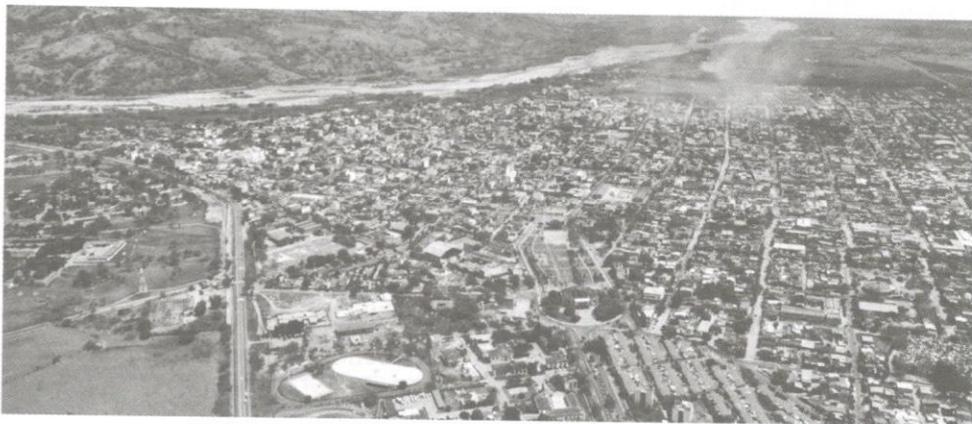


EL PAPEL DE LA ACADEMIA CON LA GESTIÓN DEL RIESGO: LOS RESULTADOS DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL META EN EL TEMA DE LA AMENAZA SÍSMICA DURANTE EL LAPSO 2006-2012

Germán Chicangana, MSc⁴²



En la Corporación Universitaria del Meta, la Academia hace parte de la investigación, que permite conocer la realidades naturales y sus efectos (Foto Unimeta).

RESUMEN

Desde mediados de la primera década del siglo XXI, la Corporación Universitaria del Meta ha asumido paulatinamente como institución superior el liderazgo a nivel regional del tema de la amenaza sísmica, no sólo

⁴² Centro de Investigaciones de Ingenierías y Arquitectura "Rogelio Salmona"- CIIARS, Vicerrectoría de Investigaciones y Responsabilidad Social, Corporación Universitaria del Meta, Villavicencio, Colombia. Grupo de Geofísica, Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Distrito Capital, Colombia.

del Piedemonte Llanero sino también de la Plataforma Caribe colombiana. En Colombia es contado el número de universidades que han contribuido con la investigación sobre este tema. El afrontar el tema por parte de una institución de educación superior, demanda que un grupo de investigación adscrito a ella no sólo se empeñe en desarrollar investigación sobre los aspectos científicos que atañen a este tipo de amenaza. Los resultados de ésta conllevan a develar misterios sobre dicha amenaza y por ende comprenderla mejor para tomar las medidas correctas que lleven a mitigar sus efectos. Los resultados de las investigaciones que el grupo de investigación “Estudios sobre Riesgo Sísmico y Amenazas Naturales del Piedemonte llanero”, han conseguido grandes avances en cuanto a la comprensión del fenómeno para ambos escenarios, no sólo con respecto al conocimiento del origen de éste, sino también con respecto a las medidas a asumir en cada caso, para mitigar sus efectos. Es por ello que también es una obligación difundir dichos resultados a la sociedad en general y no únicamente a la comunidad científica especializada.

Palabras clave: Corporación Universitaria del Meta, Amenaza sísmica, Investigación, Responsabilidad social universitaria, Red Sismológica del Oriente Colombiano.

