

# GEODINAMICA DEL SECTOR DEL DESLIZAMIENTO PUNTA COLORADA (VALLE DE MAJES – AREQUIPA) SUR DEL PERU

BEDIA Ciro<sup>(1)</sup>, CASTILLO Edson<sup>(2)</sup>, De La CRUZ Denis<sup>(3)</sup>, JACAY Javier<sup>(1)</sup>, MORENO Iván<sup>(4)</sup>,  
URIBE Manuel<sup>(5)</sup> y YATACO José<sup>(6)</sup>

1.-UNMSM, EAP Ing. Geológica Av. Venezuela cda 34/sn, [cbediag@unmsm.edu.pe](mailto:cbediag@unmsm.edu.pe),  
[jjacayh@unmsm.edu.pe](mailto:jjacayh@unmsm.edu.pe)

2.-PETROBRAS PERU, Amador Merino Reyna 285 San Isidro, [edjer17@hotmail.com](mailto:edjer17@hotmail.com)

3.-GRAN TIERRA ENERGY PERU, Andrés Reyes 437 San Isidro, [denisdelaacruz@grantierra.com](mailto:denisdelaacruz@grantierra.com)

4.-GEOLOCAL [geolocal@gmail.com](mailto:geolocal@gmail.com)

5.-CESEL INGENIEROS, Av. Gálvez Barrenechea 634 San Isidro, [Uribe.victormanuel@gmail.com](mailto:Uribe.victormanuel@gmail.com)

6.-POROMA SAC-MINA CHALCO, NAZCA, [jcppyo@hotmail.com](mailto:jcppyo@hotmail.com)

## INTRODUCCION

Ubicación Geográfica: La zona de estudio (Fig. N° 1) Geográficamente se encuentra ubicada en el Sur del Perú, Departamento de Arequipa, Provincia de Castilla, Distrito de “CORIRE”, Localidad de Punta Colorada (“Valle de Majes”). El área está comprendida entre las siguientes Coordenadas Geográficas: 16° 16’ 30” Latitud Sur, 72° 26’ 30” Longitud Oeste (Fig. 1a y b).

El área de estudio ubicado en el sector costanero, correspondiente a un clima árido, presenta una zona sísmicamente activa donde es posible reconocer fallas activas de diferente magnitud, asociado a una zona de subducción, lugar donde se ubica también grandes deslizamientos como los de Pampacolca y punta Colorada (Sebrier et al).

### Deslizamiento Punta Colorada

Ubicado sobre la margen derecha del valle de Majes (Fig. 1b), la zona de ruptura que se ubica en el cerro las Salinas (lado SW del deslizamiento), superficie que es por cizalla y que tiene lugar en suelos no cohesivos de la Formación Moquegua constituida por partículas gruesas como areniscas lutitas y niveles de tobas, dando lugar a un desprendimiento hacia el NE con una longitud aproximada de 6.5 Km. presentando un frente de derrubios en la margen izquierda del valle de Majes. Este deslizamiento mayor se ve cortado por un segundo deslizamiento compuesto por clastos de areniscas y tobas en flujos tipo debris flow de una dirección del NW al SE que conforma la quebrada Pampa Blanca. A la vez toda esta secuencia del cuerpo del deslizamiento es recortado actualmente por el río Majes que desarrolla una amplia terraza fluvial o planicie de inundación.

