

SITIOS POTENCIALMENTE IDÓNEOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA UNDIMOTRIZ: UNA MIRADA DESDE LAS CONDICIONES GEÓLOGO-GEOMORFOLÓGICAS VERACRUZANAS

José Ramón Hernández Santana¹, Ana Patricia Méndez Linares¹ y Alexis Ordaz Hernández²

¹ Instituto de Geografía, UNAM, santana@igg.unam.mx, patyml@igg.unam.mx

² Facultad de Geografía, UAEMex, alexisordaz.1978@gmail.com

Resumen

Por la extensión de sus costas, México ocupa el tercer lugar en el hemisferio occidental, pero a pesar de esta dimensión geográfica de su sistema costero, no todos sus litorales ofrecen condiciones óptimas para la asimilación y conversión de la energía del oleaje, en ocasiones, porque el régimen oceanográfico y de vientos generadores del oleaje no poseen el *fetch* para garantizar flujos permanentes y eficientes de energía. Muchas veces el régimen idóneo del oleaje no coincide con las zonas costeras abrasivas, pero la existencia de un litoral abrasivo, si indica la concentración del oleaje de mar profundo o el local en su frente, esculpiendo el relieve emergido con formas acantiladas. Con la creación del CEMIE_O, el Instituto de Geografía (UNAM) y la Facultad de Geografía (UAEMex) ejecutaron la evaluación geólogo-geotécnica y geomorfológica en la costa veracruzana, con el fin de seleccionar sitios potencialmente idóneos para la ubicación de prototipos ingenieriles, garantizando su vida útil, y la protección ambiental local y regional.

La formación del relieve veracruzano estuvo sujeta a varias etapas de la evolución geotectónica del margen pasivo del Golfo de México: (a) *Etapas extensiva cortical y expansiva del lecho marino*, entre el Jurásico tardío y el Cretácico temprano (Harry y Londono, 2004); (b) *Etapas compresiva laramídica*, que según Fitz-Díaz *et al.* (2014), se engloba entre el Cretácico tardío y el Eoceno medio, caracterizada por la deformación del basamento meso-cenoico pre-existente, dando inicio al ascenso del orógeno oriental mexicano -la Sierra Madre Oriental- y a su disección por los procesos erosivo-denudativos, contribuyendo al desarrollo de la sedimentogénesis en las regiones bajas costeras durante el Paleógeno; y (c) *Etapas neotectónicas de fracturación*, fundamentalmente en bloques de la

corteza terrestre, durante el Mioceno y hasta el presente. Esta etapa determina la formación de cuencas sedimentarias y depocentros en las zonas subsidentes, y el emplazamiento de las edificaciones oligoceno-holocénicas del macizo de Los Tuxtlas y del macizo de Palma Sola. Al final de esta etapa quedan delineados los rasgos morfogénicos que caracterizan al Veracruz costero, constituido por edificaciones premontañosas, de lomeríos y frentes lávicos frontales a la costa y amplios sistemas escalonados de llanuras de distinta génesis, típico de un ambiente morfogénico tropical con el desarrollo de procesos fluviales, marinos abrasivos y acumulativos, eólicos acumulativos, lacuno-palustres y sus combinaciones predominantes (Hernández-Santana *et al.*, 2007). Esta evolución determinó cinco grandes unidades morfoestructurales: Cuenca Tampico-Misantla, Macizo de Teziutlán-Palma Sola, Cuenca de Veracruz; Macizo volcánico de los Tuxtlas; y Cuenca Salina del Istmo. Éstas alternan cuencas sedimentarias y macizos volcánicos jóvenes, cuyas edificaciones y derrames lávicos descansan sobre la acentuada columna sedimentaria meso-cenoico del continente.

La secuencia metodológica del inventario y del levantamiento geólogo-geotécnico contempló el siguiente orden: localización espacial de los sitios; recorrido de campo para el reconocimiento de suelos y rocas; así como el levantamiento de estructuras tectónicas locales; elaboración de la cartografía geólogo-geotécnica, a escala 1:10 000, y aproximación a las características resistentes de los suelos y rocas, mediante criterios de analogías geotécnicas, empleando la propuesta de *International Society of Rock Mechanics* (1981), así como la valoración de la susceptibilidad a la ocurrencia de procesos geológicos adversos

(licuefacción, ruptura de fallas en superficie y amplificación de ondas sísmicas por condiciones geólogo-geomorfológicas locales; susceptibilidad a la erosión subsuperficial y subterránea, a la expansión de las arcillas y a la ocurrencia de fenómenos gravitacionales, como deslizamientos, desprendimientos y flujos.

La clasificación geomorfológica contempló la jerarquización de las categorías del relieve, el piso altitudinal de sus subcategorías, el tipo morfogenético específico, la datación y el complejo de formas, así como la intensidad orientativa de los procesos exógenos, en función de la génesis, la litología y la pendiente del terreno. En los frentes volcánicos, dadas sus propiedades litológicas más resistentes y al concentrarse la energía del oleaje en sus promontorios, se levantan costas abrasivas acantiladas, siendo los sitios idóneos para el emplazamiento de prototipos ingenieriles para el aprovechamiento de la energía undimotriz, con microgeneración eléctrica de utilidad para los pequeños poblados costeros, como Chaparrales, Barra de Cazones, Palma Sola, Miradores, Villa Rica, Punta Roca Partida, Playa Hermosa, Montepío y Balzapote. También se aprecian testigos de desplazamientos neotectónicos ascendentes, como los bloques Barra de Cazones, al norte, y Coatzacoalcos-Agua Dulce, al sureste del estado, únicos en la costa veracruzana.

Las características morfológico-morfométricas del relieve se acentúan en los baluartes volcánicos y tectónicos, reuniendo las condiciones geólogo-geomorfológicas idóneas para el emplazamiento de los prototipos ingenieriles.

El reconocimiento satelital de las costas mexicanas, mediante la plataforma digital de *Google Earth*, permitió identificar sectores costeros y localidades, que reforzarán las decisiones previas en proyectos futuros de ubicación de sitios. Estos primeros intentos lograron reconocer 147 sectores costeros y sitios: Veracruz (7), Quintana Roo (2), Oaxaca (22),

Guerrero (15), Michoacán (12), Colima (4), Jalisco (15), Nayarit (6), Sinaloa (3), Sonora (5), Baja California Sur (20) y Baja California (36) (Figura 1). La gran mayoría de estas localidades albergan poblados costeros pequeños, como herederos de la energía undimotriz a la eléctrica.



Figura 1. Sectores con potencial para el aprovechamiento de energía undimotriz. Elaboración propia.

Referencias

- Fitz-Díaz, E., Camprubi, A., Cienfuegos Alvarado, E., Morales, P., 2014. Newly-formed illite preserves fluid sources during folding of shale and limestone rocks; an example from the Mexican Fold-Thrust Belt. *Earth and Planetary Science Letters*, 391: 263-273.
- Harry, D. L., and Londono, J., 2004. Structure and evolution of the central Gulf of Mexico continental margin and coastal plain, southeast United States. *Geological Society of America Bulletin*, 116:188-199. DOI:10.1130/B25237.1.
- Hernández-Santana, J. R., Méndez-Linares, A. P. y Figueroa-MahEng, J. M., 2007. Caracterización del relieve plio-cuaternario del entorno costero del Estado de Veracruz, México. *Cuaternario y Geomorfología*, 21(3-4): 113-131.
- International Society of Rock Mechanics, 1981. Rock characterization. Testing and monitoring. ISRM suggested methods. Brown (ed.) Commission on testing and monitoring. Oxford: Permon Press, 211 pp.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