1. INTRODUCCIÓN

El liderazgo conseguido por la Corporación Universitaria del Meta en el tema de la amenaza sísmica desde el año 2005 hasta la fecha, es el resultado de las investigaciones y labores encaminadas a difundir el alcance de amenaza sísmica en el Piedemonte Llanero del Departamento del Meta y la Plataforma Caribe colombiana realizadas entre los Grupos de Investigación “Estudios sobre Riesgo Sísmico y Amenazas Naturales del Piedemonte llanero” de la Corporación Universitaria del Meta de Villavicencio y el Grupo de Geofísica del Departamento de Geociencias, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

Estas labores forman parte de los proyectos de investigación “Amenaza Sísmica de Villavicencio y sus alrededores”, Evaluación Neotectónica para Bogotá y Villavicencio” y “Amenaza Sísmica de la Plataforma Caribe colombiana que viene liderando Germán Chicangana con el grupo de investigación “Estudios sobre Riesgo Sísmico y Amenazas Naturales del Piedemonte Llanero”. También han participado en el desarrollo de este trabajo investigadores que son profesores de los postgrados del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y del grupo de Investigación Geofísica de la Dirección Nacional de Investigaciones de la Universidad Antonio Nariño en Bogotá D.C. Igualmente han participado

estudiantes del pregrado de Ingeniería Civil de la Escuela de Ingenierías y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Meta, no sólo con su participación como semillero sino también con sus trabajos de grado.

En este trabajo se muestran inicialmente los antecedentes sobre la participación de la academia en Colombia en el tema de la amenaza sísmica. En estos antecedentes se muestra la historia del tema de la amenaza sísmica para Villavicencio. Se pasa enseguida a describir la historia de la participación de la Corporación Universitaria del Meta, el porqué de su participación en este tema, los logros alcanzados con ésta y las perspectivas para el mediano plazo. Finalmente, en este trabajo mostramos cuáles son los temas en que tanto la Corporación Universitaria del Meta, como la academia, participan e impulsa sobre este tema.

2. HISTORIA DEL TEMA DE LA AMENAZA SÍSMICA EN COLOMBIA Y DEL PAPEL DE LA ACADEMIA EN ÉSTE

El primer sismo en Colombia fue reportado en el año 1550, en la región del actual municipio de Santander de Quilichao en el Departamento del Cauca, localizada en el suroccidente del país (Prieto et al., 2004). Las crónicas, testimonios, fuentes documentales derivadas de actos administrativos y eclesiásticos, junto con los reportes oportunos de testigos de excepción para el lapso 1550 - 1923 principalmente, hicieron construir un catálogo veraz y certero sobre la ocurrencia de los sismos destructores en Colombia durante este período histórico. Dicha labor se sigue realizando en la actualidad por parte de sismólogos vinculados a Universidades como la Universidad Javeriana, la Universidad del Quindío y la Universidad del Valle.

El primer sismograma registrado de un terremoto lejano en Colombia data del 17 de enero de 1922 y fue el resultado del registro de un sismógrafo bifilar construido en España e instalado en el sótano del edificio del Colegio de San Bartolomé en la Merced en Bogotá, por el padre Simón Sarasola y sus colaboradores, (Instituto Geofísico Universidad Javeriana, 2012).

Jesús Emilio Ramírez sacerdote jesuita colombiano junto con otros sacerdotes de la misma comunidad, que estaban vinculados al Colegio Mayor de San Bartolomé en Bogotá, fundaron el Instituto Geofísico de la Universidad Javeriana en 1941, constituyéndose con éste un sismógrafo vertical y dos horizontales cuyo funcionamiento ha sido permanente desde esa fecha (Instituto Geofísico Universidad Javeriana, 2012). Desde 1941 y hasta 1993, año en que empezó a desplegarse la Red Sismológica Nacional de Colombia, el registro de la sismicidad instrumental en el territorio colombiano corrió a cargo

del Instituto Geofísico de la Universidad Javeriana, el cual para mediados de la década de 1960 contaba con 4 sismógrafos desplegados por el territorio nacional. El apoyo con que contaba ésta era de la red mundial (IRIS, 2011).

Entonces desde los inicios de la sismología en Colombia, podemos afirmar que la academia ha estado al frente de dicho tema y de la amenaza sísmica. Muy a pesar de que la ocurrencia de los terremotos destructores en Colombia es muy alta para lapsos de tiempo menores a un decena de años, afirmación que queda bien constatada para los últimos 50 años, período para el cual ocurrieron más de dos decenas de sismos con magnitud mayor a 5.0 (Chicangana, 2009), ha sido la academia y no el Estado, la que ha tomado el liderazgo sobre el tema. En un principio fue la Universidad Javeriana, pero enseguida con la ocurrencia de dos sismos destructores a finales del siglo XX, ya de manera tímida comenzó el Estado a asumir dicho liderazgo con el Servicio Geológico Nacional - INGEOMINAS.

