



La asignatura Geotectónica y su aplicación en la defensa nacional

Janler Ramírez Durán

Idilver Urgellez Cardoza

Carrera: Ingeniería Geológica.

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: Este trabajo profundiza en la importancia de la asignatura Geotectónica, que se imparte en el segundo año de la carrera de Geología y que estudia la estructura interna de la tierra, así como su relación con la defensa nacional. Se analizan los fallamientos, deslizamientos y sismos y la importancia de su estudio para conocer fenómenos que ocurren en la naturaleza, así como las medidas para contrarrestar los daños que causan a los seres vivos y el medio ambiente en general.

Palabras clave: Geotectónica; deslizamiento; fallamiento; sismo; defensa nacional.

Geo-tectonics- National Civil Defence

Abstract: This work emphasizes on the importance of Geo-tectonics which is taught to second-year Geology students. Geotectonics studies Earth's internal structure; which is valuable information for the National Civil Defense. It analyses faults, landslides and seismic events and the importance to raise awareness of natural phenomena and corrective actions to diminish damage to human beings and the environment.

Key words: Geotectonics; slides; seism; national civil defense.

Introducción

La asignatura Geotectónica tiene como objetivo fundamental el estudio de la estructura interna de la tierra así como los fenómenos que ocurren en ella. La misma tiene gran importancia y relación con la defensa civil pues en su objeto de estudio están los volcanes, terremotos y maremotos, así como sus causas e impactos ambientales. La asignatura consta de conferencias, talleres, clases prácticas y seminarios en los que se dividen los diversos temas.

En nuestro país los fenómenos más frecuentes que aborda esta disciplina son los sismos, fundamentalmente en la zona oriental, influenciados por la actividad tectónica de la falla Batlle-Caimán. Esta estructura afecta fundamentalmente a las provincias de Granma, Santiago de Cuba y en un menor grado a Guantánamo. En el presente trabajo se hará énfasis en los sismos, los fallamientos y deslizamientos, así como en las medidas que debemos conocer al enfrentarnos a este fenómeno natural, que no es predecible, por lo que debemos estar preparados en todo momento.

La Geotectónica es una ciencia que estudia los movimientos, estructuras y dislocaciones de las placas tectónicas y bloques en la corteza terrestre. También está relacionada con otras asignaturas como Mecánica de rocas, Ingeniería geológica y Geomorfología, entre otras.

La geotectónica como ciencia

El conocimiento o el estudio de la Geotectónica es de vital importancia en los trabajos orientados a las construcciones ingenieriles, tanto militares como civiles. La tectónica

de placas establece que la corteza de la Tierra y la parte superior sólida del manto se dividen en varias placas que se mueven, chocan o se alejan en intervalos geológicos. La litosfera que constituye las placas se forma en las zonas de borde constructivo de placas, que son las dorsales de los centros de algunas cuencas oceánicas y los valles en rift de áreas continentales.

Formas en que se manifiesta la tectónica en la corteza terrestre:

- En los deslizamientos de tierras y de bloques geológicos.
- Movimientos tectónicos en la corteza terrestre.
- Fallamientos en bloques.
- Inestabilidad en la corteza terrestre.
- Terremotos.

La asignatura Geotectónica. Diseño metodológico

Objetivos de la asignatura:

- Caracterizar el campo de acción de la geotectónica y la relación con otras asignaturas de la carrera.
- Caracterizar las placas tectónicas en el planeta.
- Identificar estructuras geológicas en el campo (pliegues, fallas, deslizamientos, agrietamientos y la acción de los procesos exógenos y endógenos en la corteza terrestre).
- Identificar y evaluar los macizos rocosos.
- Caracterizar e interpretar el medio geológico como base para la ubicación de distintos tipos de obras ingenieriles; su comportamiento e impacto al medio ambiente.
- Caracterizar e interpretar mapas geológicos, tectónicos y perfiles para el desarrollo de habilidades del estudiante.

Sistema de conocimientos, habilidades y valores de la asignatura Geotectónica

Sistema de conocimientos de la asignatura

- Introducción a la Geotectónica y la Tectónica de placas. Estudio de las rocas y suelos desde el punto de vista ingenieril. Clasificación de estructura en la corteza

terrestre. Evaluación Ingeniero-Geológica del macizo rocoso. Meteorización y agrietamiento. Estudio de los modelos geomecánicos. Estudio de las propiedades físicas, acuíferas y mecánicas de las rocas. Comportamiento del macizo, cimentaciones, taludes y túneles. Criterios de estabilidad y riesgos geológicos.

