

Monumento a los héroes de la Restauración.
Santiago de los Caballeros.
Foto: Osiris de León



SANTIAGO DE LOS CABALLEROS

una ciudad en peligro
de sufrir un nuevo
gran terremoto

Por: R. OSIRIS DE LEÓN
Ingeniero Geólogo
ACADEMIA DE CIENCIAS DE LA REPUBLICA DOMINICANA

Introducción

Los primeros cronistas de la Hispaniola, nos relatan que en fecha 02 de diciembre del año 1562 un fuerte terremoto, de intensidad 9 a 10, destruyó totalmente la villa de Santiago de los Caballeros, la cual había sido levantada en la comunidad de Jacagua, al pie de la cordillera Septentrional, utilizando el sistema de construcciones de mampostería, mediante el uso de bloques de piedra caliza unidos con la argamasa obtenida mediante la mezcla de cal, arena y agua.

Las edificaciones coloniales de Santiago, construidas en Jacagua a partir de 1504, incluyendo su iglesia, quedaron totalmente destruidas, sepultando a muchos de sus habitantes y dejando una huella imborrable en la memoria de los santiagueros que sobrevivieron a ese gran desastre ocasionado por la liberación de la energía elástica acumulada por décadas a lo largo de las fallas tectónicas, sísmicamente activas, que caracterizan el bloque norte de la isla Hispaniola.

Fruto de la devastación provocada por ese gran movimiento telúrico, los santiagueros que sobrevivieron a la tragedia decidieron abandonar el lugar y regresar al sitio donde había estado la antigua fortaleza construida en 1495, dando inicio, en 1563, a lo que muchos consideran la tercera y última fundación de la ciudad de Santiago de los Caballeros, en la terraza alta de la margen derecha del río Yaque del Norte.



Posteriormente, el 11 de febrero de 1783, el 07 de mayo de 1842 y el 29 de diciembre de 1897, la ciudad de Santiago de los Caballeros fue nuevamente sacudida y destruida parcialmente por eventos sísmicos regionales, siendo el mayor de estos terremotos el del 07 de mayo del año 1842, de intensidad 10, el cual también destruyó a Cabo Haitiano, donde mató unas 5,000 personas, y destruyó a las vecinas ciudades de Port de Paix y Mole de Saint Nicholas, en el noroeste de Haití.

El 04 de agosto de 1946, un terremoto de magnitud 8.1 en la escala de Richter, con epicentro en la bahía Escocesa, sacudió la región nordeste de la República Dominicana, provocando un maremoto que destruyó la comunidad de Matanzas, al sureste de Nagua, sintiéndose fuertemente en la ciudad de Santiago de los Caballeros y provocando daños importantes en algunas de las edificaciones.

El 22 de septiembre de 2003, una fuerte sacudida sísmica de magnitud 6.5 en la escala de Richter, con epicentro en las cercanías de Puerto Plata, destruyó una gran cantidad de edificaciones en Puerto Plata, incluyendo escuelas, centros comerciales y viviendas, y agrietó muchas edificaciones de la ciudad de Santiago, donde el pánico fue extraordinario.

Este historial sísmico regional, sumado a muchos otros importantes sismos ocurridos en la isla Hispaniola, nos dice que la región del Cibao, pero muy especialmente la ciudad de Santiago de los Caballeros, debe prepararse para un próximo terremoto, cuya fecha se desconoce porque todavía las ciencias geológicas y sismológicas no han logrado establecer un mecanismo predictivo de los terremotos, aunque sí está bien claro, para los geólogos y los sismólogos, que los terremotos se producen a lo largo de las fallas tectónicas activas, y que los grandes terremotos se repiten cada cierto tiempo.

A la espera de un gran terremoto en el Cibao

Desde el 08 de agosto de 1946, cuando se produjo una réplica de magnitud 7.6 Richter, la isla Hispaniola no sufrió un terremoto de magnitud igual o superior a 7.0 Richter, y este nuevo y extraordinario evento sísmico ocurrido recientemente en la ciudad de Puerto Príncipe, nos ha hecho recordar a todos que vivimos en una región caribeña sísmicamente activa, en una isla que ha sufrido múltiples terremotos, y va a seguir sufriendo grandes terremotos en el futuro cercano, ya que tenemos unas

12 fallas tectónicas sísmicamente activas, todas las cuales tienen muy alto potencial para producir un gran terremoto en cualquier momento, principalmente en las vecindades de Santiago, donde tenemos la falla Septentrional, que pasa inmediatamente al norte de Santiago, y la falla de la Hispaniola, que pasa al sur de Santiago, es decir, Santiago está en medio de dos fallas sísmicamente activas, ambas con potencial para producir un gran terremoto en el corto plazo.

