

**Estudio de fenómenos gravitacionales en la provincia Guantánamo. Contribución a la gestión de riesgos de desastres.**

**Study of gravitational phenomena in Guantanamo province. Contribution to disaster risk management.**

**Autores:** M Sc. Guillermo Lemes-Mojena<sup>1</sup>, M Sc. Omar Cantillo Ferreiro<sup>2</sup>, M Sc. Joel Fulgencio Gómez- Rodiles<sup>3</sup>, Dr. C. Fernando Guash-Echevarría.

**Organismo:** Unidad de Medio Ambiente, CITMA Guantánamo Cuba.<sup>1</sup> Delegación del CITMA, Guantánamo, Cuba.<sup>2</sup>, Unidad de Medio Ambiente, CITMA Guantánamo Cuba<sup>3</sup>. Centro Nacional de investigaciones Sismológicas, CITMA. Santiago de Cuba, Cuba.

**E-mail:** [delegadogtm@citma.gtmo.inf.cu](mailto:delegadogtm@citma.gtmo.inf.cu), [lemes@citma.gtmo.inf.cu](mailto:lemes@citma.gtmo.inf.cu)

**Resumen.**

Los registros que se realizan en Cuba sobre los procesos y fenómenos gravitacionales carecen de sistematicidad, esto no permite evaluar de modo preciso sus impactos y consecuencias por lo que el objetivo principal de la investigación es elevar la percepción de riesgo de desastres por fenómenos gravitacionales en la población de la provincia Guantánamo. La metodología básica para el estudio de los movimientos gravitacionales fue la elaborada por los expertos convocados por la Agencia de Medio Ambiente de Cuba, para los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo por deslizamiento con algunas modificaciones dadas por las peculiaridades geológicas y del relieve de este territorio. Se constató que la provincia muestra alta susceptibilidad a la ocurrencia de eventos gravitacionales que potencialmente pueden generar impactos importantes sobre las personas y la infraestructura. La alta susceptibilidad está relacionada con la geografía compleja, con relieve abrupto de grandes pendientes y por la complejidad litoestructural.

**Palabras clave:** fenómenos gravitacionales; gestión de riesgos; desastres.

**Abstract.**

The records are held in Cuba on processes and gravitational phenomena lack of systematic, it can not assess accurately the impacts and consequences so that the main objective of the research is to raise awareness of disaster risk gravitational phenomena in the Guantánamo population of the province. The basic methodology for the study of gravitational movements was compiled by its experts convened by the Environment Agency to Cuba, for studies of Hazard, Vulnerability and Risk sliding with some modifications given by the geological and topographical peculiarities of this territory. It was found that the province shows high susceptibility to the occurrence of gravitational events that can potentially generate significant impacts on people and infrastructure. The high susceptibility is related to the complex geography, rugged terrain with steep slopes and the litoestructural complexity.

**Keywords:** gravitational phenomena; risk management; disasters.

## **Introducción.**

Los fenómenos gravitacionales (deslizamiento, caída de bloques, etc.) constituyen peligros geológicos de alta relevancia, estos están asociados fundamentalmente a procesos geodinámicos exógenos como las lluvias intensas que facilitan la inestabilidad de las laderas y taludes. Los sismos de diferentes orígenes y el factor antropogénico pueden actuar como catalizadores o disparadores violentos de los movimientos gravitacionales con carácter circunstancial.

En países de la región, centroamericana como Guatemala, El Salvador estos fenómenos ocasionan grandes pérdidas de vidas humanas y materiales que hacen que se comprometa en muchos casos la estabilidad de dichas naciones llegando al estado de desastre nacional.

Los registros que se realizan en Cuba sobre los procesos y fenómenos gravitacionales carecen de sistematicidad, lo cual no ha permitido evaluar de modo preciso sus impactos y consecuencias, tanto a través del tiempo como en cada lugar donde estos han ocurrido, cuestión que guarda relación, con el bajo nivel de percepción de riesgo de desastre por esta causa.

