
B. ANÁLISIS DE AMENAZA SÍSMICA Y CÓDIGO SÍSMICO DE LA REPÚBLICA DOMINICANA EN LA ISLA DE LA HISPANIOLA

ING. HÉCTOR O'REILLY P.

En el año 1979 se pusieron por primera vez en vigencia en la República Dominicana, "Las recomendaciones provisionales para el análisis sísmico de estructuras", de uso obligatorio en todo el territorio nacional. Antes de la existencia de estas, la Normativa Dominicana no tomaba en cuenta de ninguna forma el efecto sísmico.

Para la redacción de este Código fue necesario realizar un estudio de Amenaza Sísmica, tomando en cuenta los datos disponibles en ese momento, los cuales tenían una muy limitada confiabilidad. Se suponía en esa oportunidad que este Código sería parte integral

de un Cuerpo Normativo General de Ingeniería que incluyera el diseño, sin embargo hasta la fecha no ha sido posible implementarlo.

La Hispaniola se encuentra en el borde norte de la Placa del Caribe en la zona de contacto con la Placa de Norteamérica, presentándose como características Tectónicas importantes la falla transcurrente (borde de placa) al norte y la Fosa de los Muertos al sur, en el Caribe, esta placa tiene movimientos de aproximadamente 2.7 ± 1 cm en dirección casi oeste-este franco. El mapa geológico utilizado fue el existente en la Dirección de Minería, en el cual se presentan las trazas de fallas y sus tipos, sin embargo no existían datos sobre la tasa de desplazamientos en éstas, ni de los mecanismos focales en la producción de eventos sísmicos; en este mapa se puede apreciar un fallamiento severo y esfuerzos compresionales importantes en dirección suroeste-noreste, asimismo varios sistemas de fallas transcurrentes laterales izquierdas orientadas noroeste-sureste.

Los datos sísmicos usados fueron los eventos históricos (no registrados) desde 1500 a 1900, y los datos instrumentales desde 1900 a 1976, estos últimos seleccionados en el área que se consideró influían sobre la Isla. De la mayoría de los históricos sólo se tenía una descripción muy suscita, sin ningún estudio macrosísmico, de forma que tuvimos que hacer una localización aproximada así como la estimación de la profundidad focal. Los Instrumentales fueron tomados de la Red Mundial y otros catálogos autorizados, haciendo una depuración y homogenización a Magnitudes Ms, los eventos en los que se desconocían su profundidad, se le asignaron en función de los circundantes. Hay que tomar en cuenta que en el país solo existía una estación sismológica de tres componentes de largo período en la Universidad Autónoma de Santo Domingo, no existiendo ninguna estación acelerográfica.

Ploteando estos eventos sísmicos en el mapa Geológico y Tectónico, pudimos observar que no era posible asociar estos eventos a las fallas existentes, probablemente debido a errores en la localización por la red mundial (no se hizo una relocalización de eventos) y/o por la cercanía entre los diferentes sistemas de fallas; debemos notar que la Hispaniola tiene como ancho máximo norte-sur 250 Km. Caracterizamos en consecuencia la sismicidad usando tres fuentes de áreas, la Norte,

Sur y Sureste, habiendo una porción superpuesta entre las fuentes norte y sureste, ya que los focos del sureste son mucho más profundos. Para cada fuente encontramos su relación de Recurrencia determinando las tasas medias de ocurrencia para cada magnitud.

Como no teníamos acelerogramas ni estudios macrosísmicos decidimos adoptar una relación de atenuación para aceleraciones que tomara en cuenta los efectos en el campo cercano, para esto hicimos un ajuste de las curvas publicadas por Dobry con datos de California para distancias epicentrales, usando un 90% de nivel de confiabilidad.

Usando el modelo matemático de Poisson para la generación de eventos, establecimos el proceso de llegadas para aceleraciones y obtuvimos un Mapa de Isoaceleraciones para un período de 50 años y una probabilidad de excedencia de un 10%. A partir de este mapa elegimos dos zonas sísmicas diferentes, para cada una de ellas encontramos una familia de sismos con diferentes magnitudes y distancias epicentrales, que produjeran las aceleraciones elegidas; adecuamos acelerogramas conocidos y para cada uno de ellos obtuvimos su Espectro elástico, luego la envolvente suavizada y escalada de acuerdo a los factores de amplificación constituyó el Espectro de Diseño, válido para las dos zonas modificándose con un factor zonal.