Con la ocurrencia del sismo de la ciudad de Popayán el 31 de marzo de 1983, el cual dejó destruida más del 70% del área urbana y produjo más de 400 víctimas fatales, se puede señalar sin temor a equivocación, que el Estado comienza a asumir un liderazgo sobre el asunto, tanto desde el punto de vista de la sismología, como de la prevención a dicha amenaza natural. Con el episodio de Popayán la Universidad del Cauca en una primera estancia con su Facultad de Ingeniería Civil asumió en primera instancia el liderazgo en la reconstrucción de la ciudad apoyada por el Banco Central hipotecario (hoy extinto) y el Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA. Resultado inmediato del Estado colombiano fue la expedición del Decreto 1400 de 1984 el 7 de junio de 1984, la cual fue la primera normativa colombiana de construcciones sismo resistentes, aunque esta norma salió un poco inadecuada a la realidad del país en términos de construcciones y en términos de conocimiento de suelos de las áreas urbanas colombianas, debido a que se trataba de un decreto de facultades extraordinarias autorizado por la Ley 11 de 1983 y su actualización tecnológica no era posible sin una nueva ley que la autorizara, lo cual fue ya realidad para 1997, con la promulgación de la Ley 400 de 1997, que expidió el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-98. El papel en su momento de la Universidad del Cauca fue apoyar en la recuperación de la ciudad y su población, sin embargo en materia de prevención, investigación y contribución frente a la regulación del uso del suelo frente al riesgo sísmico u otro tipo de amenazas naturales, fue en este caso la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de los Andes, la que asumió ese rol junto con INGEOMINAS. El resultado de esta experiencia liderada por la Universidad de los Andes e INGEOMINAS junto con el apoyo de la comunidad económica Europea el Estudio de Microzonificación Sismogeotécnica de Popayán

(INGEOMINAS, 1992). Este documento fue el primer trabajo realizado sobre la zonificación sísmica de una ciudad en Colombia. En su momento, el documento era para aplicarse junto con la norma de sismo resistencia vigente en ese entonces que era el Decreto 1400 de 1984. Para que el propósito de ambos fuera efectivo, se requería del apoyo de las autoridades para su aplicación, en ese caso en particular de la Alcaldía de Popayán y su Secretaría de Planeación Municipal, que eran las entidades encargadas de hacer valer la norma. Sin embargo esto no se dio nunca. Luego del sismo de Popayán de 1983, le llegó una lección dolorosa a Colombia en materia de desastres naturales, la avalancha resultado de la erupción del 13 de noviembre de 1985 del Volcán Nevado del Ruíz. Esta erupción fundió parte del casquete glaciar de la cumbre del volcán y produjo un lahar que siguió la cuenca del río Lagunillas que al llegar al valle del río Magdalena, produjo más de 25.000 muertos en la zona de Armero en el norte del Departamento del Tolima. La Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá con varios profesores del Departamento de Geociencias conformó la primera comisión científica que identificó el origen y los antecedentes de dicho fenómeno en esta región (Mojica et al., 1986). Enseguida varios organismos internacionales e INGEOMINAS contribuyen a la creación y puesta en marcha del **Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales el 1° de abril de 1986, dando origen con éste a los observatorios vulcanológicos en el país.** A mediados de 1995 con la ejecución del proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica - AIS junto con la Universidad de Los Andes e INGEOMINAS producen el primer documento sobre la Amenaza Sísmica de Colombia, el cual es de exclusiva aplicación en la norma de sismoresistencia. En 2010 dicho documento se actualiza. A raíz del sismo del 25 de enero de 1999 que afecta al Departamento del Quindío y especialmente a su capital Armenia, el cual deja más de 1.100 víctimas, la Universidad del Quindío en primera instancia junto con el apoyo de INGEOMINAS, la Corporación Autónoma Regional del Quindío, la Universidad de Ginebra de Suiza y el Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, realizan entre 1999 y 2005 varias investigaciones de los aspectos geológicos, geofísicos y sismológicos de la región. Resultado de este esfuerzo es la consolidación y fortalecimiento del Observatorio Sismológico de la Universidad del Quindío. Este observatorio sismológico, junto con el Observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente - OSSO el cual está adscrito a la Universidad del Valle, son buenos ejemplos del papel de la academia con el liderazgo de la amenaza sísmica tanto desde el punto de vista de la gestión del riesgo, como desde la investigación.

