

## **EL DESLIZAMIENTO SAN MARTÍN DEL DISTRITO DE PAITA: MEDIDAS DE CONTROL Y ESTABILIZACIÓN PARA UN MANEJO AMBIENTAL SUSTENTABLE**

Renato Umeres Cáceres M.Sc. y Manuel Rodríguez Murillo.

Universidad Nacional de Piura – Facultad de Minas. Email: [rumeresc@hotmail.com](mailto:rumeresc@hotmail.com)

### **RESUMEN**

En el puerto de Paita, principal zona industrial y portuaria del Departamento de Piura, antes del año 2004, se han evidenciado la generación de movimientos en masa por efecto de infiltraciones de aguas residuales tratadas, las mismas que afloran a una altitud de 55 m.s.n.m., provenientes del efluente de un conjunto de 12 lagunas de oxidación ubicadas a una altitud de 76 m.s.n.m.; los mismos que afectan a rocas sedimentarias de la Formación Chira – Verdún, de edad terciaria superior (Palacios, 1994).

Los Deslizamientos rotacionales de San Martín y La Piscina, afectan unidades de la Formación Chira – Verdún superior e inferior, en una área aproximada de 30 900 m<sup>2</sup>, representados por areniscas, lodolitas y micro conglomerados del miembro superior y lutitas del miembro inferior.

La Vulnerabilidad física de las poblaciones de San Martín, Ampliación y La Piscina, están ligados principalmente a la inestabilidad de taludes (Degraff, 1978), por efecto de las filtraciones de aguas en un caudal de 5,5 litros/seg., situación que se agrava en los meses de enero a marzo, por la presencia de lluvias de verano.

### **INTRODUCCIÓN**

En la zona de influencia del Distrito de Paita y específicamente en el sector comprendido entre las quebradas San Martín y La Piscina, se han generado dos deslizamientos durante los veranos posteriores al 2004, generados por el humedecimiento de las unidades rocosas de naturaleza sedimentaria, por aguas de infiltración, cuya fuente es atribuida al efluente de las lagunas de oxidación ubicadas en la zona alta de Paita, el mismo que hasta la actualidad viene de manera permanente saturando materiales arenosos y arcillosos con un caudal de 5,5 litros/seg., en superficies cada vez más crecientes, afectando a viviendas asentadas en las quebradas aguas abajo y generando también el discurrir de aguas por los sectores de San Martín Central, San Martín Ampliación, llegando inclusive a la fecha al casco urbano del Distrito de Paita.

Dada la importancia económica y turística de la zona, se hace necesario realizar los estudios que permitan conocer las causas que originaron los deslizamientos y definir las características del cuerpo deslizado y definir las medidas correctivas que permitan su estabilización (Aramayo, 1999) y reuso como suelo de fundación tanto para viviendas, infraestructura vial, recreativa y paisajística, en base a un trabajo de zonificación.

Siendo los deslizamientos fenómenos naturales originados por la influencia de tres factores fundamentales (Carrara, 1976), una vez conocidos, pueden ser controlados aplicando medidas que en nuestro país datan desde la época del incanato, corregidas y aumentadas con el desarrollo de la tecnología constructiva actual y ponerla al servicio del hombre y la sociedad en su conjunto en condiciones de mayor seguridad; mejorando por lo tanto su calidad de vida, respetando los procesos propios de nuestro planeta tierra.

De acuerdo a las investigaciones realizadas en el campo y laboratorio, se ha podido determinar la fuente de alimentación del agua de infiltración, la misma que proviene del efluente de las lagunas de oxidación de la ciudad de Paita, ubicadas al SW de la Quebrada San Martín a una altitud de 76 m.s.n.m., la misma que discurre primero sobre terrenos de naturaleza sedimentaria lutítica de buena porosidad y baja permeabilidad, correspondiente a la unidad Chira – Verdún Inferior y después discurre a modo de acuífero en terrenos sedimentarios de tipo areniscas gravosas a conglomerádicas de la unidad Chira – Verdún Superior, de buena

porosidad y permeabilidad, afectadas a su vez por un fallamiento de tipo normal escalonado, que le otorgan un control estructural, que permitió el afloramiento de aguas de surgencia a la cota de 55 m.s.n.m.

El volumen de material deslizado se ha calculado en base a las excavaciones superficiales y trincheras naturales en 305 725,17 m<sup>3</sup> para el deslizamiento San Martín y 407,55 m<sup>3</sup> para el deslizamiento La Piscina, los mismos que deben ser previamente secados en función a la impermeabilización del cauce del efluente y estabilizarla con muros de contención escalonados.