Este Espectro de Diseño sufre modificaciones en función de la zona (Factor Z) como habíamos mencionado, del tipo de suelos (Factor S) para los cuales consideramos, suelos Rígidos, derivados de depósitos sedimentarios marinos y aluvionales recientes, de la importancia y uso de la estructura (Factor U) en A, B y C, además de un Factor de Reducción R_d que toma en cuenta la capacidad de disipación de energía de los diferentes tipos estructurales, por incursiones de los materiales en comportamiento no lineal.

Los tipos de análisis usados pueden ser el Simplificado, para estructuras de mampostería de hasta cuatro niveles que cumplen determinados criterios de regularidad y longitudes de muros en cada dirección ortogonal, en este sólo se considera el cortante por piso; el Cuasi-estático aplicado a todo tipo de estructuras de menos de 15 pisos o 45 m. de altura y el método Dinámico (análisis modal) que es aplicable a cualquier estructura; como método alternativo se contempla el Dinámico Paso a Paso, usando acelerogramas generados

o escalados. Es importante notar que en el Código se incluyen limitaciones de desplazamientos laterales por piso, así como también debe usarse una excentricidad accidental adicional a la excentricidad geométrica para fines de torsión; por otro lado penaliza las estructuras con entrepisos sin vigas apoyadas sobre columnas. Al final se incluyen recomendaciones de diseño estructural.

Desde el 1979 a la fecha se han producido una serie de hechos y estudios que arrojan luz sobre el problema sísmico, los cuales permitirán hacer modificaciones importantes en el Código; merecen especial atención aquellos que tienen que ver con el estudio de amenaza.

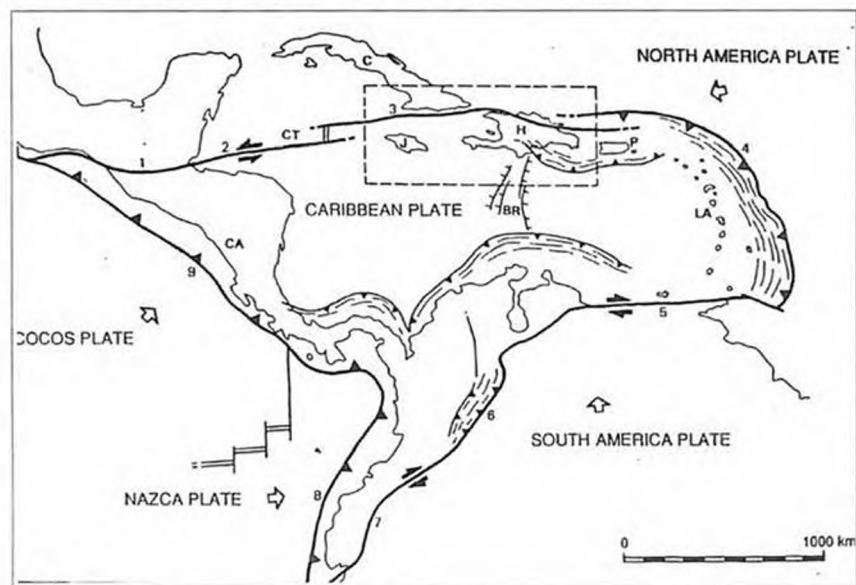
Dentro de estos hechos podemos comentar el establecimiento de una Red Sísmica Nacional, perteneciente a varias Instituciones Estatales liderada por la Universidad Autónoma de Santo Domingo, que si bien es cierto no trabaja de manera permanente, ha podido en períodos de varios años continuos de registros establecer en qué estructuras tectónicas se están produciendo los eventos.

Por otra parte estudios geológicos, geofísicos, batimétricos y paleosísmicos, conducidos por un lado por la Universidad de Texas conjuntamente con U. S. Geological Survey, por otro lado el Instituto de Geodinámica de Francia en colaboración con la Dirección de Minería del País, y otros investigadores, han permitido esclarecer el marco tectónico de La Hispaniola y el Caribe casi en su totalidad. Estos estudios comprueban que la Isla de la Hispaniola, está entre dos importantes Trincheras, la de Los Muertos al sur y la de la Hispaniola al norte, está última se conecta al este con la zona de subducción de Puerto Rico. Esta situación somete la isla a importantes esfuerzos de compresión, además está colocada en una zona de restricción por las curvaturas del sistema de fallas transforme que marca el contacto entre la Placa del Caribe y la de Norteamérica, sistema que en la mayor parte de su recorrido lo hace en el mar, pero en la Hispaniola penetra a su territorio generando dos sistemas de fallas con gran potencial sísmico; al norte el sistema de fallas de la Septentrional que penetra por Montecristy y la Bahía de Manzanillo, atraviesa toda la Isla por el borde sur de la Cordillera Septentrional y sale por la Bahía de Samaná para conectarse con la Zona de Subducción al este de Puerto Rico; al sur el sistema de fallas Enriquillo-Plantain Garden que penetra por

Presquíle Du Sud en Haítí y continua por el Valle de Enriquillo en República Dominicana. Estos dos sistemas de fallas conjuntamente con algunas otras interiores absorben el desplazamiento de la Placa del Caribe en la Isla de la Hispaniola.