Para la región del piedemonte llanero el tema de la amenaza sísmica surge desde la alerta que para Bogotá da el sismo del 19 de enero de 1995 y que se

presentó en la zona del municipio de Tauramena en el Departamento del Casanare. Con la ocurrencia de este sismo, tanto el Instituto Geofísico de la Universidad Javeriana en primera instancia y enseguida INGEOMINAS, comienzan a realizar estudios de riesgo sísmico para esta región y en concreto para la ciudad de Villavicencio, por ser ésta la más poblada y al mismo tiempo el centro del desarrollo económico de esta zona del país. Los primeros resultados de estos estudios, fue la realización por parte de INGEOMINAS con el apoyo de las autoridades locales del Estudio de Zonificación Sismogeotécnica Indicativa para la ciudad de Villavicencio, que fue una primera fase dentro del estudio general sobre el riesgo sísmico para esta región en particular. El documento, el cual fue entregado a las autoridades locales para su aplicación en el año 2002, sin embargo como en el caso de Popayán, hasta la fecha no se ha considerado para nada en su aplicación por parte de las autoridades con el fin de aplicar la norma de sismoresistencia, a pesar de que a 10 años desde esta entrega la ciudad ha crecido hasta en más de 140 % y presentar según este estudio un riesgo sísmico mucho mayor al de la mayoría de las ciudades colombianas que presentan una amenaza sísmica alta.

3. HISTORIA Y RESULTADOS DE LA PARTICIPACIÓN DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL META EN EL TEMA DE LA AMENAZA SÍSMICA

La Corporación Universitaria del Meta y su programa de Ingeniería Civil con el grupo de investigación “Estudios sobre Riesgo Sísmico y Amenazas Naturales del Piedemonte llanero” para finales de 2005 cuando éste fue creado, asume las recomendaciones dadas por INGEOMINAS para continuar con la segunda fase de la Zonificación Sismogeotécnica Indicativa de la ciudad de Villavicencio que entre otras son:

- Realizar un estudio geológico regional con énfasis en la neotectónica regional en el cual se identifiquen las fallas geológicas existentes en la zona.
- Complementar la recopilación y análisis de la información sobre la sismicidad regional, tanto histórica como instrumental.
- Realizar estudios de sismotectónica sobre las fuentes sismogénicas de influencia en la zona, con el fin de conocer en mejor detalle tasas de movimiento, longitudes de ruptura y magnitudes máximas probables, entre otras.
- Realizar el análisis de amenaza teniendo en cuenta diferentes modelos de

cálculo (área fuente, por ejemplo) y efectos de campo cercano.

- Es importante implementar una red de acelerógrafos permanente en la ciudad con el fin de continuar con el monitoreo de movimiento fuerte; esta información permite conocer a nivel instrumental el comportamiento del suelo la cual conlleva a verificar los espectros de diseño propuestos.
- Con el fin de mejorar la caracterización dinámica del subsuelo es necesaria la realización de algunos sondeos geotécnicos y ensayos in situ en algunas zonas de la ciudad.
- Debido a los diferentes problemas de estabilidad presentes, se sugiere la realización de estudios detallados y la instrumentación de algunos taludes.
- Es necesario iniciar un programa de información pública y educativa a través de medios de comunicación, entidades y colegios y mediante capacitación a nivel comunitario, que sin alarmar socialice la información y la forma de actuar en caso de terremoto.

El grupo de investigación “Estudios sobre Riesgo Sísmico y Amenazas Naturales del Piedemonte llanero” asume con base en estas necesidades, diversas investigaciones en los temas de geodinámica, geotecnia, geotectónica, tectónica, neotectónica y sismotectónica no sólo del Piedemonte llanero sino también a nivel regional abarcando regiones como la plataforma Caribe colombiana y el occidente colombiano.

