

## ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LAS LADERAS DEL BARRIO CASA BLANCA EN LA ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE QUIBDÓ, CHOCÓ, COLOMBIA

## STUDY OF STABILITY OF THE HILLSIDES OF THE NEIGHBORHOOD CASA BLANCA IN THE NORTH AREA OF THE CITY OF QUIBDÓ, CHOCÓ, COLOMBIA

JOSÉ ALBERTO CÓRDOBA ARIAS<sup>1</sup>, LUIS ALBERTO RAMOS GÓMEZ<sup>2</sup>, JIMENA BECERRA GUTIÉRREZ<sup>2</sup>,  
EDLY STELLA RENTERÍA MENA<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se realiza el análisis de la estabilidad de las laderas del barrio Casa Blanca con el fin de conocer el grado de susceptibilidad que estas poseen al deslizamiento, y proponer medidas preventivas y correctivas en los casos que sea necesario, encaminadas a evitar posibles deslizamientos catastróficos que pongan en riesgo la integridad física de las viviendas y de las personas que en ellas habitan. Se identificaron las laderas con indicios de inestabilidad presente o potencial, los materiales que las conforman, los cursos de agua superficial y subsuperficial, la cobertura vegetal y la topografía. Mediante los ensayos de clasificación y de compresión simple se determinó que las laderas del barrio Casa Blanca, están conformadas por arcillas de baja a mediana plasticidad (CL), con consistencias que van desde muy blandas hasta medianamente compactas. Con los métodos de Bishop modificado y Duncan-Buchignani, se determinó que las laderas son estables a excepción de la ladera nororiental (Talud N° 1) donde se obtuvieron factores de seguridad menores de 1.20, que es el mínimo para que un talud sea considerado como estable.

**Palabra clave:** Estabilidad; Laderas; Casa Blanca.

### ABSTRACT

It is carried out the analysis of the stability of the hillsides of the neighborhood Casa Blanca with the purpose of knowing the degree of susceptibility that these they possess to the slip, and to propose preventive measures and corrective in the cases that it is necessary, guided to avoid possible catastrophic slips that put in risk the physical integrity of the housings and of people that inhabit them. The hillsides were identified with indications of present or potential uncertainty, the materials that conform them, the courses of superficial water and subsuperficial, the vegetable covering and the topography. By means of the classification rehearsals and of simple compression one determined that the hillsides of the neighborhood Casa Blanca, they are conformed by clays of low to medium plasticity (CL), with consistencies that they go from very soft until fairly compact. With the methods of modified Bishop and Duncan - Buchignani, one determined that the hillsides are stable to exception of the northeastern hillside (Bank N° 1) where factors of security were obtained smaller than 1.20 that it is the minimum so that a bank is considered as stable

**Keywords:** Stability; Hillsides; Casa Blanca.

### INTRODUCCIÓN

El departamento del Chocó tiene un relieve variable; la mayor parte de su territorio está constituido por una llanura formada por sus principales ríos; sin

embargo hacia el oriente donde se encuentra la Cordillera Occidental, su topografía es más abrupta, presentando un relieve montañoso y escarpado y hacia el occidente, en la costa del Pacífico, aparece la Serranía del Baudó, que presenta un relieve

1. Grupo de Investigaciones de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba, Quibdó, Colombia. e-mail: joebetto987@hotmail.com
2. Estudiante del Programa de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba, Quibdó, Colombia.
3. Líder del Grupo de Investigaciones de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba, Quibdó, Colombia. e-mail: inarab1137@yahoo.es

Fecha de recibido: Noviembre 20, 2008      Fecha de aprobación: Marzo 4, 2009

constituido por colinas y montañas. De igual manera la mayor parte de la ciudad de Quibdó, tiene un relieve plano; sin embargo, en los últimos años debido a diferentes factores se ha producido una acelerada colonización de las laderas, localizadas en lo que geológicamente se conoce como la Terraza Alta de Quibdó, lo que está obligando a desarrollar técnicas para el control de deslizamientos, porque la mayoría de las construcciones quedan sobre éstas o muy cercanas a éstas. Por lo anterior, en el programa de ingeniería civil de la Universidad Tecnológica del Chocó se ha venido realizando el estudio geotécnico de estas laderas con el objetivo de conocer los factores que están generando su inestabilidad y de igual manera encontrarles las soluciones más adecuadas, teniendo en cuenta que en la mayoría de las situaciones, éstas están colonizadas por personas de escasos recursos económicos.