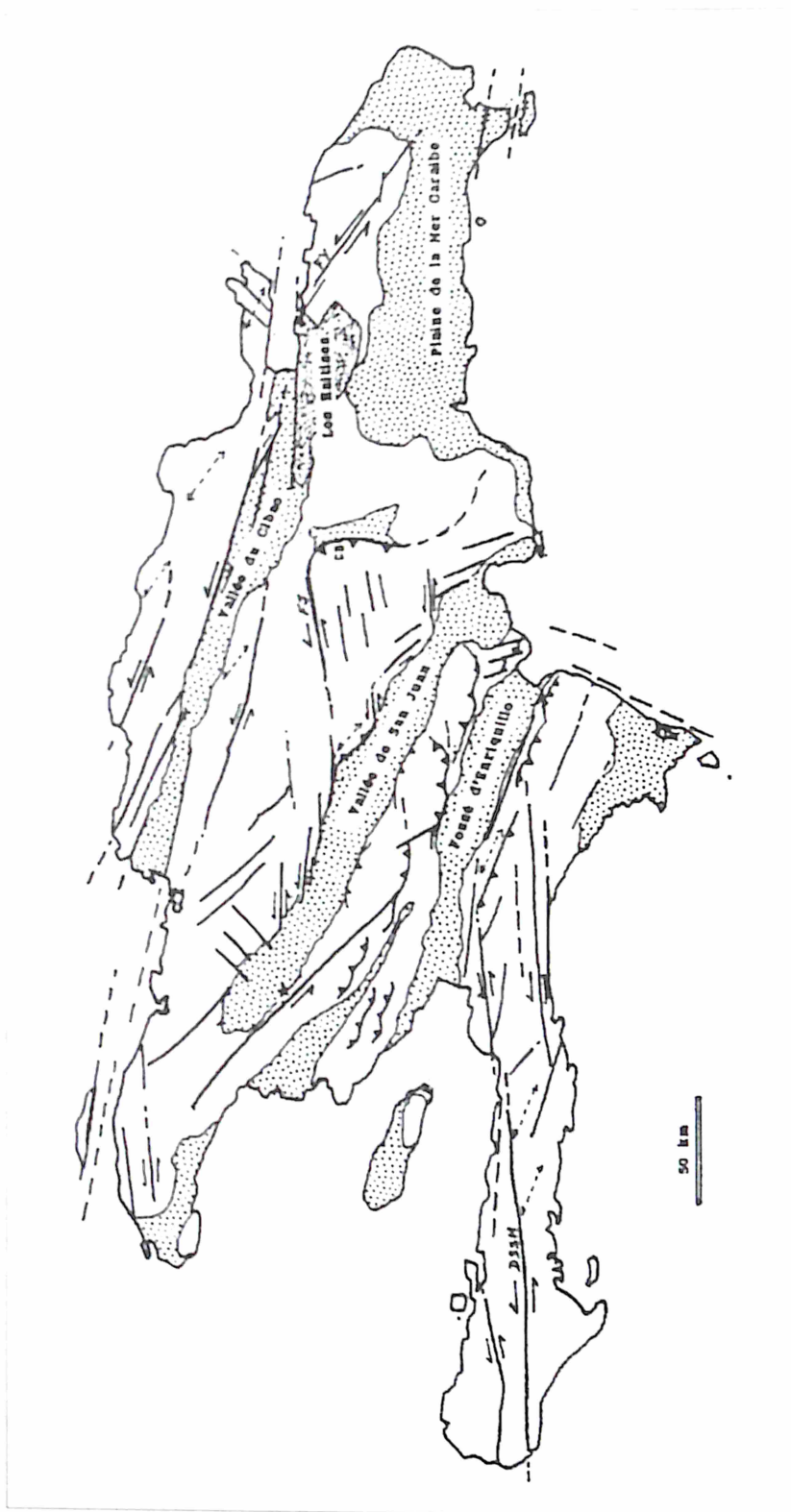
Trincheras excavadas en la Falla Septentrional en la zona de Salcedo, (Prentice et al, 1993) encontraron evidencias de seis sismos fuertes en los últimos 500 años, también demuestran que la última ruptura de la corteza en la zona central fue de mas de 5 metros y ocurrió hace 730 años. Ellos estimaron que la tasa de deslizamiento de esta falla era de 5 mm/año, si esto es correcto tenemos acumulados 2 metros de potencial desplazamiento, pudiendo ocasionar un terremoto de la menos magnitud 7; cabe destacar que esta es la zona más densamente

FIGURA 1
ÁREA DE ESTUDIO DENTRO DE SU MARCO GEOTECTÓNICO.



