

- Évora Capote, I. (2013). *Enfrentamiento al cambio climático: papel de las universidades y sus profesores*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Horrutiner Silva, P. (2008). *La Universidad Cubana: el modelo de formación, Curso: Introducción a los Fundamentos de la Nueva Universidad Cubana*. La Habana: Félix Varela.
- MES. (2018). *Plan de Estudios E, Carrera de Ingeniería Civil*. . La Habana : Ministerio de Educación Superior.
- Mesa Ortega, W. .. (2019). “*Tema priorizado para la educación ambiental en el Sistema Educativo Cubano: Cambio climático*”. Cuba.
- Santos Abreu, I. (2018). *La Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible en la formación del profesional. Plan E de las carreras universitarias*. . La Habana.
- Zequeira Corzo, M. (2016). *Plan de acciones para desarrollar percepción ambiental y participación ciudadana en Manejo Integrado de Zonas Costeras*.. Univercidad de Matanzas: Tesis en opción al título de Máster en Gestión y Control Ambiental.

ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN DE ASENTAMIENTOS MÁS RELEVANTES A IMPARTIR EN TOPOGRAFÍA

Est. Viviana Carmenate Mancha.

Coautores: Ing. Ernesto Romero Carmenate

ernesto.romero@umcc.cu, <https://orcid.org/0000-0001-8891-3757>

Ing. Dariel Soto Portillo

dariel.soto@umcc.cu, <https://orcid.org/0000-0001-9767-9373>

Facultad Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas. Cuba.

Resumen

A día de hoy los altos niveles de contaminación atmosféricos hacen que se incremente el compromiso de centros de estudios, organismos, empresas no estatales y sociedad en general con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Una de las vías para lograr frenar el calentamiento global es sugerir desde las actividades docentes emplear medios o equipos de bajo impacto, que garanticen igual o superior prestaciones a los tradicionales. Resulta de vital importancia la socialización de manuales y patentes para lograr el acceso a países subdesarrollado, pues sus sistemas de enseñanza carecen en gran medida de poder económico para adquirir los conocimientos. La presente ponencia, responde a la investigación de los autores, y a la necesidad de analizar los métodos de medición de asentamientos más relevantes a impartir en Topografía para que con su dominio los futuros ingenieros logren elevar los niveles de eficiencia en los proyectos cubanos. Resaltan para en el mercado internacional alternativas muy interesantes y revolucionarias, como son: Light Detection and Ranging (LiDAR), Interferogramas de Apertura Sintética (InSAR), GPS diferencial (DGPS), Celdas de asentamiento, Sonda Hidrostática de asientos y el Sistema de Control de Terraplenes.

Palabras clave: asentamientos, medición, métodos.

Abstract:

Today, the high levels of air pollution increase the commitment of study centers, organizations, non-state companies and society in general with the sustainable development goals (SDG). One of the ways to stop global warming is to suggest, from teaching activities, the use of low-impact

means or equipment, which guarantee equal or superior benefits to traditional ones. The socialization of manuals and patents is of vital importance to gain access to underdeveloped countries, since their education systems largely lack the economic power to acquire knowledge. This presentation responds to the authors' research, and to the need to analyze the most relevant settlement measurement methods to be taught in Topography so that future engineers can raise efficiency levels in Cuban projects with their mastery. Very interesting and revolutionary alternatives stand out for the international market, such as: Light Detection and Ranging (LiDAR), Synthetic Aperture Interferograms (InSAR), Differential GPS (DGPS), Settlement Cells, Hydrostatic Seat Probe and Control System of Embankments.

Keywords: measurement, methods, settlements.

Introducción

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de Naciones Unidas (ONU), establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la subscribieron y será la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión durante los próximos 15 años (CEPAL, 2018).

En el objetivo de desarrollo sostenible (ODS) # 9 se plasma la importancia de que el desarrollo tecnológico sea inclusivo y sostenible, sirviendo de herramienta hacia el desarrollo. “Los avances tecnológicos también son esenciales para encontrar soluciones permanentes a los desafíos económicos y ambientales, al igual que la oferta de nuevos empleos y la promoción de la eficiencia energética” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2010).

El papel que tienen los topógrafos con los compromisos del ODS es amplio y se sustenta en que desde la práctica, las obras civiles deben contener un carácter ambiental, social y económico. Durante el proceso de formación de pregrado es preciso concienciar a los estudiantes del impacto de su profesión.