- Conceptos de tectónica de placas, fallas, pliegues. Ciclo de Wilson.
- Clasificación. Fallas, pliegues, placas.
- Estudio de las propiedades físicas, acuíferas y mecánicas de los suelos.
- Estudio del comportamiento de los suelos por las estructuras geológicas.
- Evaluación de la estabilidad de los terrenos. Consideraciones finales.

Sistema de habilidades

- Clasificar los distintos tipos de estructuras geológicas desde el punto de vista geotectónico y geomecánico.
- Clasificar los macizos rocosos y recomendar su comportamiento como medio ante la actividad ingeniera.
- Determinar la vulnerabilidad de los terrenos y su estabilidad ante la actividad natural y antrópica.
- Determinar el grado de meteorización y agrietamiento y su influencia en la estabilidad de los terrenos.
- Evaluar el comportamiento de los suelos: deformabilidad, resistencia y estabilidad en el medio.
- Calcular y evaluar los procesos de estabilidad de obras sobre el terreno.

Aplicaciones de la asignatura Geotectónica en la defensa nacional

Para la construcción de obras militares encomendadas a la defensa nacional de nuestro país, como son los túneles, sitios destinados a la protección del pueblo en tiempo de guerra, así como para la protección y conservación de la técnica de combate, es decir el armamento, es necesario, a través de los conocimientos tectónicos, hacer un estudio de las rocas y suelos desde el punto de vista ingenieril.

Hay que determinar la vulnerabilidad de los terrenos y su estabilidad ante la actividad natural y antrópica, es decir, el comportamiento de los suelos: deformabilidad, resistencia y estabilidad en el medio; ya que el grado de meteorización, agrietamiento y fallamiento en un determinado lugar trae consigo una zona inestable, por lo que al

realizar una construcción en dicha área se corre el riesgo de un derrumbe, en el caso de un túnel.

Así mismo ocurre en las edificaciones militares o civiles, donde hay que tener en cuenta aspectos tales como las propiedades físicas, acuíferas y mecánicas de los suelos, así como su comportamiento a través de las estructuras geológicas. También hay que clasificar los macizos rocosos y evaluar su comportamiento ante la actividad ingeniera, pues si no se hacen estos estudios ello traería como consecuencia el hundimiento y derrumbe de estas construcciones y con ello la pérdida de cuantiosos recursos materiales y económicos.

La tectónica hay que tenerla en cuenta, además, en la construcción de carreteras que son utilizadas por los militares para transportar sus equipos de una unidad a otra por razones de seguridad u otros motivos, para que no se construyan en zonas de peligros de deslizamientos.

Fallamiento, deslizamientos y sismos

Fallamiento

Una falla es la fractura de la corteza terrestre en dos o más bloques que origina el desplazamiento horizontal o vertical de éstos. Las fallas se originan debido a las presiones que ejercen los materiales incandescentes del interior de la Tierra. El plano de falla es la superficie casi llana a lo largo de la cual se produce la fractura y el desplazamiento de los bloques rocosos.

Las fallas son muy comunes en todos los estratos deformados y también en los que no están plegados, si tomamos las diaclasas como pequeñas fallas (De Siter, 1970). Al distorsionarse las rocas hasta alcanzar nuevas formas, se comprimen en una dirección y se dilatan en una o dos direcciones perpendiculares a la primera, o bien se comprimen en dos direcciones y se dilatan en otra perpendicular a aquellas (De Siter, 1970).

Los fallamientos en bloques ocurren por los movimientos o el desplazamiento de las grietas en la corteza terrestre, trayendo como consecuencia grandes movimientos, deslizamientos de laderas, cortezas y rocas, las cuales a veces son producidas por las filtraciones de los macizos rocosos.

Las filtraciones en los macizos rocosos provienen fundamentalmente de:

- Fallas y fracturas.
- Contactos litológicos entre rocas de permeabilidades muy diferentes.
- Conductos cárnicos, los que pueden suponer un gran riesgo de filtraciones, además de ser difíciles de localizar.