### En el deslizamiento de Punta Colorada podemos distinguir tres zonas bien marcadas:

#### Zona de frente de Escarpas

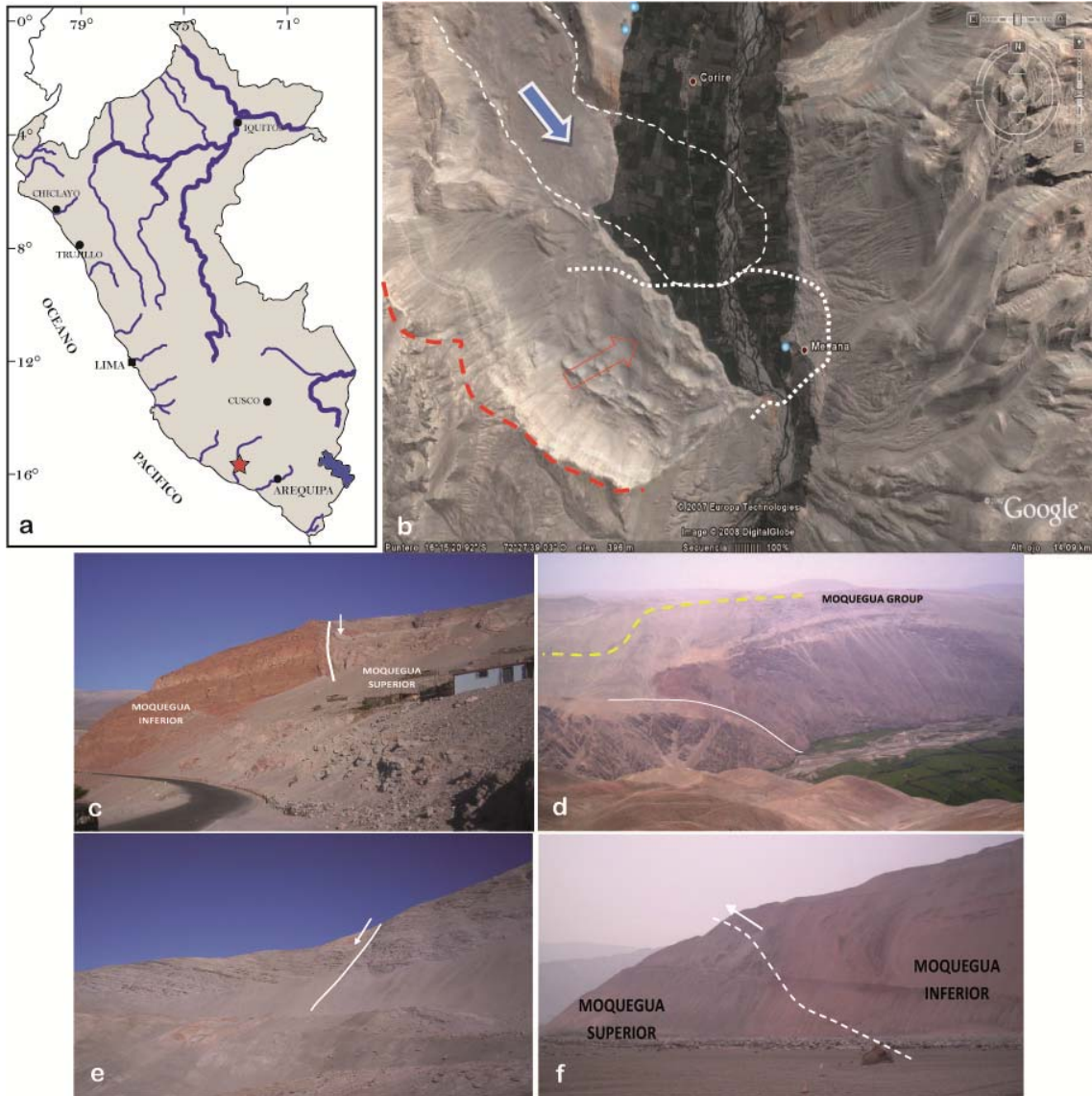
Esta Geoforma cercano a la cadena de cerros Las Salinas – Pampa Colorada, describe y tiene relación con el fallamiento de tipo gravitacional que comprende el espejo de falla (Fig. 1e) y el salto de falla de 150 mts. de desnivel donde se aprecian los estratos que buzcan en sentido contrario a la pendiente. Está formada por una superficie relativamente agreste que está conformada principalmente por la escarpa principal por debajo de la corona caracterizada por una zona de relieves con pendientes entre 50° a 70°.

#### Zonas de laderas Suaves Onduladas

Son las que presentan una superficie con pendientes entre 25° a 35° de inclinación, en esta geoforma se puede distinguir una serie de hemigrabens propios del deslizamiento, formando parte del cuerpo principal del deslizamiento, esta parte media corresponde a la zona de desplazamiento divergente, es el área donde se puede observar una distorsión interna de todo el sistema; aquí están comprendidas los poblados de él “Mirador” y Altillo las que se ubica por encima del poblado de Punta Colorada

#### Zonas de Terrazas Fluviales

La parte frontal de este deslizamiento lo constituye una gran zona que se extiende hasta pasando el flanco derecho del valle de majes como podemos evidenciarlo en la parte alta de Mesana, Esmeralda hasta Pedregal; se trata del depósito principal del deslizamiento componiéndose sucesiones de debris flow con clastos de diferente tamaño; gran parte de esta zona está conformadas terrazas fluviales conformadas por el Río Majes, siendo la más antigua de poco desarrollo o se encuentra muchas veces modificada por la acción antrópica del hombre para el desarrollo de la actual vía de comunicación.