La necesidad de tener una vivienda y la falta de control de parte de la municipalidad, ha llevado a muchas familias a construir sus casas en zonas de laderas, sin tener en cuenta los requisitos técnicos necesarios para la construcción en estos sitios, que muchas veces presentan problemas de inestabilidad, que terminan por afectar gravemente a las viviendas con la pérdida de bienes y daños a la integridad física de sus habitantes.

El objetivo de este investigación es precisamente el análisis de los fenómenos que están produciendo inestabilidad de algunas laderas en el barrio Casa Blanca (zona norte de la ciudad de Quibdó), mediante la utilización de las teorías de Bishop y Duncan-Buchignani.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El departamento del Chocó está ubicado al noroccidente de Colombia, entre el Océano Pacífico y la Cordillera Occidental. Limita al norte con el Mar Caribe y la República de Panamá, al sur con el departamento de Valle del Cauca; al oriente con los departamentos de Antioquia,

Risaralda y Valle del Cauca y al occidente con el Océano Pacífico. Su capital Quibdó esta situada a  $5^{\circ} 4' 16''$  de latitud norte y  $76^{\circ} 40'$  de longitud oeste de Greenwich (a  $2^{\circ} 4'$  con relación al meridiano de Bogotá). Situada en la margen derecha del río Atrato, su altitud sobre el nivel del mar es de 43 m y una temperatura media de  $28^{\circ}$  C (INVIAS, 1998). La zona de estudio que comprende el área del barrio Casa Blanca esta ubicada en la zona norte de la ciudad de Quibdó (Figura 1).

**Métodos.** Con la ayuda de los líderes cívicos del barrio se empezó el recorrido por este, prestando particular atención a las laderas con hundimientos, escorrentías superficiales o subterráneas, asentamientos demográficos, cobertura vegetal, entre otros factores que pueden ser indicios de inestabilidad o que a su vez la puedan generar. Se tomó un registro fotográfico, se interrogó a los habitantes sobre anomalidades que se pudieron haber presentado en la zona, luego se procedió a determinar los lugares de extracción de las muestras teniendo en cuenta la facilidad de obtención de ellas y el no causar mayores inconvenientes en el área; en seguida se midieron las longitudes del taludes, sus ángulos de inclinación y se tomaron las coordenadas geográficas de cada uno de ellos, con la ayuda de un GPS; paralelo a esto se trajeron muestras de suelo alteradas e inalteradas, haciendo una excavación a cielo abierto y éstas eran tomadas cada que había un cambio visible en las condiciones del suelo, además se llevó un registro donde se identificaba si el suelo era de tipo natural o antrópico y todo este proceso se registró fotográficamente (Siris & Magaña 2005).

Una vez obtenidas las muestras de suelo se llevaron al laboratorio, donde las inalteradas se sometieron a pruebas de compresión simple para estar al tanto de sus características geotécnicas y las muestras alteradas se sometieron a ensayos de clasificación luego de haber sido sometidas a un secado al aire libre con el fin de conocer qué suelos conformaban los estratos de cada talud. Toda esta información se procesó para cumplir con el objetivo del trabajo que