Desde hace décadas, hemos estado escribiendo y publicando decenas de artículos académicos relativos a la sismicidad de la isla Hispaniola, y hemos estado explicando en la radio y en la televisión el riesgo sísmico que corre nuestra isla y toda la región del Cibao, y aunque la mayoría de ciudadanos y empresarios han prestado la debida atención a cada advertencia y a cada recomendación, siempre aparecen algunos incrédulos que nos señalan como alarmistas que sólo preocupamos a nuestra nación.

Pero lo más preocupante para nosotros es que muchos santiagueros desconocen que la zona de Jacagua fue totalmente devastada por el terremoto de 1562, y han vuelto a urbanizar aceleradamente esa zona, olvidando que esta

zona está muy próxima a la falla Septentrional y que los suelos de allí son arcillosos y de muy mal comportamiento durante los terremotos.

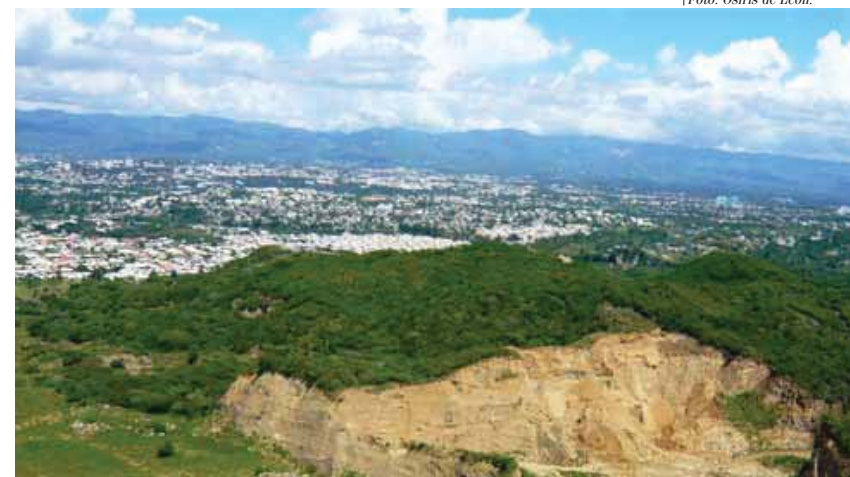
Los suelos y los terremotos

Se puede observar la gran cantidad de torres levantadas sobre los suelos arcillosos flexibles de la ciudad de Santiago de los Caballeros, terrenos que amplifican el espectro sísmico del terremoto, ya que las aceleraciones espectrales son mayores en los suelos flexibles que en las rocas rígidas. Se olvidan y subestiman que la ciudad de Santiago está limitada al Norte y al Sur por dos fallas tectónicas con potencial para producir un gran terremoto de magnitud superior a 7.0 Richter y que las torres levantadas sobre los suelos arcillosos tienen un pésimo comportamiento y se aplastan por los efectos cortantes sufridos por las columnas al momento de un terremoto,

Suelos arcillosos de la franja sureste de Santiago de los Caballeros.
Foto: Osiris de León.



Foto de los efectos del terremoto en Santiago.
Autor desconocido.





Edificaciones en Santiago.
Foto: Osiris de León.

ya que las columnas resisten cargas verticales, pero no resisten fuertes cargas sísmicas horizontales.

Muchas de las torres de Santiago tienen el estacionamiento ubicado en un primer nivel, apoyado solamente en columnas, sin muros que absorban los esfuerzos cortantes generados por las cargas sísmicas horizontales producidas por las ondas de cizallamiento, lo cual, durante el terremoto, produce aplastamiento por efectos de piso blando. Igual situación se presenta en tiendas, comercios y otras edificaciones cuyo perímetro está constituido por columnas y cristales, sin muros.

Para ilustrar mejor la magnitud de este problema que se presenta en la ciudad de Santiago de los Caballeros,

podemos decir que horas después del terremoto de Haití sobrevolamos la ciudad de Puerto Príncipe para apreciar de manera directa la magnitud de los daños, y posteriormente, durante toda una semana, estuvimos visitando los sectores más afectados por el sismo, donde la mayor parte de las edificaciones están colapsadas, incluyendo las escuelas destruidas, las edificaciones públicas pulverizadas, las iglesias aplastadas y los bancos comerciales afectados, así como los sectores que no sufrieron ningún tipo de daño, y pudimos comprobar que, en términos de terremotos y de construcciones, en ingeniería civil es mucho lo que hay que aprender sobre los efectos de los terremotos en los suelos y en las edificaciones.