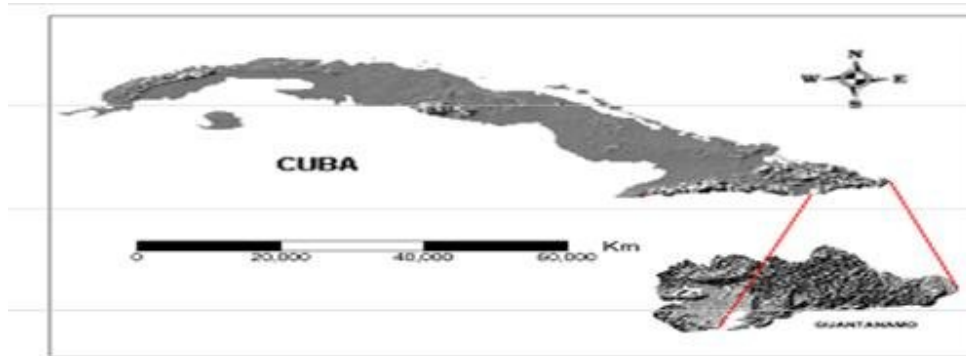
La topografía generalmente llana de Cuba la hace menos susceptible al riesgo de ser impactada por este tipo de fenómeno natural, esto no es así en su región oriental, en especial la provincia Guantánamo que cuenta con un 75% de su territorio constituido por cadenas montañosas, con condiciones edafoclimática, geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas muy complejas, además con una actividad sísmica de las más notables del contexto nacional.

Este trabajo tiene los siguientes objetivos: elevar la percepción de riesgo de desastres por fenómenos gravitacionales en la población de la provincia Guantánamo, aportar a los tomadores de decisiones elementos necesarios para el manejo y administración de riesgo de desastres por esta causa, en este territorio oriental de Cuba, que presenta condiciones muy favorables, fundamentalmente para que ocurran deslizamientos.

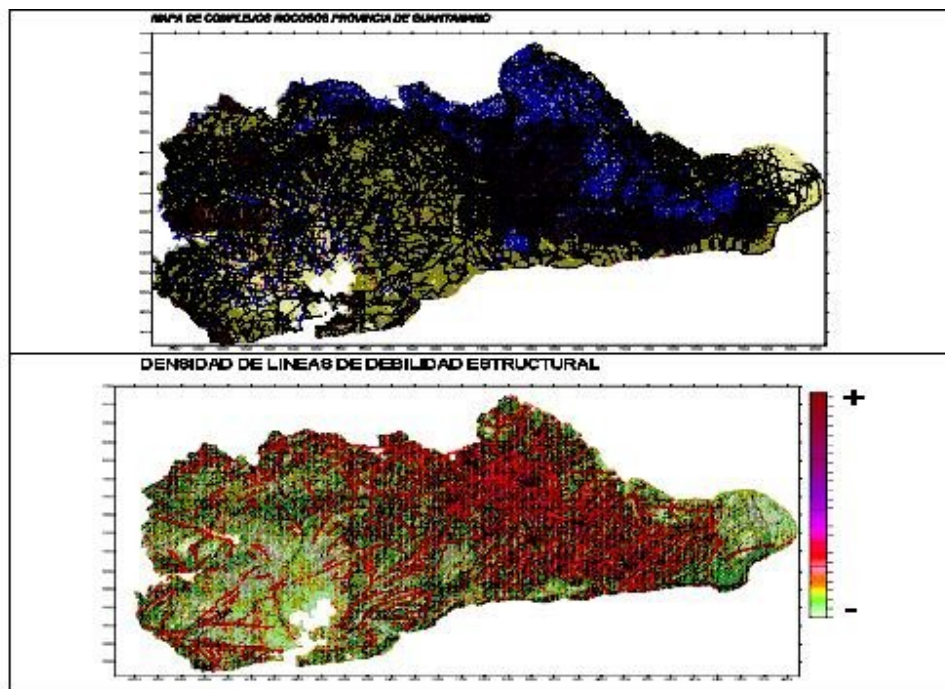
## **Desarrollo.**

### **Materiales y métodos**

La provincia Guantánamo es la más oriental de Cuba, tiene una superficie total de 6164,47 Km. (5.6% de la superficie nacional) limitada al norte por la provincia de Holguín y el Océano Atlántico, al Este por el Paso de los Vientos, al Sur por el Mar Caribe y al Oeste por la Provincia Santiago de Cuba (el 75,7% de la provincia Guantánamo está constituido por alturas y montañas). Sobre este espacio corren aproximadamente 101 ríos con más de 600. La precipitación media anual de la provincia oscila entre 1600 y 1800 *mm/año*, teniendo como característica principal la presencia de los extremos lluviosos del país al Norte y Noreste se destaca la zona más húmeda con valores de la zona más húmeda del país con valores de hasta 3500 *mm/año* y en la zona costera Sur la cantidad de lluvia anual llega a ser inferior a los 600 mm.