Principales fallas activas en el territorio cubano

Los movimientos tectónicos en Cuba son productos del movimiento de las fallas. La zona tectónicamente activa actualmente está ubicada en las provincias orientales del país, principalmente en Santiago de Cuba, Granma y Guantánamo. La zona central y occidental no tiene registros de grandes movimientos sísmicos lo que no significa que no sea vulnerable a fenómenos naturales de esta índole.

Deslizamiento

Es el desplazamiento lento o rápido del material superficial de la corteza terrestre (suelo, arena, rocas), pendiente abajo, debido a un aumento de peso, pérdida de la consistencia de los materiales o algún otro factor que genere un desequilibrio en la ladera o en un talud artificial.

Los deslizamientos constituyen procesos de la dinámica superficial inducidos por la aceleración gravitacional, condicionada por factores geológicos, geomorfológicos y climáticos desde el punto de vista natural y por la actividad antrópica que en su proceso constructivo rompe con frecuencia el equilibrio natural en las superficies inclinadas creando taludes artificiales inestables (Rodríguez, 1998).

Los movimientos tectónicos actúan de forma directa sobre los materiales que constituyen las superficies inclinadas aumentando la fuerza motriz, al mismo tiempo que provocan la reducción de la resistencia interna del material, de forma indirecta las variaciones del manto freático originadas por estos movimientos pueden ocasionar la ocurrencia de deslizamientos por cambios en las condiciones geomecánicas del material y pérdida de la cohesión interna (Augusto, 1995).

Causas que provocan los deslizamientos:

- Pérdida del soporte lateral de un talud natural por la construcción de obras (viviendas, carreteras, canales, etc.) sin apoyo técnico.
- Sobresaturación del terreno por el agua, durante lluvias torrenciales, ruptura de un canal de irrigación o filtración de agua de lagunas en las partes altas.
- Acción de la gravedad y movimientos sísmicos.
- Vibraciones producidas por explosiones.
- Deforestación y eliminación de la capa vegetal en las márgenes de valles, quebradas o cerros.
- Presencia de zonas de debilidad (fallas, fracturas, diaclasas, etc.) que provocan inestabilidad de laderas.

Efectos provocados por los deslizamientos:

- Pérdidas de vidas humanas y pérdidas materiales.
- Daños a las obras de infraestructura (viviendas, escuelas, carreteras, canales, centrales hidroeléctricas, etc.).
- Incomunicación de pueblos.
- Represamiento y desbordamiento de ríos.

Esto hace necesario que se tomen las medidas de seguridad que permiten a la comunidad estar preparada para actuar ante un deslizamiento de tierra.

Sismo o terremoto

Un sismo ocurre cuando el movimiento relativo de dos placas litosféricas deforma la roca acumulando esfuerzo elástico, el cual es liberado cuando la masa rocosa se rompe a lo largo de una fractura o falla. El terremoto tiene lugar de la liberación de energía cuando ocurre una fractura.

Clasificación de terremotos

Los terremotos se clasifican de acuerdo con la profundidad de su foco.

1. Terremoto somero: Ocurre entre la superficie y los 70 km de profundidad.
2. Terremoto intermedio: Ocurre en el intervalo de 70 a 300 km de profundidad.
3. Terremoto profundo: Ocurre entre los 300 y los 700 km de profundidad.

El territorio cubano está considerado en la región del Caribe como uno de los más amenazados por fenómenos naturales que pueden convertirse en desastres por la magnitud de los daños y capacidad de respuesta del país a los mismos. Entre estas amenazas están consideradas las relacionadas con sismos. Los desastres causados por sismos pueden en un momento determinado constituir frenos para el desarrollo con implicaciones significativas al medio ambiente, sin embargo, también se pueden ver como oportunidades para el desarrollo.

La actividad sísmica en la región Oriental tiene como origen los movimientos tectónicos por lo cual es imprescindible el desarrollo de investigaciones dirigidas a profundizar en el conocimiento geológico y tectónico del territorio para establecer las estructuras activas y determinar los sectores de máximo riesgo sísmico.

