área con buzamiento entre 50 y 60°; discontinuidades de dirección NO con buzamiento entre 30 y 40° favorable al talud y discontinuidades transversales a estas últimas, de dirección NE con buzamientos entre 80 y 90°; y el sistema de discontinuidades asociado a la estratificación de las rocas del substrato (dirección NO con buzamiento entre 20 y 30°) han generado un arreglo estructural en la zona lo que favorece el deslizamiento.
- Litología del substrato: las rocas volcánicas-sedimentarias son fácilmente alterables cuando son saturadas con agua debido a sus malas características geotécnicas.
- Naturaleza del suelo: los suelos formados son producto de la alteración de las rocas volcánicas-sedimentarias, las cuales son fácilmente erosionables.
- Pendiente del terreno: ha influenciado en el deslizamiento, aunque no es determinante para el movimiento debido a que actualmente la pendiente está entre 20 y 30°.

Factores del entorno geográfico:

- Falla geológica: la presencia de una falla local (zona de debilidad) de orientación NO-SE ha servido como plano principal del deslizamiento traslacional.
- Sismicidad: considerando que la zona de estudio se encuentra dentro de una zona de alta sismicidad, con aceleraciones máximas entre 400 y 340 gals para un periodo de retorno de 50 años (Pari y Tavera, 2006 en: Fidel y otros, 2006); en caso de presentarse un sismo de fuerte intensidad, es posible que acelere el movimiento del deslizamiento.



Fotos 03 y 04. Agrietamientos en dirección de la escarpa principal en la Institución Educativa 20325-Manzanares (foto: INDECI – Huacho).



Foto 03. Agrietamientos en el cuerpo del deslizamiento. Vista al NO. (foto: INDECI – Huacho)

Los factores antrópicos son los siguientes:

- Cortes de talud para construcción de viviendas: han desestabilizado la ladera.
- Sobrecarga: la construcción del reservorio ha constituido un factor desencadenante del proceso.
- Infiltración: las tuberías de agua procedentes del reservorio para abastecimiento público y de los silos existentes en el AAHH Atalaya han causado la infiltración de agua y por ende el incremento de la saturación del terreno en el área de deslizamiento.
- Ocupación inadecuada del terreno: antes de ocupar un terreno deben verificarse que tienen características aceptables y este sector no las tiene.

#### CAIDA

Es el desprendimiento violento de una masa rocosa y/o suelo de un talud a través de una superficie a manera de saltos, rodando, etc. Existen dos tipos: los derrumbes y los desprendimientos de roca.

En la zona de estudio, Se producen derrumbes (figura N° 04, foto 04) del material suelto producido por la meteorización de las rocas volcánicas-sedimentarias del Grupo Casma; las cuales se encuentran intensamente diaclasadas y alteradas. Adicionalmente ha contribuido a la generación de estos procesos, el corte de talud para construir viviendas que ha dejado taludes en estado de equilibrio crítico, que se podrían activar por la fuerza de gravedad o movimientos sísmicos. Los derrumbes tienen alturas de hasta 15 m. con longitudes que varían entre 40 y 50 m.

.En resumen, las causas naturales o de sitio para la ocurrencia de caídas en esta área son:

- Litología del substrato: las rocas volcánicas-sedimentarias son fácilmente alterables cuando son saturadas con agua debido a sus características geológicas.
- Rocas muy fracturadas o diaclasadas: las fracturas forman bloques de cuñas que favorecen el desprendimiento de bloques rocosos (foto 04).
- Naturaleza del suelo: los suelos formados son producto de la alteración de las rocas volcánicas-sedimentarias, las cuales son fácilmente erosionables.
- Pendiente del terreno: ha influenciado en estos procesos, ya que se encuentra entre 20 y 30° en la zona de Manzanares y entre 80 y 90° en los acantilados cerca la playa colindante con el sector Manzanares.

Factores del entorno geográfico:

- Sismicidad: en caso de presentarse un sismo de fuerte intensidad, es posible que origine otros derrumbes en el sector.

Factores antrópicos son los siguientes:

- Cortes de talud: para construcción de viviendas, tanques, silos, etc; han desestabilizado la ladera generando taludes críticos.



Foto 04. Derrumbes en la playa en la parte baja del sector el Tauca

### **Otros Peligros geológicos**

#### ***EROSION MARINA***

Fenómeno que produce el desgaste de las formaciones rocosas por acción del oleaje y corriente marina del borde litoral. En el caso de la zona estudiada se encuentran comprometidos depósitos eólicos y aluviales, que forman acantilados colindantes a la playa. Los mayores efectos se producen durante la marea alta cuando las aguas alcanzan el pie de los taludes los erosionan y desestabilizan. (Foto 05).



Foto 05. Erosión marina en la playa en la parte baja del sector el Tauca

## *ARENAMIENTO*

Este fenómeno se produce en zonas que presentan morfología plano ondulada de pampas, colinas bajas y planicies costaneras aledañas al litoral, donde existe una dinámica eólica importante. La dirección, la velocidad del viento y la geomorfología del entorno favorecen la migración y acumulación de arenas. En la zona de estudio el arenamiento se ha detectado al SE del cerro Los Negritos donde existen acumulaciones de arena.