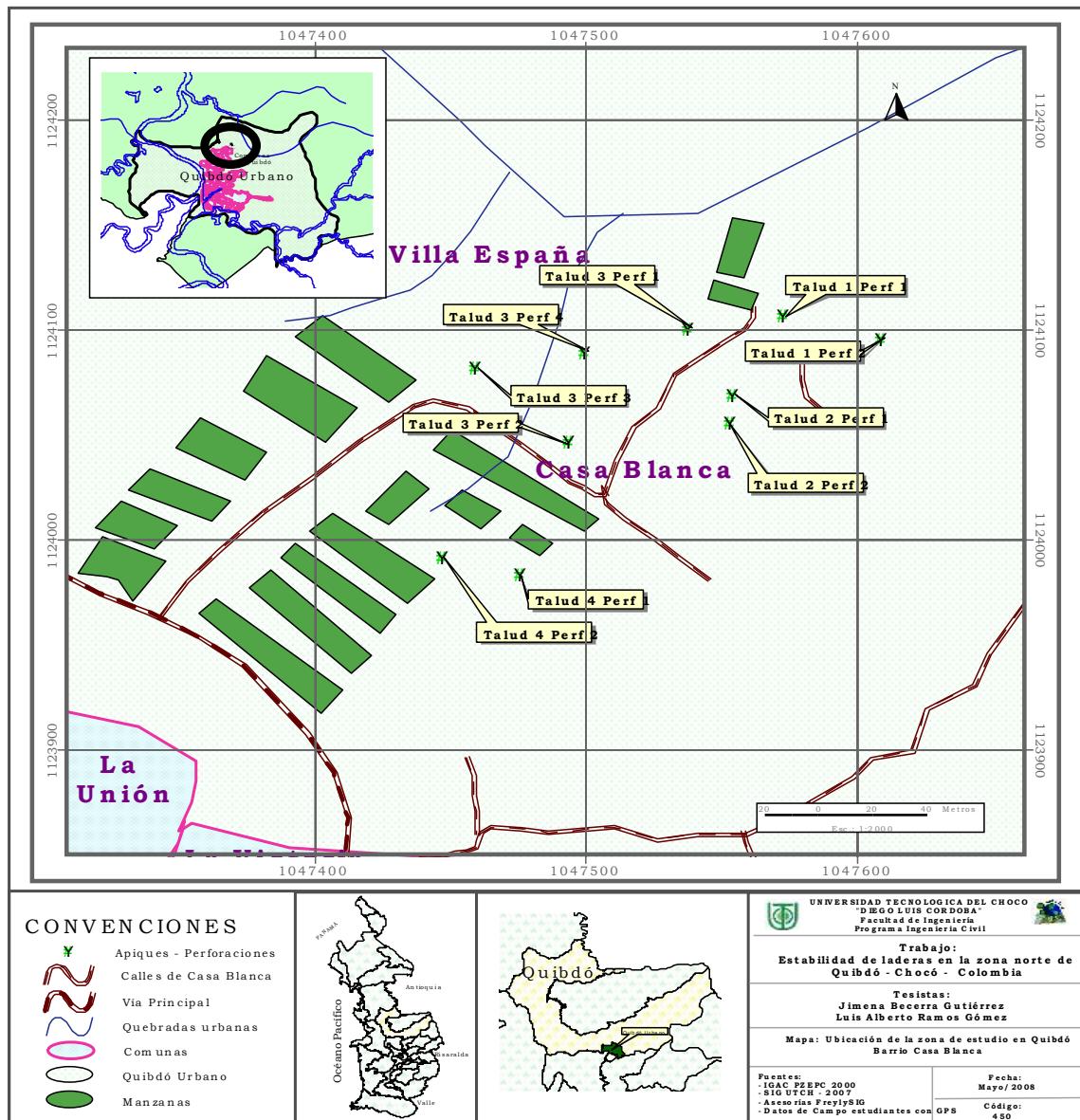


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio (SIGUTCH 2008)

era conocer el grado de estabilidad de las laderas que conforman el área de estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el barrio Casa Blanca, zona de estudio, se encontraron cuatro laderas con indicios de inestabilidad y las cuales son el objeto de este estudio. Para efectos de identificación, los taludes se enumeraron del uno al cuatro, de acuerdo con el orden en que

fueron extraídas las muestras (Figura 1) y el análisis de estabilidad se realizó con los métodos de Bishop modificado y de Duncan-Buchignani.

En el área de estudio (Barrio Casablanca), el material predominante fue una arcilla de baja a media plasticidad (CL), encontrándose algunos estratos de materiales disímiles, como arena mal gradada (SP), arcilla de alta plasticidad (CH) y limo de baja compresibilidad (ML) (Figura 2).