Como resultados casi inmediatos se ha conseguido un aumento del conocimiento sobre el escenario geotectónico local de la región de Villavicencio con la determinación desde un punto de vista neotectónico de las fallas que potencialmente pueden generar un sismo y también avances en el conocimiento sobre el origen del subsuelo que conforma el área urbana de la ciudad. El Grupo “Estudios sobre Riesgo Sísmico y Amenazas Naturales del Piedemonte llanero” en vínculo y con el apoyo del grupo de investigación Grupo de Geofísica del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y del Grupo de Geofísica de la Dirección Nacional de Investigaciones de la Universidad Antonio Nariño, ha contribuido con la realización del Segundo Congreso Latinoamericano de Sismología, evento científico internacional especializado que fue realizado en la ciudad de Bogotá en agosto de 2006 y los eventos de socialización para las autoridades del Departamento del Meta y a la sociedad civil sobre el tema de los alcances de la amenaza sísmica en Villavicencio realizados en el año 2007 en la ciudad de Villavicencio. Con estos vínculos el grupo también ha contribuido en la

realización del proyecto Red Sismológica de la Sabana de Bogotá en el lapso 2007 – 2009 el cual es liderado por el Grupo de Geofísica de la Dirección Nacional de Investigaciones de la Universidad Antonio Nariño.

El día 24 de mayo de 2008 se presentó el sismo de Quetame con magnitud 5.9. La ocurrencia de este sismo favorece la investigación sismológica desde el del sismo principal y el proceso de réplicas para la investigación sobre la amenaza sísmica de Villavicencio en particular, con los análisis de los efectos de sitio por propagación de onda por sismo cercano que redundará con un aumento sobre el conocimiento de la conducta sismotectónica de las estructuras locales. Gracias a esto el grupo de “Estudios sobre Riesgo Sísmico y Amenazas Naturales del Piedemonte llanero” con el apoyo de los grupos de investigación, Geofísica de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y Geofísica de la Dirección Nacional de investigaciones de la Universidad Antonio Nariño, consiguió ganar el apoyo financiero de COLCIENCIAS para el desarrollo del proyecto *Análisis Sismotectónico de la falla Servitá, Departamentos de Cundinamarca y Meta*, proyecto declarado elegible en la Convocatoria 521/2010 de COLCIENCIAS, denominada Banco de Proyectos de Investigación Científica o Tecnológica, Año 2010.

Por el lado de la amenaza sísmica de la plataforma Caribe colombiana, los logros han sido definir el alcance de la amenaza sísmica principalmente de la ciudad de Santa Marta y se han conseguido avances sobre aspectos neotectónicos de la Falla Oca y sobre el entendimiento geodinámico y geotectónico general de la plataforma Caribe colombiana. En estas investigaciones el grupo adscrito a la Corporación Universitaria del Meta ha tenido el apoyo del Grupo de Geofísica del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, investigadores del Instituto de Geofísica Marinha de la Universidade Federal Fluminense de Niteroi, Río de Janeiro, Brasil y el grupo GEORED de la Dirección de Geología de INGEOMINAS, sede central en Bogotá.