C: Cuba, J: Jamaica. H: Hispaniola, P: Puerto Rico, LA: Antillas Menores, CA: Centro América, CT: Trinchera de Caymán, BR: Cordillera de Beata, 1: Zona de Falla Polochic-Motagua, 2: Falla de Swan, 3: Falla de Oriente, 4: Subducción Frontal de las Antillas Menores, 5: Zona de Falla El Pilar, 6: Cordillera Oriental Colombiana, 7: Zona de Falla Dolores-Guayaquil, 8: Zona de Subducción Colombiana, 9: Zona de Subducción Centroamericana.

FIGURA 2
FALLAMIENTO NEÓGENO A PRESENTE DE LA HISPANIOLA



dsst = Falla Transcurrente Sinistral del Sur de Haití; *FJ* = Falla de Jarabacoa; *CB* = Cabalgamiento de Bonao; *FY* = Falla de Yabón.

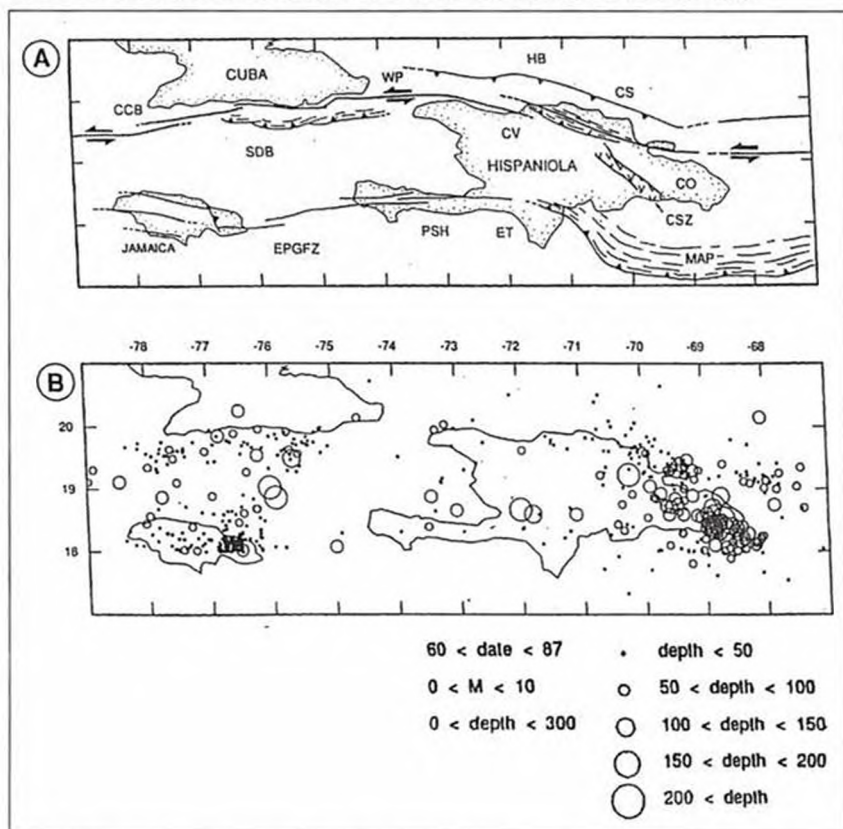
poblada y la de mayor producción agrícola del país. En la zona sur no disponemos hasta la fecha de estudios de esa naturaleza.

En la zona sureste de la Hispaniola tenemos sismos profundos los cuales no tienen una explicación comprobada, existe la tesis de que hay una losa litosférica debajo la parte noreste de la Placa del Caribe (Sykes 1992) heredada de la subducción frontal de la litosfera del Océano Atlántico.

FIGURA 3

A) ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA HISPANIOLA.

B) MAPA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE EPICENTROS DE 1960 A 1987



CCB: Cuenca Cabo Cruz; SDB Cinturón Deformado de Santiago; CS: Cordillera Septentrional; CV: Valle del Cibao; CO: Cordillera Oriental; CSZ: Zona de Sutura del Cretácico; ET: Fosa de Enriquillo; PSH: Península del Sur Haití; EPGFZ: Zona de Falla Enriquillo-Plantain Garden; MAP: Prisma Acreecionario de los Muertos