El deslizamiento San Martín, presenta una longitud de 205,56 m., ancho de 146,53 m. y espesor de 10 m.; y el deslizamiento La Piscina, muestra un largo de 30,56 m. y 16,57 m., de ancho, con un espesor promedio de 1,00 m.; los mismos que permitieron planificar una malla de muestreo empírico del tipo rectangular.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología utilizada se puede definir como del tipo aplicado, inductivo - deductivo así como cualitativo y cuantitativo como transversal; fundamentado en las observaciones directas de campo y determinaciones de propiedades físico mecánicas de los materiales (Umeres,1998), utilizando equipos de campo y laboratorio de la Universidad Nacional de Piura, destacando los equipos de: penetración estándar (SPT), corte directo, consolidación unidimensional, Casagrande, juego de tamices gruesos y finos, balanza de precisión (0,01), balanza de 3 brazos capacidad 10 Kg., Estufa de 110°C y Brújula, así como cámara fotográfica.

Realizadas las excavaciones de campo en número de 10, distribuidos en la zona de estudio con una malla rectangular, se procedió a la toma de muestras de rocas y suelos alterados e inalterados para su ensayo en el laboratorio, siendo el muestreo capa por capa, obteniéndose un promedio de dos capas por calicata, con excepción de la trinchera que permitió una investigación de hasta los 10,30 m. de profundidad y definir la secuencia y tipología de los materiales, tales como: CH, CL, SC, SP – SM y SP.

## RESULTADOS

De acuerdo a las investigaciones de campo y evaluación de los ensayos de laboratorio, referentes a las propiedades físico mecánicas de los materiales y las características hidrogeológicas, se han determinado las unidades geológicas que funcionan como acuífero y acuícludo, siendo respectivamente las areniscas gravosas del miembro Superior y las lutitas del miembro inferior; cuyas propiedades índices e hidrogeológicas se pueden apreciar en los cuadros 1, 2 y 3.

*Cuadro 1. Propiedades Índices de las Unidades Estratigráficas*

Unidades Estratigráficas	Propiedades Físico - Mecánicas de las Unidades					Tipo de Suelo - Sucs.
	Peso Volumétrico	Contenido de Humedad	Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice Plástico %	
Lutitas de la Formación Chira Verdún Inferior	1,65	37,30	76,85	32,89	43,96	CH
	1,66	37,20	51,90	32,24	19,66	CL
Areniscas Formación Chira Verdún Superior	1,62	37,20	27,50	16,74	10,76	SC
	1,61	36,50	30,95	24,11	6,84	SC
Tablazo Talara	1,64	5,50	N.P.	N.P.	N.P.	SP-SM.
Tablazo Talara	1,60	4,30	N.P.	N.P.	N.P.	SM

*Cuadro 2. Hinchamiento Libre y Límites de Contracción de Lutitas*

Calicata	Hinchamiento Libre (%)	Contracción (%)	Peso Volumétrico
C - 1	8,50	7,70	1,65 gr/c.c.
C - 2	9,10	8,80	1,65 gr/c.c.
C - 3	9,20	8,70	1,66 gr/c.c.
C - 4	8,90	7,85	1,65 gr/c.c.
C - 5	9,50	8,85	1,67 gr/c.c.
Acuífero : Lutitas Formación Chira – Verdún Inferior			Espesor : > a 10 m.

*Cuadro 3. Características Litológicas e Hidrogeológicas de las Unidades*

Calicata	Unidad Estratigráfica	Tipo de Roca
C - 1	Formación Chira – Verdún Superior	Areniscas gravosas
C - 1	Formación Chira – Verdún Inferior	Lutitas plásticas
C - 2	Formación Chira – Verdún Superior	Areniscas arcillosas
C - 2	Formación Chira – Verdún Inferior	Lutitas marrones
C - 3	Formación Chira – Verdún Superior	Areniscas limosas
Acuífero: Formación Chira – Verdún Superior		Espesor : 0.60 m.

Se ha podido determinar diferencias entre las propiedades de pH y Conductividad eléctrica de las aguas del efluente de las Lagunas de Oxidación y las aguas filtradas naturalmente, las que arrojan los siguientes valores : Aguas del Efluente: Color Violáceo, pH = 7.25, C.E. = 7.25 milisiemens/cm., y Aguas del Efluente Filtradas (Surgencias) : pH = 7.16 , C.E. = 17.73 milisiemens/cm.

## DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece que, la fuente de alimentación de las aguas surgentes en las Quebradas San Martín y La Piscina es el efluente de las Lagunas de Oxidación ubicadas al SW de las Quebradas en el tablazo de Paita, a una cota de 76 m.s.n.m., comparada con los 55. m.s.n.m. de las surgencias en la Quebrada San Martín; la misma que discurre a tajo abierto, sobre material de porosidad y permeabilidad buenas, favorecidas además por la inclinación de las capas de areniscas gravosas a conglomerádicas de la Formación – Chira – Verdún Superior y la presencia de fallas normales escalonadas, tal como se puede apreciar en la sección estructural. Así mismo las condiciones de humedad de los terrenos terciarios han sido modificados hasta el grado de saturación, lo que en conjunto con las características topográficas y litológicas han originado los deslizamientos rotacionales de San Martín y La Piscina; dejando como posibilidad en el futuro la generación de nuevos deslizamientos en zonas de afloramiento de aguas, las mismas que contabilizadas arrojan un número de 23 puntos de surgencia.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El contexto geológico de la zona de estudio esta determinado por la presencia de rocas de tipo areniscas gravosas a conglomerádicas suprayaciendo a lutitas de la Formación Chira – Verdún de edad terciaria y, cubiertas en discordancia paralela por coquinas y arenas de grano medio a grueso de mediana compacidad del Tablazo Talara de edad Pleistoceno, así como material coluvial y fluvial del cuaternario, constituidas mayormente por sedimentos areno limosos a arcillosos, de baja compacidad.

Las rocas terciarias descritas anteriormente, se encuentran afectadas en su conjunto por fallamientos de tipo normal escalonado a conjugado y presencia de fallas antitéticas por rotación.

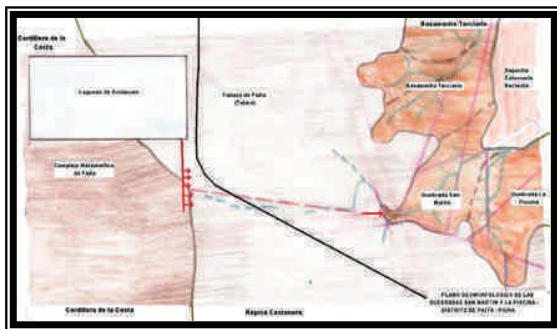
Tanto las características litológicas de las unidades y el control estructural han sido los factores fundamentales en la infiltración, flujo y surgencia de las aguas provenientes del efluente a tajo abierto de las Lagunas de Oxidación, ubicadas a una cota más alta respecto de las Quebradas San Martín y La Piscina. Esto permitió la

circulación de las aguas a través de las areniscas gravosas a conglomerádicas y de este modo incrementar el contenido de humedad, hasta la saturación; originando la pérdida de cohesión de los materiales terciarios y cuaternarios en su conjunto lo que desencadenó el deslizamiento, que se vio favorecido además, por las condiciones topográficas. El deslizamiento afectó a las poblaciones asentadas aguas abajo.

Se recomienda como primera medida, la impermeabilización del cauce del efluente y la construcción de un reservorio regulador para el uso de las aguas filtradas en programas de arborización de la parte alta o Tablazo de Paita y permitir el secado de los materiales, para su estabilización.

## REFERENCIAS

- Aramayo Daniel (1999); Problemas de Estabilidad de Taludes en Caminos Rurales. XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Huanuco – Perú.
- Carrara A, (1976); Landslide Inventory in Northern Calabria, Southern Italy in Geological Society of American Bulletin, Vol 87,pp 1153 – 1162.
- Degraff, J.V. (1978); Regional Landslide Evolution, Utah Examples in Environmental Geology, Vol. 2,pp 203 – 214.
- Palacios Oscar (1994); Geología de los Cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada seca, Zorritos, Tumbes, Zarumilla. Ingemmet, Boletín Serie A Carta Geológica Nacional, Lima – Perú.
- Umeres Cáceres Renato (1998); La Falla Neotectónica de Máncora y su influencia en las viviendas recreativas de la playa Pocitos y Máncora Chico. Comunidad Campesina de Máncora. Departamento de Piura – Perú.



*Plano Geológico – Geomorfológico*



*Plano de Ubicación del Área de Estudio*



*Vista del Deslizamiento San Martín*



*Vista Quebrada La Piscina*