La educación sísmica en Santiago y el Cibao, y la preparación

La ciudad de Santiago de los Caballeros debe abocarse a un inmediato programa de educación de toda la población, a fin de que cada ciudadano esté familiarizado con el riesgo sísmico regional, conciente con la debilidad de sus suelos y la vulnerabilidad de sus edificaciones, mayormente a sus escuelas, a sus hospitales y a las edificaciones levantadas en las cercanías de las fallas sísmicamente activas, principalmente en la franja Navarrete-Palmar-Gurabo-Tamboril, incluyendo la franja urbana comprendida entre Jacagua, el Ensanche Luperón y los Cerros de Gurabo.

Las escuelas públicas y privadas de Santiago y el resto del Cibao debían impartir la asignatura “Riesgo sísmico y desastres naturales”; las iglesias debían recordar en sus prédicas semanales que el libro del Apocalipsis nos habla de los terremotos y de sus efectos “y he aquí que hubo un gran terremoto y la décima parte de la ciudad se derrumbó”, y que en tal virtud debíamos prepararnos para el día en que llegue ese terremoto; las emisoras de radio y de televisión, con el apoyo económico de las empresas públicas y privadas, debían incluir mensajes promocionales que eduquen a la población respecto al riesgo sísmico y sobre los criterios para identificar los lugares más seguros en caso de terremotos, especialmente los lugares donde se genere un triángulo de vacío que proteja la vida.

Recordemos que en el reciente terremoto de Haití colapsaron unas 5,000 escuelas. De ahí que todas las edificaciones públicas y privadas que albergan a muchas personas, como escuelas, liceos, universidades, hospitales, estadios, iglesias, ayuntamientos, centros comerciales, centros de convenciones, zonas francas, etc., debían ser revisadas de inmediato por la Oficina Nacional para la Evaluación Sísmica de la Vulnerabilidad de las Infraestructuras y Edificaciones (ONESVIE), para reforzarlas adecuadamente, porque todas han sido construidas sin criterios sísmo resistentes. Recordemos que en este país nadie encarga estudios dinámicos de suelos, y las empresas, al igual que el Ministerio de Obras Públicas, se conforman con unos cuantos sondeos mecánicos que incluyen ensayos de penetración estándar y ensayos de laboratorios

(granulometrías y límites de Atterberg), para determinar la capacidad de carga del suelo y el asentamiento potencial.

Pero, aunque los sondeos mecánicos son muy importantes, ellos jamás pueden sustituir los ensayos dinámicos realizados in situ, y en nuestro país ninguna institución se preocupa de medir las velocidades de propagación de las ondas sísmicas de corte en el lugar de construcción. Olvidan que la mayor parte de la energía elástica de un terremoto viaja en forma de ondas de corte y esa es la energía que produce el cizallamiento y el colapso de las columnas. A menor velocidad de propagación de las ondas sísmicas de corte, mayor riesgo de que las columnas de la edificación colapsen brutalmente y en los suelos cohesivos como las de Santiago, las ondas sísmicas de corte viajan muy lentamente, a veces a menos de 200 metros por segundo.

Recomendaciones

El código de edificaciones sísmo resistentes, que data de 1979, es apenas una introducción muy preliminar, que divide el país en dos grandes zonas sísmicas, cuando en realidad se requiere de una microzonificación sísmica de todos los núcleos urbanos dominicanos, midiendo las velocidades de propagación de las ondas sísmicas de corte, a fin de concluir, y poner en vigencia, un nuevo código de construcción sísmo resistente, el cual ha estado en proceso de elaboración y revisión en los últimos seis años, pero ahora debe tomar en consideración la reciente experiencia del sismo de Haití, ya que después de la catástrofe de Haití muchos criterios constructivos deben ser cambiados diametralmente.

En las escuelas, universidades, iglesias, hospitales, centros comerciales, ayuntamientos y empresas privadas debían realizarse simulacros de evacuación, cada tres meses, para crear una cultura de adecuada respuesta al momento de un terremoto, y los organismos de socorro, como defensa civil, cruz roja y cuerpo de bomberos, debían entrenarse permanentemente en operaciones de rescate entre escombros, disponer de micro cámaras de video instaladas en cables largos y flexibles, adquirir



Edificaciones de la zona noreste del monumento de Santiago y el Ayuntamiento. Foto: Osiris de León

micrófonos y geófonos de alta sensibilidad para detectar voces, gemidos, ruidos o movimientos bajo los escombros y así poder responder adecuadamente en los momentos posteriores al terremoto.