En el orden de las variables geológicas el estudio de los movimientos gravitacionales en la provincia Guantánamo tuvo en cuenta la estratigrafía (Cobiellas, 1984; Quintas, 1989), la cual permitió comprender las principales características de los complejos de rocas presentes en el territorio y establecer criterios de susceptibilidad a partir de los tipos litológicos, y la estructura (Cordovez, 2010) que evidenció la ocurrencia en el tiempo de episodios tectónicos que se han superpuesto afectando la distribución de los complejos rocosos y sus propiedades geotécnicas.



El análisis hidrológico permitió caracterizar las precipitaciones, para esto se empleó el mapa isoyético de 60 años (Fernández y Maximova 1992) con el que se realizó el modelo digital de lluvia. Según este mapa los mayores valores de precipitación, 3400 mm/año, ocurren en las zonas más elevadas del terreno y mínimas de 960 mm/año al Sur de esta, los valores más bajos en la zona costera sur con valores medios hiperanuales que pueden ser inferiores a los 400mm. Desde el punto de vista temporal, al no disponer de la información necesaria para realizar un estudio de detalle de la distribución interanual de la humedad de los suelos, se utilizó la información dada en la regionalización hidrológica de las provincias orientales

(Fernández, 1990). No se contó con la información hidrogeológica suficiente, no obstante se realizó un procesamiento preliminar atendiendo a la susceptibilidad a los movimientos gravitacionales en los diferentes complejos litológicos de la provincia.

Se realizó el levantamiento y mapificación de los deslizamientos ocurridos en la provincia los cuales aportaron evidencias importantes sobre los principales mecanismos de fallo y las zonas donde estos eventos han tenido mayor incidencia.

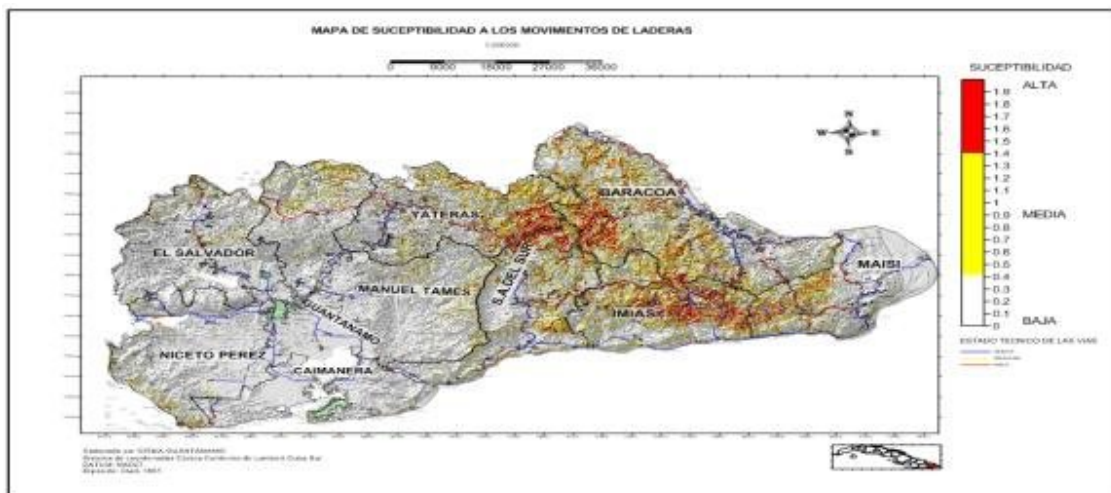
En la realización de este estudio se tuvieron en cuenta las investigaciones geológicas realizadas por Cobiellas y Quitas en sus respectivas tesis de doctorados (1984 y 1989). Los mapas a escala 1:50 000 realizadas por estudiantes del ISMMM, en la zona de Arenal de Yateras, San Antonio del Sur y Sabanalamar. Los Mapas Geológicos 1:250 000 y 1:100 000 del IGP. Mapa de suelo convertido a SUCS Astraín 2006. Imágenes satelitales LANDSAT de los años 1985 y 2008. El modelo digital del terreno escala 1:25 000 con paso 25 metros GEOCUBA, 2008, fue utilizado para la evaluación geomorfológica y la detección de zonas de debilidad estructural.

La metodología básica para el estudio de los movimientos gravitacionales en la provincia Guantánamo fue la elaborada por los expertos convocados por la Agencia de Medio Ambiente de Cuba, para los estudios de Peligro Vulnerabilidad y Riesgo por deslizamiento con algunas modificaciones dadas por las peculiaridades geológicas y del relieve de este territorio.