En la Topografía día a día surgen nuevas formas a nivel mundial para medir los desplazamientos de las obras, sin embargo, en Cuba continúan empleándose los métodos tradicionales (Niveles Óticos, Teodolitos, Estaciones Totales) debido a las limitaciones tecnológicas que se poseen en el sector de las construcciones causadas por el subdesarrollo y el difícil acceso a publicaciones y cursos de posgrados internacionales por sus costos elevados. El camino correcto para estar a la par del mundo, es estudiar desde las carreras técnicas las diferentes opciones que salen al mercado y definir cuáles son más factibles emplear según las condiciones del área de estudio para cuantificar las tan desfavorables deformaciones. Por ello la presente investigación tiene como objetivo: Analizar los métodos de medición de asentamientos más relevantes a impartir en Topografía.

Desarrollo

Dentro de la amplia gama de equipos y métodos para la cuantificación de asentamientos, destacan los de mayor confiabilidad, menor consumo de recursos y bajo impacto ambiental brinda. El desarrollo de las ciencias aplicadas y las comunicaciones de los últimos tiempos permite desarrollar tecnologías que proveen posiciones con precisión milimétrica auxiliándose de filtros matemáticos, cabalmente utilizables en el control de movimientos en estructuras. A continuación se analizan métodos de medición de asentamientos más relevantes a nivel internacional.

- **LiDAR**

LiDAR (de light detection and ranging) es un tipo de tecnología la cual involucra una técnica de teledetección óptica que permite medir la distancia entre un sensor ya sea aerotransportado o

terrestres y un objeto, en el cual se utiliza la luz de un láser para obtener una muestra densa de la superficie de la tierra produciendo mediciones exactas representadas en puntos con atributos de coordenadas (X, Y, Z) (Esri, 2016).

Los principales componentes usados por el sistema LiDAR a nivel físico son: un vehículo de recolección ya sea un dron o un vehículo automotor adecuado físicamente para esta labor y un trípode, adicional a esto se debe incluir un equipo de recolección de datos o sistema de escáner laser, un sistema de posicionamiento global (GPS) y un sistema de navegación por inercia (INS), teniendo en cuenta que los vehículos utilizados son solo el medio de transporte del equipo de captura, el láser escáner realiza el barrido de información que se desea obtener, el GPS proporciona una ubicación satelital del área donde se están realizando la captura de datos dándole así una georreferenciación espacial de los datos y el sistema INS mide la rotación, inclinación y encabezamiento del sistema (Castañeda y Martínez, 2018).

Los datos LiDAR geográficos están disponibles en los formatos LAS (LiDAR Aerial Survey) o ASCII (xyz), LAS es un formato de archivo estándar del sector definido por la American Society of Photogrammetry and Remote Sensing que incluye un sistema de clasificación de puntos. Un archivo LAS al procesarse puede tener puntos clasificados como tierra árida, vegetación alta o baja, edificio, etc. (Castañeda y Martínez, 2018).

Las nubes de puntos se obtienen de datos sin formato escaneados a partir de objetos físicos como exteriores e interiores de edificios, plantas de procesamiento, topografías o elementos fabricados. Después de recopilar los datos sin formato, estos deben convertirse en archivos de nube de puntos legibles. Programas como Autodesk ReCap o Arcgis convierte datos de exploración sin formato en archivos de exploración (archivos RCS) y archivos de proyecto (archivos RCP) que hacen referencia a varios archivos RCS. Los dos formatos se pueden asociar al dibujo 3D. Después, se puede añadir una capa de nube de puntos al Administrador de visualización, donde resulta posible filtrar los datos de nube de puntos o bien aplicar estilo de color (Autodesk, 2017).

Cada punto LiDAR debe poseer una tipificación establecida que precisa el tipo de objeto que mostró el pulso láser. Los puntos LiDAR se alcanzan a catalogar en diversas categorías que contienen suelo o terreno desierto, parte superior de cubierta forestal y agua. Las disímiles clases se precisan a través de códigos numéricos de enteros en el archivo LAS.

La nube de puntos en formato LAS es útil para la generación de imágenes de intensidad; tiene una amplia utilidad para la clasificación y filtrado (automático y manual) de puntos del terreno y los ubicados por encima de éste. Es el insumo principal para la generación de MDE LiDAR en formato vectorial como el TIN (Triangulated Irregular Network) o en ráster como una malla regular de datos de elevación (Esri, 2016).

- InSAR

Los Sensores Remotos encierran un conjunto de técnicas, que elaboradas por los científicos y llevadas a cabo por instrumentos, son utilizadas para la adquisición de datos e informaciones del mundo físico a partir de la detección y medición de señales en forma de radiación, partículas y campos emanados de objetos localizados en el rango de visión de un sensor (Short, 2009).