**Figura 1** Vistas de la zona del deslizamiento: a) ubicación en el sur del Perú, b) imagen satelital Google donde podemos observar el cuerpo del deslizamiento, c) falla Punta Colorada vista del contacto entre el Moquegua inferior con el deslizamiento, d) flexura de Toran corresponde a una inversión tectónica, e) plano de falla del despegue principal del deslizamiento, f) flexura de Corire corresponde a una inversión tectónica.

### Geología regional.

En la zona de estudio se observan unidades estratigráficas con un rango de edad Precámbrico hasta Cenozoico.

El basamento neoproterozoico de la costa sur de Perú, fue denominado como complejo basal de la costa (Bellido y Narváez, 1960 y Bellido y Guevara 1963) para describir una secuencia de rocas metamórficas e intrusivas, tales como gneis y esquistos asociados con intrusivos de granitos rojos, granitos pegmatíticos y dioritas gneissicas que afloran en el área de Atico, donde conforman parte de la llamada «cadena costanera».

En la región del presente trabajo aflora a ambos flancos del valle de Majes, entre las localidades de Puta Colorada y la localidad de Sarcas y a partir de la localidad de Toran hacia el suroeste; es el gneis el que se presenta como una roca compacta ligeramente intemperizada, de color gris verdoso que varía a gris rojizo. Con una foliación del gneis no es constante en toda el área, así en Punta colorada tiene un umbo N80° con 45°-50° al NE.

La serie Jurásica del Valle de Majes (Guizado 1968, Vicente et al 1982 y Jacay et al 2006) que se ubican en ambas márgenes de la parte media del valle homónimo, se presenta de manera inclinada hacia el este-noreste, en el cual se puede apreciar las clásicas unidades lito-estratigráficas reconocidas del Grupo Yura como son las formaciones Cachios (Caloviano inferior-superior), Labra (Oxfordiano-Kimmeridgiano) y Gramadal (Titoniano inferior) estando ausente por tectonismo la secuencia basal denominado Formación Puente (Batoniano); discordantemente sobre estas unidades del Jurásico se sobrepone la Formación Hualhuani que ya corresponde al ciclo de sedimentación del Cretáceo.

#### **Materiales de cobertura: Depósitos Coluviales**

Se encuentran localizadas en faldas y laderas de cerros con mucha pendiente como consecuencia de la acción de la erosión y que caen por gravedad, está constituido por acumulaciones de material detrítico grueso y fino provenientes de formaciones geológicas de diferente litología.

#### **Materiales Fluvio-aluviales**

Casi todos los ríos (como el río Majes) no tienen carácter torrencial, presentan en su cauce, depósitos de arenas, cantos rodados y limos, dispuestos en masas lenticulares, que se yuxtaponen unas a otras; en el campo las terrazas se distinguen bien, a causa de los desniveles que forman en las laderas, sus arenas y cantos fluviales.

#### **Evolución geodinámica del área de Punta Colorada**

La evolución geodinámica en la zona está íntimamente ligada a la evolución del valle del río Majes y áreas aledañas.

Se tiene post Jurásico – Cretáceo un periodo de levantamiento en todo el sur del Perú hecho que da lugar a la depositación del Grupo Moquegua (Marocco 1984, Marocco et al 1985), periodo que comprende entre el Paleoceno al Mioceno, con un fuerte periodo de incisión al Mioceno superior que se ve denotado por depósitos de conglomerados fluviales de la Formación Millo.

Post Mioceno se tiene una fuerte incisión en todo el sistema, con el encañonamiento progresivo de la formación del valle de Majes en el que se puede observar diversas etapas en la formación morfológica que es asociado a deslizamientos mayores como el de Chuquibamba y Punta Colorada.

Al Pleistoceno inferior tras el cierre del valle de Colca por una avalancha del volcán Hualcahualca y formarse el sistema lacustre de Chivay, numerosos abanicos coluviales cierran el valle de majes, los que son cortados y erosionados por ruptura de esta barrera como puede observarse en las localidades del Castillo y las quebradas de Ongoro e Higuerao.

Un análisis del depósito de este mega-deslizamiento en el que se puede observar un conjunto de hemigrabens de diferentes tamaños que afectan esencialmente a los depósitos del Moquegua superior, y a un conjunto caótico en el que se observa una mezcla que comprende a clastos de todo el conjunto del Grupo Moquegua nos hace suponer de que el nivel de despegue de este mega-deslizamiento se encuentra en el Moquegua inferior, ya que su carácter de incompetente lutitas rojas favorece el deslizamiento de las grandes masas del Moquegua superior que juega como material competente.