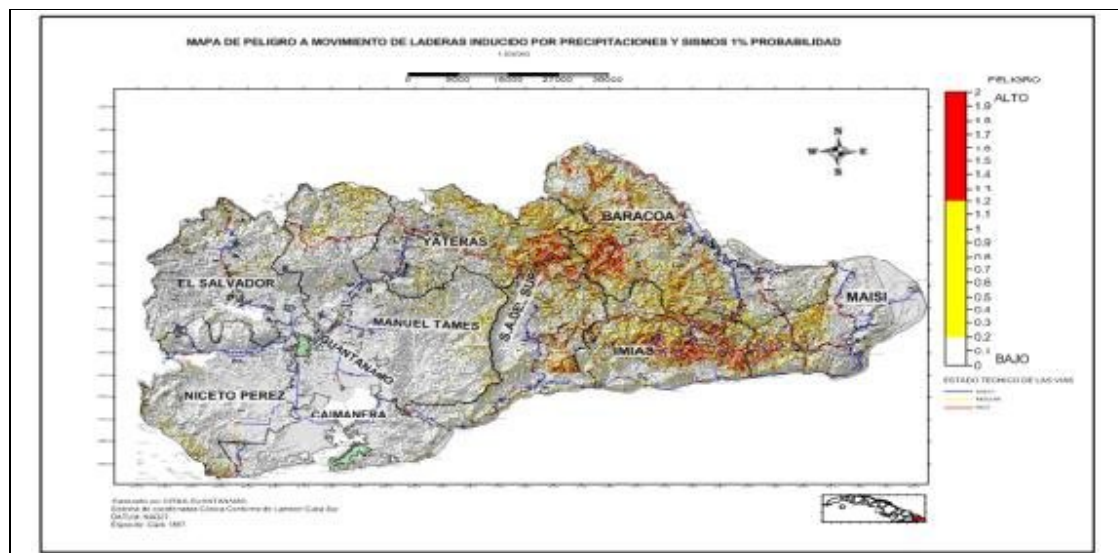
El estudio permitió determinar las zonas de susceptibilidad a los movimientos gravitacionales a partir del método de la suma ponderada de factores, el peligro incluyendo los factores de disparo (precipitaciones y sismicidad) y la vulnerabilidad, además se aportaron elementos que tributan a la elevación de la percepción de riesgo de desastres por movimientos gravitacionales en la provincia Guantánamo y la reducción de las vulnerabilidades ante estos peligros.

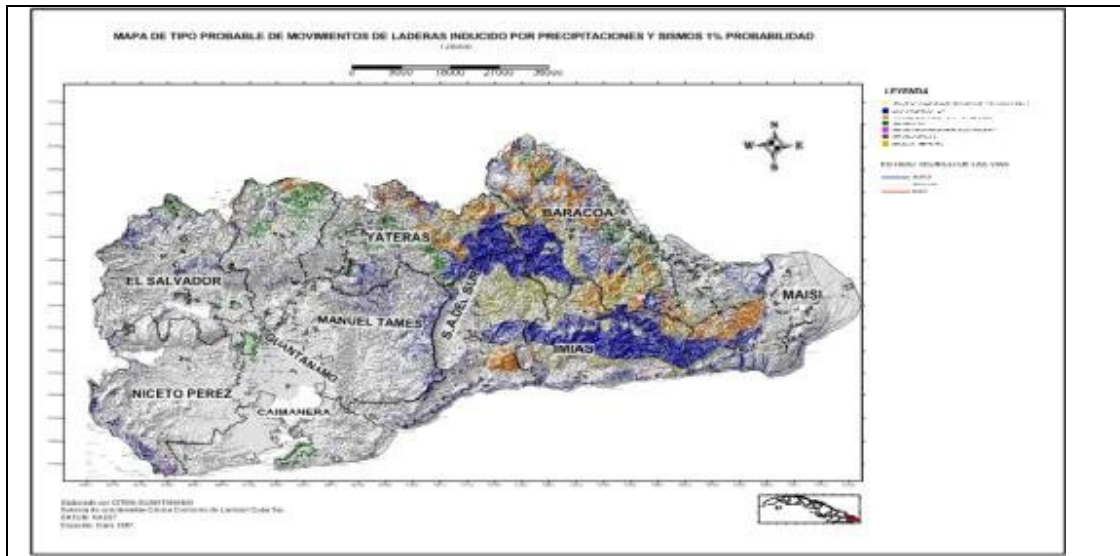
## **Resultados y discusión**

Los territorios de mayor susceptibilidad a los movimientos gravitacionales coinciden con las zonas montañosas con pendientes fuertemente inclinadas cubiertas con potentes espesores de suelo o cortezas de meteorización, además, impactada por una densa red vial. La reclasificación del mapa utilizando la información de deslizamientos históricos permitió ajustar el umbral de susceptibilidad así como la fiabilidad del mapa obtenido.