## *TSUNAMIS*

Los tsunamis son una serie de ondas marinas de gran tamaño que generadas por una perturbación en el interior del océano al ocurrir principalmente un movimiento sísmico superficial (profundidad menor a 60km) con foco en el fondo marino. Dependiendo del tamaño del sismo, las olas pueden alcanzar diversas alturas y muchas veces recorren distancias tan grandes como la existente entre la costa occidental de Sudamérica y la oriental de Japón a velocidades que prácticamente no son perceptibles sobre la superficie del océano. Del mismo modo, la dimensión del área inundada en el continente, dependerá del tamaño del sismo y de su ubicación respecto a la línea de costa.

En el Perú, la información histórica e instrumental indica que durante los últimos 500 años, se han producido un número importante de sismos de gran magnitud que fueron acompañados de tsunamis en algunos casos de diversos tamaños que también han producido destrucción y daños importantes en las principales ciudades distribuidas a lo largo de la línea de la costa de Perú y donde está incluida la costa de la zona de estudio (Pari y Tavera, 2006 en: Fidel y otros, 2006)

Según HIDRONAV (1998), la zona costera de Huacho es vulnerable a ser inundada (figura 04), ante la ocurrencia de un Tsunami hasta una cota topográfica aproximada de 4 m a 6 m tierra adentro.

## **8. MEDIDAS CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS**

Para disminuir los daños por desastres en la zona de estudio, se hace necesario aplicar las siguientes medidas, clasificadas según el proceso:

### ***Medidas para el deslizamiento de Atalaya***

En vista que la zona es geológicamente inestable se recomienda la reubicación del AAHH Atalaya y una vez desalojado el sector usarlo como área verde.



### ***Medidas para zonas con caídas***

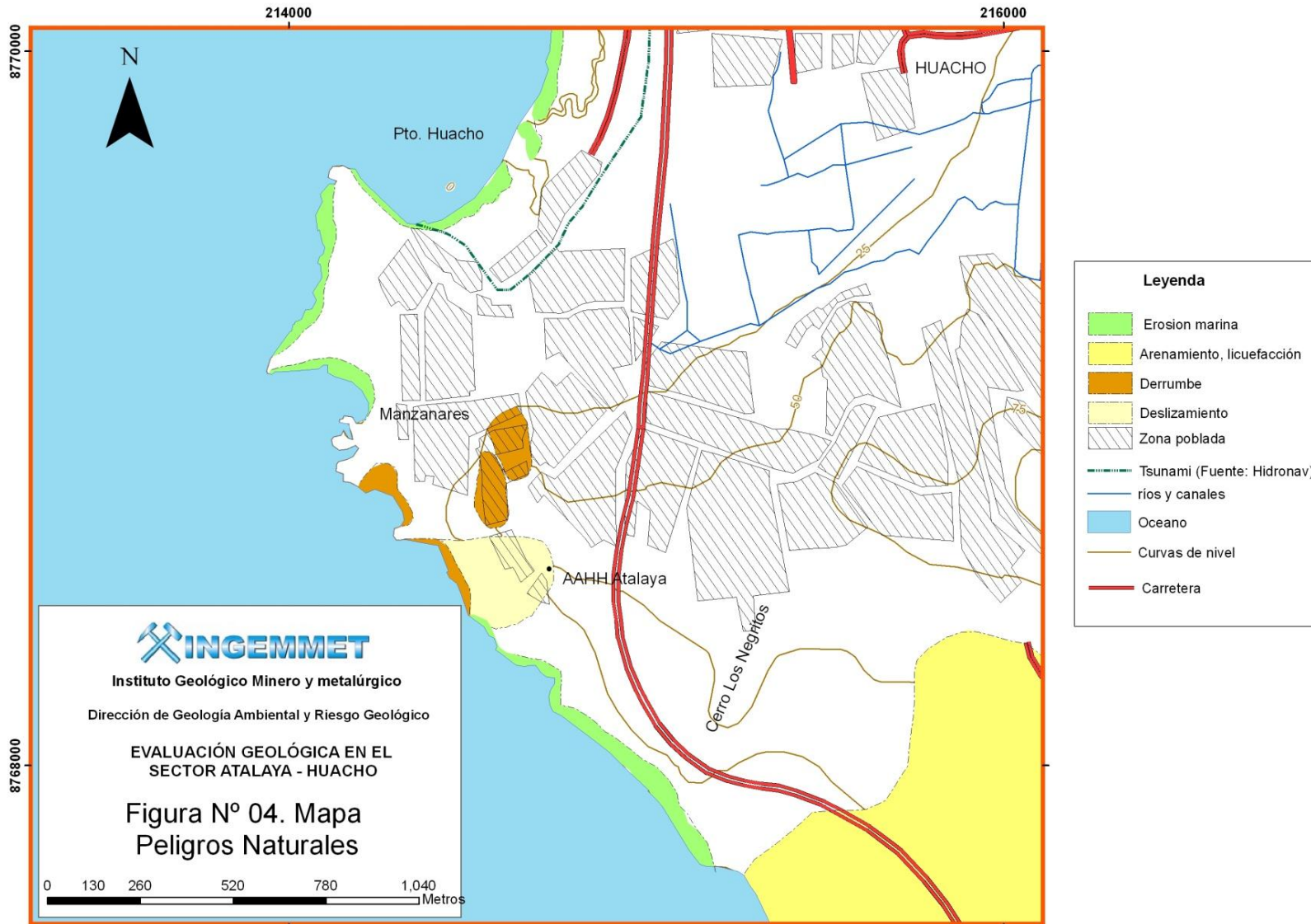
- Para los derrumbes en la parte alta del sector Manzanares, se recomienda reubicar las viviendas ubicadas en la parte alta, o de lo contrario intentar con la asesoría de un especialista modificar el ángulo de los taludes en estado crítico. Esto se puede lograr con el escalonamiento o banquetado de taludes en bermas, cubriéndolos de vegetación en forma de andenes. De lo contrario seguirán siendo susceptibles a la generación de otros derrumbes.
- Para la zona de derrumbes en la parte baja de Manzanares, colindante con la playa, se recomienda no ubicar infraestructuras en ese sector y de ser posible prohibir el ingreso de bañistas o pescadores al sector mencionado, señalizando adecuadamente el lugar.