Todo este conjunto caótico del deslizamiento en su límite norte se ve cortado por una gran avalancha que proviene del valle superior de la pampa de Toro-muerto, este depósito se puede observar en los acantilados del borde oriental de la pampa de Toro-muerto en una sucesión de aproximadamente 30 metros de espesor el que contiene clastos de tobas que corresponden al nivel de tobas color salmón en la parte superior del Grupo Moquegua que es común en la pampa de Toro-muerto.

Todo este depósito del mega-deslizamiento de Punta Colorada se ve cortado por el desarrollo continuo del valle de Majes, evento acelerado probablemente post ruptura de la presa que formo el paleo lago del Colca-Chivay (Palacios, y Klinck 1988).

El deslizamiento de Punta Colorada por las características mencionadas y la longitud aproximada de 5 a 6Km, de dirección al NE se le puede clasificar como un mega-deslizamiento rotacional, este deslizamiento parece haber ocurrido en el Plioceno inferior, razón de que mencionan edades comprendidas entre  $2.05 \pm 0.29$  y  $1.95 \pm 0.16$  Ma. en el área de (valles de Ocoña y Majes), los que podrían corresponder a las tobas que se encuentran al interior de los hemi-grabens donde se tiene una sucesión sedimentaria (~10 m) con niveles de tobas Thouret et al (2007); deslizamiento ocurrido probablemente por una combinación de efectos como son sismicidad activa del sur del Perú y topográficos por la constante incisión y ampliación lateral del valle de Majes

### **Geología estructural**

En la región del presente estudio donde podemos observar sucesiones sedimentarias que van desde el neoproterozoico hasta el cuaternario se encuentra ligeramente basculado al norte el que se ve alterado por dos estructuras de inversión tectónica, siendo estas la estructura de oran al sur del área de estudio y de Corire al norte del área de estudio, toda esta secuencia se ve cortado por el rio Majes por lo menos desde el Mioceno.

Las unidades litoestratigráficas que componen la estratigrafía local tienen un rumbo promedio NW-SE con un ligero buzamiento al oeste, estos estratos son afectados generalmente por estructuras regionales los que tienen un rumbo promedio E-W, como son las fallas de Corire y Toran, los que a nivel regional se trata de estructuras inversas; de manera local se tiene otras estructuras menores los que corresponden a sistemas de diaclasamiento con un desplazamiento del orden menor a un metro (o menos) de desplazamiento los que corresponden a estructuras distensionales que se asocian a una estructura mayor, que en este caso corresponderían al fallamiento inverso de Toran.

### **Sistemas de fallas regionales.**

Las unidades litoestratigráficas que van desde el neoproterozoico al cuaternario son afectados generalmente por estructuras de inversión tectónica los que tienen un rumbo promedio E-W, como son las fallas de Corire y Toran, de manera local se tiene otras estructuras menores los que corresponden a sistemas de diaclasamiento con un desplazamiento del orden menor a un metro (o menos) de desplazamiento, los que corresponden a estructuras distensionales que se asocian a una estructura mayor, que en este caso corresponderían al fallamiento inverso de Toran.

Estas unidades tectónicas corresponden a estructuras de inversión tectónica en el que unidades del basamento (en este caso el Jurásico) se sobreponen o se paralelizan a las unidades del Paleoceno-Mioceno (Grupo Moquegua).

La estructuración en superficie de flexuras (anticlinales) que corresponden a pliegues por flexión de fallas tienen como despegue a las lutitas rojizas de la base del Grupo Moquegua, estas estructuras de inversión tiene una vergencia al sur, ligeramente al SSW se tratan de un pliegue ligeramente asimétrico con un flanco occidental mucho más inclinado que su flanco oriental (Fig. 1d y f).

La falla Punta Colorada: esta falla corresponde al límite Sur del deslizamiento de Punta Colorada se reconoce por más de un kilómetro en la ladera derecha del valle de Majes (Fig. 1e), se manifiesta por que pone en contacto casi vertical en lado sur se la estructura al Grupo Moquegua en posición normal del lado norte en donde estas unidades litoestratigráficas se presentan deslizadas.