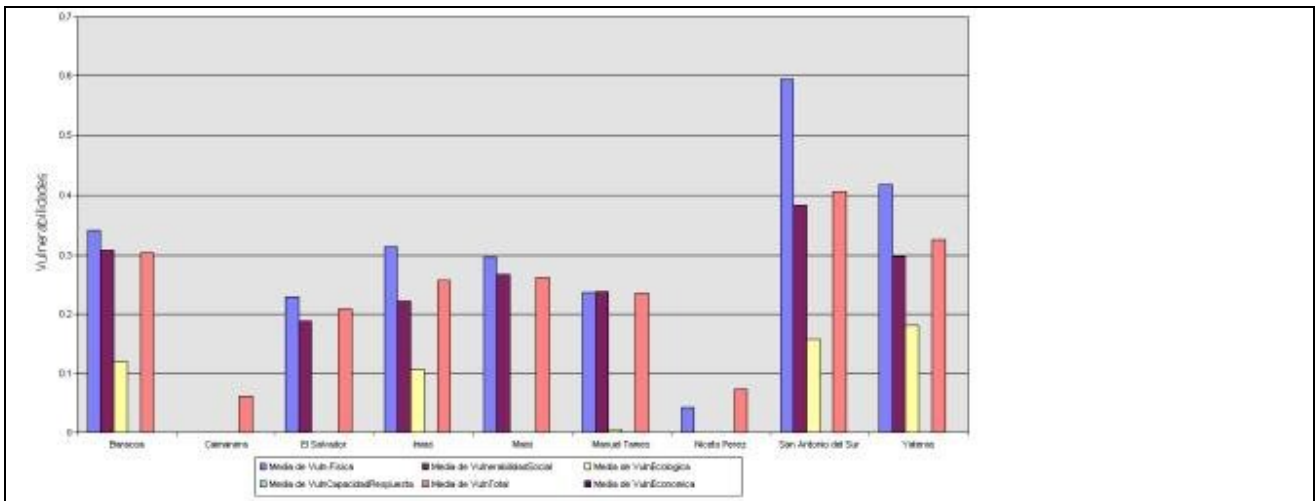


La combinación de la información sobre precipitaciones y sismos permitió definir el elemento disparador de los movimientos gravitacionales, el tipo probable de movimiento gravitacional y determinar el umbral de zonas de peligros de bajo-moderado y de moderado-alto.