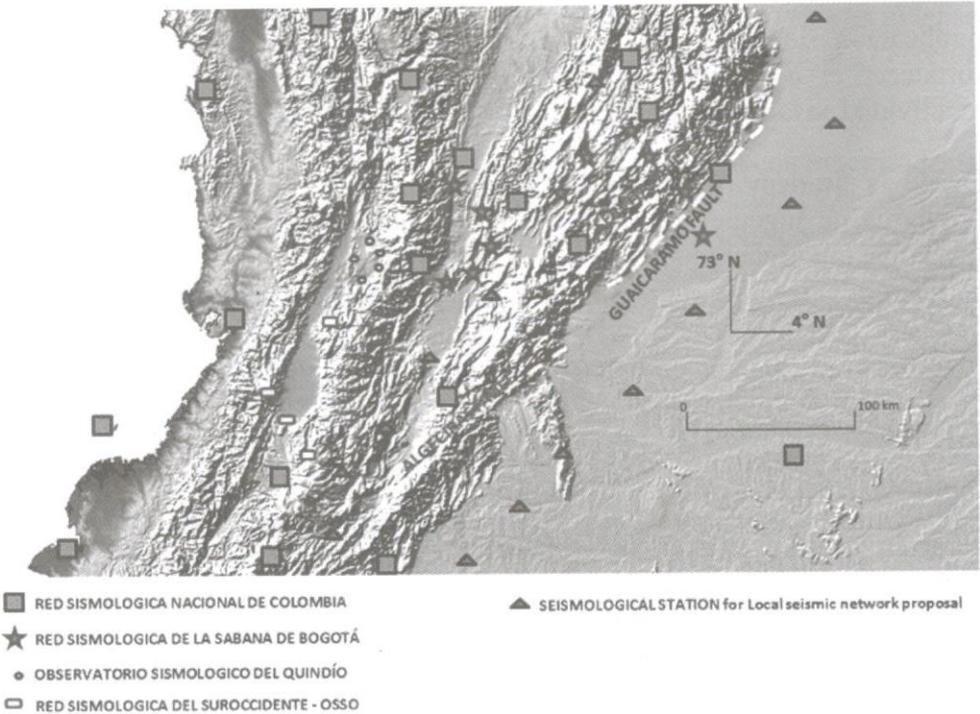
Finalmente frente al tema del occidente colombiano y de la sismicidad del territorio colombiano el grupo junto con el Grupo de Geofísica del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, ha realizado investigaciones enfocadas a la evolución geodinámica y la construcción del escenario orogénico de los Andes colombianos. Estas investigaciones contribuyen al avance del conocimiento del riesgo sísmico no solo de Villavicencio, sino también de otros escenarios a los cuales se les ha determinado su amenaza sísmica como alta y media. La socialización de estos resultados de investigación tanto en eventos científicos especializados o de gestión de riesgo, tanto nacionales como internacionales, así como la

publicación de estos por medio escrito o electrónico, contribuyen con fortalecer el conocimiento científico o las estrategias para aumentar la efectividad en la reducción del riesgo.

Desde la academia también la Corporación Universitaria del Meta y su programa de Ingeniería Civil con los estudiantes adscritos al semillero de investigación Bahareque, han realizado los proyectos *Inventario sobre las condiciones sismoresistentes de las construcciones del centro fundacional de la ciudad de Villavicencio*, cuyos resultados contribuyeron con el proyecto de investigación *Amenaza Sísmica de la Ciudad de Villavicencio y sus alrededores* durante el lapso entre 2007 y 2009, y el proyecto *Análisis del subsuelo de la comuna N° 1 del municipio de Villavicencio: Abanico aluvial de un gran río prehistórico. Posible Edad y características del depósito*, el cual se está realizando desde 2010 hasta la fecha y que contribuye con mejorar la caracterización dinámica del subsuelo de la ciudad. Estos proyectos en concreto van dirigidos hacia la optimización de la zonificación sismogeotécnica de la ciudad y con respecto al primer proyecto que muestra la calidad de las construcciones y sus condiciones de sismoresistencia, se trata de un ejercicio que busca sensibilizar de manera permanente a la comunidad, pero sobre todo a los actores decisorios los cuales son las autoridades. Con éste proyecto en particular se busca establecer un programa continuo de veeduría y apoyo de parte del programa de Ingeniería Civil a las autoridades y la sociedad en general, con el fin de realizar campañas de prevención para conseguir la reducción del riesgo sísmico. La Corporación Universitaria del Meta en éste caso pasa a cumplir con su responsabilidad social como academia con la comunidad de manera permanente.