Los sensores activos son capaces de generar su propia energía irradiándola hacia el exterior, captando y midiendo posteriormente una fracción de esta señal; capacidad que les permite trabajar aun en la oscuridad de la noche. Pertenecen a la familia de los sensores Radar (Radio Detection and Ranging), desarrollados a tal grado en las últimas dos décadas, que se desprendió toda una nueva línea de Radares, conocida bajo el nombre de “Radares de Apertura Sintética” (SAR - Synthetic Aperture Radar), la cual, gracias a su configuración particular, permite la

creación de imágenes tridimensionales que detallan la superficie terrestre con un alto nivel de resolución, prescindiendo de antenas de gran tamaño. Esta tecnología también se destaca por la gran capacidad que posee para atravesar nubes y toda clase de condiciones meteorológicas, haciéndola inmune a las lluvias, nevadas, cenizas y vientos, al trabajar con radiaciones pertenecientes al espectro electromagnético de las microondas (Hermosilla, 2016).

El uso de satélites de alta resolución permite obtener una gran densidad de puntos en estas infraestructuras de carácter lineal, facilitando un análisis muy detallado del movimiento que se produce (Pros, González y Martínez, 2013).

Su nombre –Radar de Apertura Sintética- lo recibe debido a que, durante su vuelo sobre la superficie terrestre a una velocidad constante, el SAR se encuentra continuamente almacenando los parámetros de los ecos que son recibidos cada vez, desde una posición distinta. Se dice que la suma coherente de estos ecos permite “sintetizar” en forma virtual la apertura de una antena más grande a la real (Zozaya, 2015).

Una de las más recientes técnicas que se vale de la tecnología SAR es la llamada Interferometría SAR (o InSAR), capaz de medir diferencias de altura en el mismo pixel entre dos imágenes distintas capturadas en distintas fechas y desde posiciones cercanas, generando un sinnúmero de aplicaciones en beneficio de toda la humanidad (Hermosilla, 2016).

La técnica InSAR se funda en el procesamiento y estudio de la información adquirida a través de imágenes SAR. Se precisan diferentes fases en el tratamiento de la técnica InSAR: la toma de los datos, la confección interferométrica y la creación de planos de subsidencias.

De las utilidades más notables del InSAR se destacan: divisar o bien examinar las consecuencias de imperfecciones en zonas residenciales; en áreas víctimas de terremotos; en los movimientos de tierras; en zonas volcánicas; y en deslizamiento de glaciares.

Mediante SAR podemos llegar a realizar estudios o generar mapas de deformación históricos, entendiendo que nos podemos remontar hasta el punto en que existan imágenes archivadas (en el caso ERS, desde 1991 hasta nuestros días), mientras que con las técnicas tradicionales nos restringimos a estudios anteriormente planificados y motivados, generalmente, por el conocimiento a priori de la deformación (Agudo, y otros, 2015).

A lo largo de la generación de cada imagen SAR consigue alrededor 100 millones de medidas, a diferencia que con GPS logramos, si se usa adquisición manual, cerca de decenas, centenares o millares de puntos.

Asimismo, el SAR no tan solo suministra una ganancia intensiva de datos, sino que esta ganancia se efectúa de modo regular en el tiempo. Esto proporciona los trabajos de seguimiento de los asientos durante un tiempo.

- GPS diferencial (DGPS)

El sistema DGPS involucra la operación simultánea de al menos dos receptores, uno de los cuales se debe encontrar en un sitio de coordenadas conocidas o consideradas fijas, y el otro u otros en puntos cuyas coordenadas se requiere conocer. La combinación matemática de los observables de una y otra estación durante muchas épocas permite conocer las incógnitas requeridas en el sistema de ecuaciones que se forma (errores de reloj, retardos y adelantos de la señal debidos a la troposfera e ionosfera, errores orbitales, etcétera). medidas: pseudodistancias de código (C/A en L1 y L2C, y P en L1 y L2) y medidas de fase de la portadora (en L1 y L2) (Galán, 2011).

Nominalmente, la precisión con que se puede medir la fase en un receptor es de 0.01 ciclos, lo cual implica que para las longitudes de onda en las portadoras GPS (unos 19 cm para L1 y 24 cm

para L2), la medida de pseudodistancias de fase sin tener en cuenta los errores propios del sistema anteriormente citados, puede tener una precisión del orden de 2 mm (Galán, 2011).