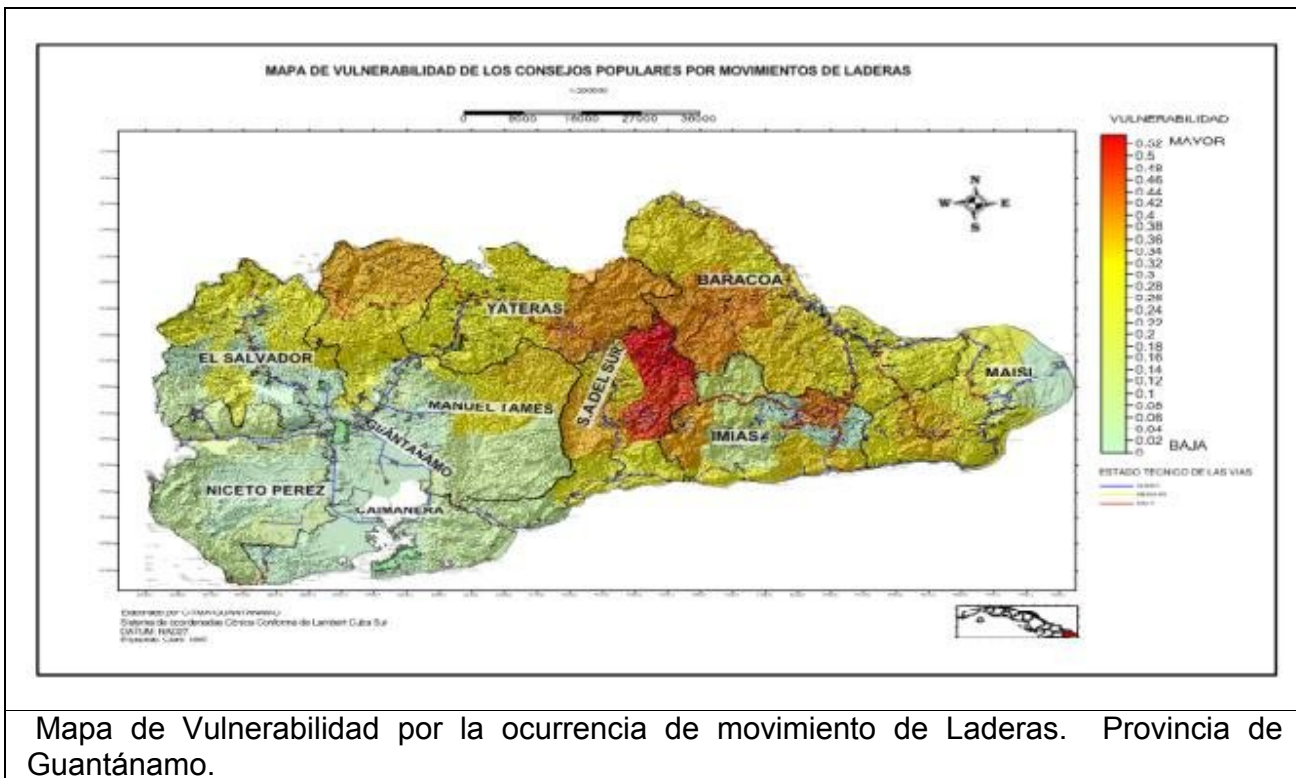




Se presentan los valores de vulnerabilidad a los movimientos gravitacionales por municipios, Los municipios más vulnerables son: San Antonio del Sur, Yateras, Maisí, Imias y Barcoa. El estudio de esta información preliminar y la consulta a los tomadores de decisión permitirán ir perfeccionando los criterios de evaluación y por tanto se obtendrá una cartografía más cercana a la realidad que contribuya a una mejor gestión del riesgo por fenómenos gravitacionales. El principal elemento que tributa al aumento de la vulnerabilidad es la exposición de la red vial existente, una densa red de caminos de montañas donde no se han respetado criterios importantes desde el punto de vista ingeniero geológico, se ha construido en zonas de debilidad estructural, contactos geológicos y en algunos casos a favor de la dirección de buzamiento de las formaciones rocosas.



Vulnerabilidad a la ocurrencia de movimiento de Laderas de los municipios de la Provincia de Guantánamo. **Nota: las barras que no se aprecian es porque la vulnerabilidad es muy pequeña.**



3. Generar metodologías que incluyan el estudio de la propagación de los movimientos gravitacionales.
4. Analizar la red del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y del Instituto de Meteorología en la provincia para configurar un sistema de observación en interés de la prevención de este tipo de riesgo.
5. Diseñar un sistema de alerta temprana para este tipo de evento.
6. Establecer un sistema coherente que garantice el intercambio de información técnica sobre el monitoreo de los fenómenos, el análisis de pronósticos y umbrales de disparo.

### **Bibliografía.**

- Almaguer (2005). Evaluación de la susceptibilidad del terreno a la rotura por desarrollo de deslizamientos en el yacimiento punta gorda.
- Baum, R. L. and Godt, J. W. (2009). Early warning of rainfall-induced shallow landslides and debris flows in the USA. *Landslides*, 7, 259–272, 14.
- Castellano, et al. (2000). *Design of a GIS-based System for Landslide Hazard Management*. San Antonio del Sur.
- Castellano, et al. (2011). *Guía de estudio PVR de deslizamientos de terreno*. AMA.
- Cobiella, et al. (1984). *Geología de la región Central y Sur Oriental de la Provincia de Guantánamo*.
- Guasch F. (2011). Conferencias sobre Gestión de Riesgos en Centro América.
- Pilar, Andrés (2008). Evaluación y Prevención de Riesgos Ambientales en Centro América.
- Quintas, F. (1989). Análisis estratigráfico y paleogeografía del Cretácico Superior y del Paleógeno de la provincia Guantánamo y áreas cercanas. Tesis doctoral, Departamento de Geología, I.S.M.M., 1989.
- Suarez. (1998). *Deslizamiento en zonas tropicales*. Colombia.

**Fecha de recibido: 14 jul. 2014**

**Fecha de aprobado: 16 sep. 2014**