### **Sistemas de fracturamientos y diaclasamientos locales.**

Al interior del colapso en las áreas del desplazamiento la distribución de estaciones microtectónicas dan una idea del sentido del desplazamiento del colapso de Punta Colorada, el sistema de fracturamiento regional (en lo referente entre las localidades de Punta Colorada y Corire es polimodal con dos sistemas principales uno de dirección SW-NE y un segundo principal SE-NW los que se ven magnificados en las cercanías a la gran estructura de colapso de Punta Colorada.

### **Conclusiones**

Este deslizamiento rotacional se compone de tres partes, la más superior correspondiente a la superficie de arranque donde predomina la tectónica en bloques, un segundo o parte central donde

podemos observar un caos de bloques en el que aún se puede distinguir conjunto de hemigrabens, y una tercera parte frontal del deslizamiento compuesto íntegramente por debris flow que se ve afectado actualmente por el río Majes.

Punta Colorada, se trata de un mega deslizamiento que puede haber ocurrido en el Plioceno inferior; debido a una combinación de efectos como son sismicidad activa y topográficos por la constante incisión y ampliación lateral del valle de Majes. Este corresponde a un deslizamiento rotacional mayor, con dirección hacia el NE, que es cortado por un gran debris flow proveniente del SE.

La actividad actual del frente de este deslizamiento se ve afectado por una sismicidad permanente, el cual es común en el sur del Perú y por las acciones antrópicas que alteran la estabilidad de una parte de esta mega estructura.

#### **AGRADECIMIENTO**

Los autores agradecen al consejo superior de investigación de la UNMSM, a la Dra Laurence Audin (IRD) por sus consejos en esta partes del piedemonte del pacifico y a los revisores anónimos por su ayuda para mejorar la presentación final de este trabajo.

#### **BIBLIOGRAFIA**

- BEDIA C., LAGOS. Y SANCHEZ J. (2004) Deslizamientos rotacionales y desprendimientos de rocas en Punta Colorada, (Aplao – Arequipa). XII Congreso Peruano de Geol. Vol. Resúmenes Extendidos, p. 45-47.
- BELLIDO E. y NARVAEZ S. (1960). Geología de los cuadrángulo de Atico. Comisión Carta Geológica Nacional. Lima. Boletín N°2, 59 p.
- BELLIDO E. y GUEVARA C. (1963). Geología de los cuadrángulos de Punta Bombón y Clesesí. Comisión Carta Geológica Nacional. Lima. Boletín N°5, 92 p.
- GUIZADO J. (1968) Geología del Cuadrángulo de Aplao. Lima, Perú: Ministerio de Obras Públicas, Servicio de Geología y Minería. 50p.
- JACAY J., BULOT L., MORENO K., SEMPERE T. (2006) Aspectos sedimentológicos del Jurásico-Cretáceo (Grupo Yura) en el área del valle de Majes (Arequipa). XIII Congreso Peruano de Geol. Vol. Resúmenes Extendidos, p. 543-546.
- MAROCCO R. (1984) Dynamique du remplissage d'un bassin intramontagneux cénozoïque Andin. Le bassin de Moquegua (sud du Pérou). Cah. ORSTOM. Paris. 14 (sér. géol). 1/7-140.
- MAROCCO R. DELFAUD, J. Y LAVENU, A. (1985) Ambiente deposicional de una cuenca continental intramontaña andina: el grupo Moquegua, sur del Perú. Primeros resultados, Boletín de la Sociedad geológica del Perú, Lima, 75 p. 73-90.
- PALACIOS O. y KLINCK B. (1988) Evidencias de un embalse volcánico en el Valle del Colca. Boletín de la Sociedad geológica del Perú, Lima, 78 p: 237-244.
- PECHO V. & MORALES (1969) Geología de los Cuadrángulos de Camana y La Yesera Bol. Carta Geol. Nac. N° 21.
- THOURET J.-C., WÖRNER G., SINGER B., ZHANG X., GUNNELL Y., SOURIOT T., (2007). Chronologic and stratigraphic constraints on miocene uplift and valley incision in the Central Andes. Earth Plan Sci Letters, 263, 3-4, 151-166. [doi:10.1016/j.epsl.2007.07.023](https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.07.023).
- VICENTE J.C., BEAUDOUIN B., CHÁVEZ A., LEÓN I. (1982). La Cuenca de Arequipa (Sur Perú) durante el Jurásico-Cretácico Inferior. 5th Congreso Latinoamericano de Geología. Buenos-Aires 1981, 1, 121-153.