La técnica relativa o diferencial GPS de vigilancia simultánea de la misma zona de satélites entre dos puntos (que se denomina referencia o base, y el otro rover o móvil) descarta la gran parte de los errores que afectan al GPS, éste es, evidentemente, el que se emplea en posicionamiento de precisión.

La precisión del método relativo o diferencial GPS con medidas de fase ha demostrado que se pueden alcanzar precisiones del orden milimétrico, depende sobre todo de la distancia de línea base y de la combinación de observables que se utilice. En función de la distancia de línea base también es importante el método que se utilice de resolución de ambigüedades, pero generalmente, con distancias tan cortas como las del caso que nos ocupa, incluso con receptores GPS monofrecuencia L1 es factible alcanzar una precisión por debajo de los 5 mm (Galán, 2011).

- Celdas de asentamiento

La celda de asentamiento (settlementcell) es un instrumento muy sencillo y útil, que su diseño permite medir deformaciones verticales (asentamientos o expansiones) en un punto de interés al interior de un terraplén. Las lecturas se realizan desde una caseta y es particularmente útil donde el acceso es difícil. Además, su instalación no interfiere con el proceso de construcción.

Las celdas de asentamiento consisten en tres componentes principales: un transductor de presión, un conjunto de tubos y cables de conexión, y un depósito de líquido; y los accesorios: un derivador múltiple, un barómetro, y una unidad de lectura.

- Sonda Hidrostática de Asientos(Profiler)

Profiler es una sonda hidrostática que se utiliza en líneas de asientos para la vigilancia de asientos o levantamientos bajo terraplenes o cimentaciones. El método no es más que una sonda de asientos provista con un transductor de presiones de alta sensibilidad acoplada a un depósito por un tubo relleno de líquido.

La sonda Profiler se extiende metro a metro y pasa por una tubería de polietileno de alta densidad enterrada en el relleno, terraplén, etc.

El transductor computa el perfil de la tubería referente al nivel del depósito que se ubica sobre el trípode, que se sitúa en suelo firme. En el panel de la cara superior del enrollador, un display LCD muestra la lectura directamente en milímetros.

- Sistema de Control de Terraplenes DSM

El monitoreo de asientos del terreno o de terraplenes es de radical relevancia para la valoración de la estabilidad durante la construcción.

Constan dos tipos de células de asiento DSM: el modelo D422R para terraplenes y el modelo D422F para sondeos.

Según del tipo de utilización, las células de asiento se colocan en disímiles configuraciones, ensambladas entre sí por una línea hidráulica a una célula de referencia y acopladas a un sistema automático de adquisición de información.

El principio de trabajo se fundamenta en la variación de presión producida por el cambio en la altura de una columna de líquido. Las diferenciaciones de nivel entre un punto de referencia y los puntos de medida causan variaciones proporcionales del nivel hidráulico en las células de asiento.

Conclusiones

La precisión de determinación de asentamientos de las obras debe ser formulada por el inversionista, el constructor o aquel que la explota, en base al conocimiento de las características constructivas de la obra, su cimiento, cargas, tipo de suelo, régimen de explotación, y la acción de

las fuerzas a que se somete. En la Cuba de hoy es necesario sugerir desde las actividades docentes de Topografía la utilización de métodos de medición alternativos a los tradicionales que garanticen las demandas de los clientes y así lograr erradicar los causantes de patologías en las estructuras, ganar en eficiencia y reducir el impacto ambiental generado por los topógrafos. De los métodos novedosos para la medición de asentamientos resultan sumamente interesantes el uso del DGPS, InSAR y LiDAR (aerotransportado en drones o terrestre) por todo el desarrollo que tienen hoy en día, por su facilidad de manejo y el poco tiempo necesario para obtener resultados concluyentes.