**Tabla 1**  
**Resultados del Talud N° 1**

<b>Altura promedio</b>			<b>16 m</b>
Ángulo de inclinación promedio			18,5°
Límites de consistencia			Clasificación USCS
LL	LP	IP	CL
48	23,66	24,34	

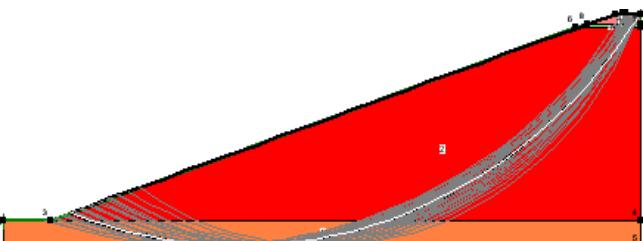
**Tabla 2**  
**Resultados del Talud N° 2**

<b>Altura promedio</b>			<b>8 m</b>
Ángulo de inclinación promedio			25°
Límites de consistencia			Clasificación USCS
LL	LP	IP	CL
43,5	28,79	14,71	

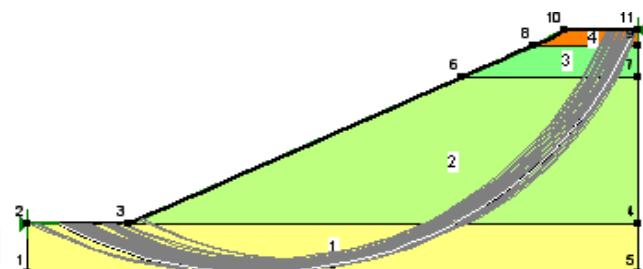
Este talud está conformado por una CL y posee las siguientes características: peso unitario promedio 17,12 KN/m<sup>3</sup>, resistencia al corte promedio 13,30 KN/m<sup>2</sup>, altura 16 m y ángulo de inclinación medio de 18,5°. Los factores de seguridad para este talud analizado con los métodos de Bishop modificado y de Duncan-Buchignani, fueron 0.833 y 0.46 respectivamente (Figura 2, Tabla 1) (Das & Braja 2001).

Este Talud N° 2 está conformado por una CL y posee las siguientes características: peso unitario promedio 17,25 KN/m<sup>3</sup>; resistencia al corte promedio 19,74 KN/m<sup>2</sup>; altura 8 m y ángulo de inclinación medio de 25°. Los factores de seguridad para este talud analizado por los métodos de Bishop modificado y de Duncan-Buchignani, fueron 1,314 y 1,03 respectivamente (Figura 3, Tabla 2) (Das & Braja, 2001).

El Talud N° 3 está conformado por una CL y posee las siguientes características: peso unitario promedio 16,76 KN/m<sup>3</sup>; resistencia al corte promedio 27,59 KN/m<sup>2</sup>; altura 6 m y ángulo de inclinación



**Figura 2.** Talud N° 1

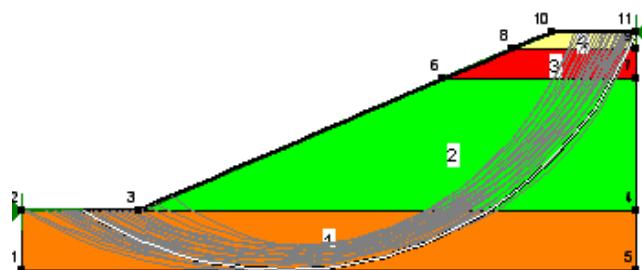


**Figura 3.** Talud N° 2

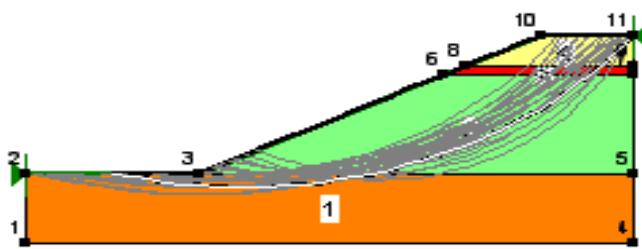
medio de 23°. Los factores de seguridad para este talud analizado por los métodos de Bishop modificado y de Duncan-Buchignani, fueron 1,639 y 1,88 respectivamente (Figura 4, Tabla 3) (Das & Braja, 2001).