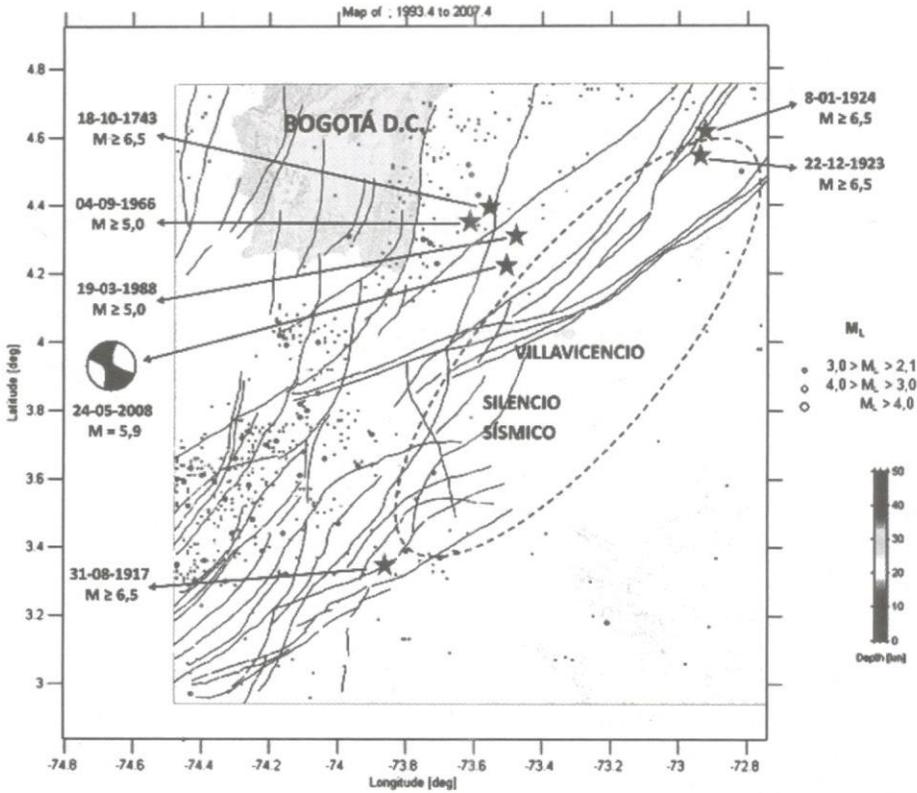
4. PERSPECTIVAS Y CONCLUSIONES

El grupo de investigación “Estudios sobre Riesgo Sísmico y Amenazas Naturales del Piedemonte llanero” busca para el mediano plazo establecer con la Corporación Universitaria del Meta y con el apoyo del grupo de investigación Grupo de Geofísica del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, el despliegue y puesta en marcha de una red sismológica local (Figura 1) que abarque específicamente el oriente colombiano y en concreto las estructuras más relevantes de las fallas del Piedemonte Llanero como las fallas Algeciras, Guaicaramo y Servitá. Estas fallas con base en las investigaciones de especialistas sobre el tema y propias de nuestros grupos de investigación, se han determinado desde la neotectónica y desde la sismología que son potencialmente activas y capaces de producir cualquiera de ellas un sismo con magnitudes $\geq 6,5$.



En triángulos la posible localización de las estaciones red sísmológica del oriente colombiano, la cual es un proyecto propuesto por el grupo de investigación *Estudios sobre Riesgo Sísmico y Amenazas Naturales del Piedemonte llanero* de la Corporación Universitaria del Meta, para posiblemente comenzar a desplegarse antes de 2020. Con esta red se buscará detectar no sólo la sismicidad del Piedemonte llanero, sino también la de la región de la Amazonía y la Orinoquía. En otras convenciones, las actuales redes sísmológicas que funcionan en Colombia. Por fuera de esta gráfica faltan algunas de la RSNC localizadas en la plataforma Caribe colombiana y el nororiente del país. Tomado de Chicagana et al. (2010).

La red sísmológica del oriente colombiano busca apoyar a la Red Nacional Sísmológica de Colombia (RSNC) en el registro de la microsismicidad de esta región, la cual además de Identificar la conducta sísmológica de estas fallas, permite además la identificación de otras estructuras sismoactivas previamente no identificadas o aquellas en donde la RSNC no ha detectado por sus limitaciones técnicas, dejando sectores de silencio sísmico como el mostrado en la figura 2. Los fines de la red sísmológica del oriente colombiano son por un lado, contribuir como centro de investigaciones especializado con el conocimiento científico sobre la sismicidad del oriente colombiano y del Piedemonte llanero, determinando patrones de sismicidad con su distribución espacio - temporal para definir el escenario sismotectónico de la región y por el otro, el de informar a las autoridades y a la comunidad en general sobre los aspectos sísmológicos de los sismos que ocurran en la región y colaborar en la mitigación del riesgo sísmico. La información que esta red ofrecerá será de dominio público y contribuirá con el desarrollo del conocimiento sísmológico colombiano y de la región noroccidental de Suramérica.