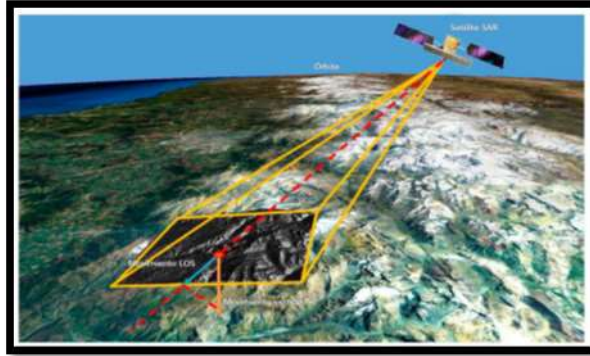
Referencias bibliográficas

- Agudo, y otros, 2015. ¿Cómo medir deformaciones del terreno con teledetección radar?.
- Autodesk, 2017. AUTODESK KNOWLEDGE NETWORK. Obtenido de <https://knowledge.autodesk.com/es/support/autocad-map-3d/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ESP/MAP3D-Use/files/GUID-7C7DD8A7-B561-45B0-A803-852E0A667F3C-htm.html>.
- Castañeda Ducuara, L. J. & Martínez Rodríguez, W. A., 2018. Análisis comparativo entre levantamientos topográficos convencionales de detalle versus tecnología LiDAR terrestre estacionaria, aplicada a deformaciones en estructuras de gran tamaño. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, BOGOTÁ.
- CEPAL. (2018). La Agencia 2030 y los objetivos de Desarrollo Sostenible. Mexico: CEPAL.
- Esri, 2016. ArcMap. Obtenido de ArcGis For Desktop: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/las-dataset/what-is-lidar-data-.htm>.
- Galán Martín, D., 2011. Control de movimientos en presas mediante DGPS. Aplicación a la presa de La Aceña, España. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. II, núm. 3, julio-septiembre de 2011 , pp. 159-176.
- Hermosilla Díaz, D. E., 2016. Interferometría Radar de Apertura Sintética (InSAR) aplicada al estudio del movimiento en laderas alledañas al volcan Calbuco con ayuda de imágenes Sentinel-1. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2010). Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura. Obtenido de PNUD: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-9-industry-innovation-and-infrastructure.html>
- Pros Llavador, F., González López, S. & Martínez Benjamín, J. J., 2013. Control del
- Short, D. N., 2009. Remote Sensing Tutorial. London.
- Zozaya, A. J., 2015. Simulador básico de un radar de apertura sintética. Cotopaxi, Ecuador: Instituto Espacial Ecuatoriano.

Anexos

Anexo 1: Escáner Terrestre Leica C10

Fuente: (Castañeda y Martínez, 2018)



Anexo 2: Geometría de adquisición de las imágenes SAR
Fuente: (Espinosa y Mora, 2012)



Anexo 3: Medición de asentamiento con GPS diferencial.
Fuente: (Ganzhi y Pinos, 2014)



Anexo 4: Celda de asentamiento de cuerda vibrante

Fuente: (Manual de Mecánica de Suelos. Instrumentación y Monitoreo del



*Anexo 5: Sonda Hidrostática de Asientos
Fuente: (Catálogo Instrumentación Geotécnica. SISGEO, 2016)*

LA PROTECCIÓN DE ZONAS COSTERAS DESDE EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO EN INGENIERÍA CIVIL

M. Sc. Lic. Adiaris Mieres Lima,
adiarys.mieres@umcc.cu, <https://orcid.org/0000-0002-7184-9592>
Coautoras: M. Sc. Lic. Noraida Santos Muñoz,
noraida.santos@umcc.cu, <https://orcid.org/0000-0001-9840-9645>
M. Sc. Lic. Yusmila Coto Morán,
yusmila.coto@umcc.cu, <https://orcid.org/0000-0003-4668-7656>
Universidad de Matanzas.

Resumen

Los problemas medioambientales, específicamente en zonas costeras, son en la actualidad una preocupación creciente por los efectos que causan y sus implicaciones en el contexto natural, social y económico, por tal causa, resulta significativo incidir en el desarrollo de la educación ambiental de toda la sociedad, en aras de lograr el cambio de actitud que necesita el país para garantizar un desarrollo próspero y sostenible. La Educación Superior ha participado de forma sistemática con el CITMA en la elaboración de la Estrategia Ambiental del Ministerio de Educación Superior. La carrera Ingeniería Civil demanda desde su Plan de Estudio E la necesidad de instrumentar la estrategia curricular de Educación Ambiental desde las diferentes disciplinas de la carrera. La investigación tiene como objetivo proponer actividades que contribuya al desarrollo de la educación ambiental hacia la protección de zonas costeras desde el Dibujo II en estudiantes de primer año de la Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas. Las actividades se distinguen por ser objetivas, por su carácter intencional, flexible y sistémico.

Palabras clave: ambiental, arquitectónicos, costeras, educación, zonas

Abstract

The environmental problems, specifically in coastal areas, it are at present a growing preoccupation for the effects that causes and your involvements in the natural, social and economic context, for such causes, results significant fall in the development of the environmental education of the whole society, for the sake of achieving the change of attitude that needs the country to guarantee a prosperous and sustainable development. The superior education has had a share of forms systematic with the CITMA in the manufacture of the environmental strategy of the superior Ministry of Education. The engineering run civil claim