Dentro de esas estructuras activas se encuentran las fallas Moa, Batlett-Caimán y Cauto-Nipe. La primera atraviesa sublongitudinalmente el territorio de igual nombre y a la cual se encuentran asociados espacial y genéticamente numerosos epicentros registrados por la red sismológica regional. Para la correcta caracterización de esta estructura, es imprescindible el análisis del contexto geodinámico regional y los criterios geológicos y geomorfológicos a través de los cuales se pone de manifiesto, para así determinar el patrón geodinámico de los movimientos que a través de su plano de fractura ocurren y su consecuente acción sobre los elementos en riesgo con ella asociados.

Dentro de estos riesgos se han incluido todos los daños que puede provocar el agente tectónico sobre las obras construidas por el hombre y que comúnmente se clasifican en sociales, económicas y socioeconómicas como son las carreteras, sistemas de alcantarillados, instalaciones eléctricas, conductores de agua y de productos químicos (Rodríguez, 1998).

Aspectos de la Geotectónica analizados para las construcciones ingenieriles tanto militares como civiles

Evaluación del peligro sísmico del sitio o área de estudio, en términos de aceleración, velocidad o desplazamiento del terreno, o sus valores espectrales o de la intensidad

sísmica para diferentes probabilidades y periodo de vida útil de la edificación o por medio de los registros de diseño sísmico real o sintético.

Caracterización e influencia de las condiciones ingeniero-geológicas en la variación del peligro sísmico y evaluación de la posibilidad de ocurrencia de fenómenos inducidos por las sacudidas sísmicas (agrietamiento, fallamiento, deslizamiento, licuefacción y asentamientos).

Clasificación de las construcciones y evaluación de su estado técnico constructivo.

Determinación experimental o por otros métodos de las características dinámicas (Periodo y Amortiguación) y de las propiedades físico-mecánicas de los materiales de la edificación y de los suelos.

Evaluación de la vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional, aplicando los métodos correspondientes al nivel de estudio deseado.

Estimación de los niveles de daños y las pérdidas (Riesgo).

Reducción de la vulnerabilidad y la realización del proyecto de intervención para la reducción de la vulnerabilidad.

Los estudios de geotectónica permiten que la población tome medidas ante fenómenos naturales. Entre ellas:

- No se deben construir asentamientos poblaciones cerca de lugares con riesgo de deslizamiento ni en zonas tectónicamente activas.
- Los taludes se deben forestar para evitar deslizamientos.
- En caso de deslizamiento de un talud se deben realizar empalados en toda la ladera para evitar nuevos deslizamientos.
- Cambiar el ángulo del talud en caso de que el mismo esté muy inclinado para evitar que se deslice la masa rocosa.
- No se deben construir túneles ni otras edificaciones en zonas falladas o agrietadas, pues se corre el riesgo de derrumbe.

Los movimientos tectónicos en Cuba son producto del movimiento de las fallas; la zona tectónicamente activa actualmente está ubicada en las provincias orientales del país,

principalmente en Santiago de Cuba, Granma y Guantánamo. La zona central y occidental no tiene registros de grandes movimientos sísmicos lo que no significa que no sea vulnerable a fenómenos naturales de esta índole.

Conclusiones

La aplicación de los estudios geotectónicos en las tareas ingenieriles de construcción militares propicia mayor seguridad a las obras.

Los trabajos de construcción apoyados en estos estudios permiten disminuir los riesgos de derrumbes y la destrucción de las diferentes infraestructuras.

Una buena proyección de los trabajos ingenieros-militares brinda al país una mejor preparación para la defensa nacional.

Se declararon medidas a tener en cuenta por la población ante desastres naturales asociados a los procesos tectónicos.

Recomendaciones

Recomendamos que para todas las construcciones, ya sea militares o civiles, sean tomados en cuenta los estudios geotectónicos, para disminuir los riesgos de derrumbes y destrucción de las obras construidas y así evitarle al país gastos económicos, además no se pondría en riesgo la vida humana.

Referencias bibliográficas

AUGUSTO, O. 1995: Deslizamientos. Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. Vol.1. Oficina regional de ciencia y tecnología, UNESCO.

DE SITTER, L. U. 1970: Geología estructural. Ediciones Omega, S. A. Barcelona.

RODRÍGUEZ, A. 1998: Estudio Morfotectónico de Moa y áreas adyacentes para la evaluación de riesgos de génesis tectónica. Tesis de Doctorado. Moa. 129 p.