Grandes sismos históricos y registro de sismicidad instrumental de la RSNC para el lapso 1993 - 2007 de la región de Villavencio y el Piedemonte Llanero del centro de Colombia. El sector del silencio sísmico es una región que en este caso la RSNC no alcanza a detectar microsismicidad, la cual para este caso son sismos cuyas magnitudes locales son menores o iguales (\leq) a 2.1. Para salvar esta falencia se requiere instalar en el sector una red sismológica local que permita determinar esta microsismicidad.

Entonces a manera general, se concluye que la academia al menos en el caso colombiano ha asumido el liderazgo del desarrollo del conocimiento sismológico en Colombia desde inicios del siglo XX. Las universidades en concreto con sus centros de investigación geofísica y sus programas de Ingeniería Civil, han contribuido con el aumento sobre el conocimiento de la sismología en Colombia desde la investigación histórica, geofísica y de la Ingeniería Civil, para aumentar la comprensión sobre el fenómeno en el territorio nacional y del mismo modo han apoyado a las autoridades en los planes de gestión sobre el riesgo sísmico.

En el mismo papel y asumiendo el liderazgo con investigación y gestión del riesgo sísmico para el Piedemonte llanero, la Corporación Universitaria del Meta con su programa de Ingeniería Civil, con apoyo de la labor investigativa de sus docentes, ha conseguido liderar en la última década el tema de la

amenaza sísmica del Piedemonte llanero e igualmente ha contribuido con la investigación de la amenaza sísmica de otras regiones del país como la Plataforma Caribe colombiana y el occidente colombiano.

Referencias

Chicangana, G. (2009). Breve historia del manejo de la amenaza sísmica y de las situaciones post - desastre relacionadas en Colombia para el período 1962 – 2007. G. Chicangana, C. Mojica (Eds). *Memorias 2006 Del I Congreso Iberoamericano de Medio Ambiente y Sostenibilidad de los Sistemas Productivos, Red del Sol*. pp. 234 - 257., Editorial Guadalupe Ltda., Bogotá D.C.

Chicangana, G., Vargas - Jiménez, C. A., Caneva, A., Mojica, S, C. L., Hernández, H, T. A., Bernal, J; A. & Ardila, E, J. (2010). About necessity of a local seismic network: the seismic hazard of the Villavicencio city, Colombia. Abstract from 2010 Meeting of the Americas, American Geophysical Union - AGU. http://www.ig.utexas.edu/jsg/Americas_2010/Vargas_2.pdf (último acceso 02/04/2012)

Instituto Geofísico de la Universidad Javeriana (2012). Historia del Instituto Geofísico de la Universidad Javeriana. <http://fing.javeriana.edu.co/geofisico/Documentos/Historia.PDF> (último acceso 02/04/2012)

INGEOMINAS (1992). *Microzonificación Sismogeotécnica de Popayán*. Publicaciones Geológicas Especiales de INGEOMINAS, 2, 208 p.

IRIS (2011). Handbook: World – Wide Standard Seismograph Network, April 1964. 500 p. Incorporated Research Institutions for Seismology, Acoustic and Seismics Laboratory, Institute of Science and Technology, The University of Michigan, Ann Harbor, Michigan, USA. <http://www.iris.edu/seismo/info/stations/WWSSN1964.pdf> (último acceso 02/04/2012)

Mojica, J., Colmenares, F., Villarroel, C., Macia, C. & Moreno, M. (1986). *Características del flujo de lodo ocurrido el 13 de noviembre de 1985 en el Valle de Armero (Tolima, Colombia). Historia y comentarios de los flujos de 1845 y 1595*. Geología Colombiana, Vol. 14, pp. 107 – 140.

Prieto, J., Briceño, L. A., Caneva, A. & Ramos, A. (2004). *Actualización de la historia de los terremotos de Colombia de Jesús Emilio Ramírez, S.J.* Instituto Geofísico de la Universidad Javeriana, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 186 p.