El Talud 4 está conformado por una CL, y posee las siguientes características: peso unitario promedio 16,84 KN/m<sup>3</sup>; resistencia al corte promedio 38,68 KN/m<sup>2</sup>; altura 4 m y ángulo de inclinación medio de 27°. Los factores de seguridad para este talud analizado por los métodos de Bishop modificado y de Duncan-Buchignani, fueron 1,639 y 1,88 respectivamente (Figura 5, Tabla 4) (Das & Braja, 2001).

Las buenas condiciones geotécnicas que presentan los estratos base de los taludes dos, tres, cuatro y las bajas inclinaciones de estos, tienen una influencia positiva en el factor de seguridad del talud; caso contrario el talud número uno que a pesar de presentar una inclinación baja, la resistencia al corte es muy pequeña en el estrato base, hecho que influye negativamente, tal como se evidencia en los resultados del análisis.

**Figura 4.** Talud N°3**Tabla 3**  
**Resultados del Talud N° 3**

Altura promedio	6 m
Ángulo de inclinación promedio	23°
Límites de consistencia	Clasificación USCS
LL LP IP	CL
45,5 37,36 8,17	

**Figura 5.** Talud N° 4**Tabla 4**  
**Resultados del Talud N° 4**

Altura promedio	4 m
Ángulo de inclinación promedio	27°
Límites de consistencia	Clasificación USCS
LL LP IP	CL
38,6 25 13,6	

De acuerdo con los factores de seguridad obtenidos del análisis de estabilidad, es evidente que los taludes objeto de estudio, son estables excepto el primero. En este primer talud están en riesgo diez viviendas porque aquí se presentan deslizamientos menores y hundimientos del terreno, además de haber resultado inestable en el análisis.

El barrio Casa Blanca está formado por arcillas inorgánicas de mediana a baja plasticidad (CL), presentándose algunos materiales disímiles como limos de baja compresibilidad (ML), que no tienen influencia relevante para el análisis, siendo las arcillas las predominantes en el barrio como es común en la zona nororiental de la ciudad de Quibdó.

La ocurrencia de los deslizamientos se asocia más bien con las prácticas inadecuadas de construcción de viviendas. Es así, como en este proceso se acostumbra a acumular el material proveniente de los cortes realizados a las colinas, en los taludes naturales que quedan en la parte trasera de los terrenos, además de esto, para nivelar el terreno de construcción se trae material de préstamo de otros sitios y se deposita sobre el talud; obviamente la acumu-

lación de estos materiales sueltos se realiza sin ningún control técnico que los haga aptos para la construcción de las viviendas o de parte de ellas, ni de ninguna mejora de la superficie natural, la cual por la forma como se disponen estos materiales se convierte en una superficie de deslizamiento; además de esto se aumenta el peso sobre el talud y la inclinación de este, lo cual incide desfavorablemente en su estabilidad (Cujar, 2008).

## CONCLUSIÓN

Las laderas del barrio Casa Blanca que es el área del presente estudio, en las condiciones actuales presentan una situación de estabilidad que cumple con las exigidas por la norma, pues los factores de seguridad (FS) calculados, resultaron mayor que los factores mínimos ( $FS > 1.20$ ), para este tipo de laderas, haciendo la salvedad en la ladera nororiental, la cual sí es inestable porque presenta un  $FS < 1.20$  y se debe estabilizar en el menor tiempo posible utilizando alguno de los métodos de estabilización mencionados en la literatura.

#### LITERATURA CITADA

- **Carabalí, F.** 2008. *Sistemas de información geográfica de Quibdó*. SIGUTCH, Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba, Chocó.
- **Cujar-Coutin, O.** 2008. *Informe geotécnico del deslizamiento del barrio Las Américas de la Ciudad de Quibdó*. Quibdó: Oficina de Atención y Prevención de desastres.
- **Das-Braja, M.** 2001. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. México, DF: Internacional Thompson Editores, S.A.
- **Instituto Nacional de Vías.** 1998. *Geotécnia vial*. Manual de estabilidad de Taludes. Bogotá: INVIA.
- **Mosqueram Q., D. Siris, N. Magaña.** 2005. *Estudio de la estabilidad de los taludes en la carretera Yuto-Certegui*. Trabajo de grado, Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba, Quibdó.