### ***Medidas para erosión marina***

Contra la erosión marina en la zona de acantilados, deberá intentarse disminuir la velocidad y la energía de las olas mediante la construcción de barreras (enrocados o muros), especialmente en el sector ubicado directamente en la parte baja del sector Manzanares, porque este oleaje al erosionar el pie del afloramiento, contribuye a la generación de desprendimientos y podría conducir a un desprendimiento mayor considerando que hay viviendas en la parte alta del afloramiento. Asimismo, se debe señalar una distancia mínima desde el borde del acantilado donde no se debe construir.

### ***Medidas para zonas con arenamientos***

Para detener el avance de los depósitos eólicos tipo dunas hacia terrenos obras de infraestructura y poblados del sector; se puede usar barreras de fijación de dunas integradas a plantaciones vegetales.



### ***Medidas para Tsunamis (HIDRONAV, 2004)***

- Estar alerta cuando se produzca un sismo de gran intensidad
- Cuando haya ocurrido un sismo, no permanezca en zonas costeras bajas por que la disminución o incremento del nivel del mar anuncia la alerta natural de la ocurrencia de un Tsunami
- Aléjese de las zonas costeras hasta que las autoridades hayan declarado el término de la alerta.
- Nunca se acerque a la playa a observar un Tsunami.
- Durante una emergencia de Tsunamis, coopere con las autoridades.
- En caso de emergencia tener siempre listo un botiquín de primeros auxilios. Este debe contener medicinas para golpes y cortaduras, así como algodón, gasa, desinfectantes, etc.
- Almacenar los siguientes artículos de emergencia: radio a pilas, linternas, toallas, velas, fósforos, alimentos envasados, depósitos con agua potable, etc.

## **9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- El deslizamiento que afecta al AAHH Atalaya se encuentra activo y está asociado a estructuras geológicas como fracturas y falla local.
- Los cortes de talud para la construcción de viviendas, y la ubicación de un tanque de agua para abastecimiento público sobre el afloramiento volcánico-sedimentario donde se encuentra el AAHH Atalaya han favorecido la activación de dicho proceso.
- Para evitar pérdidas de infraestructura y vidas humanas por este proceso es necesario reubicar las viviendas del AAHH. Atalaya.
- Los habitantes del AAHH. Atalaya, deben organizarse para monitorear la actividad del deslizamiento y estar preparados ante un desastre eventual en la zona para lo que deben coordinar con INDECI Huacho la construcción de un plan de contingencia a corto plazo.

## **10. AGRADECIMIENTOS**

El INGEMMET agradece a la Municipalidad provincial de Huaura y al INDECI – Huacho por haber colaborado con información y facilidades para el desarrollo de este trabajo.

## 11. REFERENCIAS

COBBING (1973). Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaraz y Canta. Bol. INGEMMET N° 26 Serie A.

FIDEL, L.; ZAVALA, B.; NUÑEZ, S.; VALENZUELA, G. (2006) Estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franja N° 4. INGEMMET, Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 29, 386p., 19 mapas escala 1:900,000.

HIDRONAV (2004). Cartilla informativa sobre Tsunamis. Documento de distribución gratuita. 22 p.

THORNTHWAITE, C. W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Reprinted from The Geographical Review, 38 (1): 55-94.

PARI, W. y TAVERA, H. (2006). Capítulo VII: Peligro Sísmico. En: INGEMMET ed. Estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franja N° 4. Bol. Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 29, 386 p., 19 mapas escala 1:900,000.

PMA-GCA. (2007). Movimientos en masa en la región andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Publicación Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. Servicio Nacional de Geología y Minería, publicación Geológica Multinacional N° 4, 432 p. Un CD-ROM. Impreso en Ontario, Canadá.

VARNES, J. (1978). Slope movements types and processes. En: SCHUSTER, L. y KRIZEK, J. ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.