Los hospitales y clínicas privadas debían almacenar suficiente sangre, suero hidratante, materiales antisépticos, antibióticos e inyecciones antitéticas para poder responder con prontitud, frente a la gran cantidad de heridos que usualmente produce un terremoto.

Las empresas constructoras y vendedoras de viviendas debían ser obligadas a proveerse de una póliza de seguros contra terremotos, antes de vender las viviendas, como forma de proteger la inversión de los ciudadanos que compran de buena fe, pero sin conocer hasta qué punto la vivienda adquirida es segura en caso de terremoto.

Eso obligaría a las empresas constructoras a realizar todos los estudios dinámicos de los suelos y a utilizar verdaderos diseños sismo resistentes, considerando las reales condiciones de nuestros suelos flexibles del valle del Cibao y el alto riesgo sísmico del Cibao y la costa Norte, al igual que los suelos flexibles de las zonas norte y oeste de Santo Domingo, porque las empresas aseguradoras requerirían esas garantías técnicas antes de emitir la póliza de seguros contra terremotos.

Las presas de Tavera y Bao, ubicadas al sureste de Santiago, debían ser revisadas y estudiadas minuciosamente, y modelar su comportamiento frente a una alta excitación sísmica cuyo epicentro se encuentre en la zona vecina, ya

que ambas presas están construidas con materiales arcillosos flexibles posicionados sobre el conglomerado local, sobre las lutitas arcillosas, y sobre una falla sísmicamente activa, y en caso de rotura sísmica de una de ellas, o de ambas a la vez, la inundación del Yaque podría transportar más de 100,000 metros cúbicos de agua por segundo y eso sería catastrófico para la ciudad de Santiago de los Caballeros y para toda la línea noroeste, hasta llegar a Monte Cristi.

Atendiendo al riesgo anterior, las márgenes del río Yaque del Norte debían ser desalojadas totalmente, y las personas que allí habitan debían ser reubicadas en lugares altos, procediendo a declarar las franjas marginales al río como corredores ecológicos donde los asentamientos humanos sean prohibidos por ley.

Las zonas vecinas a la falla Septentrional también debían ser desalojadas totalmente, y las personas que allí habitan debían ser reubicadas en otros lugares, para de inmediato declarar las franjas norte y sur de la falla como corredores ecológicos donde los asentamientos humanos sean prohibidos por ley.

Conclusión

Desde 1562 la ciudad de Santiago de los Caballeros ha sido destruida varias veces por fuertes terremotos, fruto de su proximidad a varias fallas tectónicas sísmicamente activas y fruto de que sus suelos son flexibles, mayormente arcillosos y arenosos, suelos que amplifican el espectro sísmico, y en tal virtud tienen pésimos comportamientos al momento de un terremoto, tal y como se vio recientemente en Haití, motivo por el cual la ciudad de Santiago, y otras importantes ciudades del Cibao, tienen el reto de prepararse adecuadamente para enfrentar las consecuencias negativas de un gran terremoto, el cual podría producirse en cualquier momento, más temprano que tarde, porque el historial sísmico mundial nos enseña que donde hemos tenido grandes terremotos, se han de repetir otros grandes terremotos, más devastadores que los anteriores, porque la población de hoy es mayor que la de ayer, la densidad poblacional urbana de hoy es mayor

que la de ayer y la ingeniería de hoy es menos cuidadosa que la de ayer, llegando a la irreverencia de desafiar a los movimientos telúricos, con altas torres levantadas sobre suelos arcillosos flexibles.



Edificios en Santiago. Foto: Osiris de León

¿Qué hacer DURANTE un terremoto?

- Cuidese de pedazos de yeso, bloques o cualquier cosa que caiga del techo.
- Si está en un edificio y no le queda cerca un escritorio o mesa, colóquese contra una pared interior, protéjase la cabeza con los brazos; nunca use elevadores. No se asuste si suenan las alarmas por incendios, eso es normal.
- Si está manejando, salga de la carretera y deténgase, salga del carro, colóquese al lado de la puerta en posición fetal protegiendo la cabeza, evite puentes, elevados y cables eléctricos.
- Resguárdese debajo de lugares u objetos seguros y luego camine (no corra), diríjase a lugares abiertos libres de árboles, alambres eléctricos y edificios muy altos.
- No salga corriendo de la vivienda, es preferible esperar que pase el terremoto.
- Si está en un gran edificio no se precipite hacia las salidas ya que las escaleras pueden estar congestionadas de gente.