



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú



Características Sismotectónicas del Enjambre Sísmico de Jatumpata

(Región Huancavelica)

Lima - Perú
Marzo - 2020

Instituto Geofísico del Perú

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Danny Scipion

Autores

Hernando Tavera
Gianfranco Taco
Cristian Mamani
Juan Carlos Pacco
Ernesto Febres

Este Informe ha sido producido por:

Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169, Mayorazgo IV etapa, Ate
Teléfono (511) 3172300

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- TECTÓNICA DE LOS ANDES CENTRALES

3.- ENJAMBRE SISMICO DE JATUMPATA

3.1- Formas de onda

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

1.- INTRODUCCIÓN

El Perú se encuentra ubicado en el denominado Cinturón de Fuego del Pacífico y en su borde occidental se desarrolla el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana a una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999), siendo el mismo responsable de la actual geodinámica y geomorfología presente sobre todo el territorio peruano. Este proceso permite la ocurrencia de sismos de diversa magnitud y focos ubicados a variadas profundidades, todos asociados a la fricción de placas (oceánica y continental), deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera y deformación cortical a niveles superficiales (Figura 1).

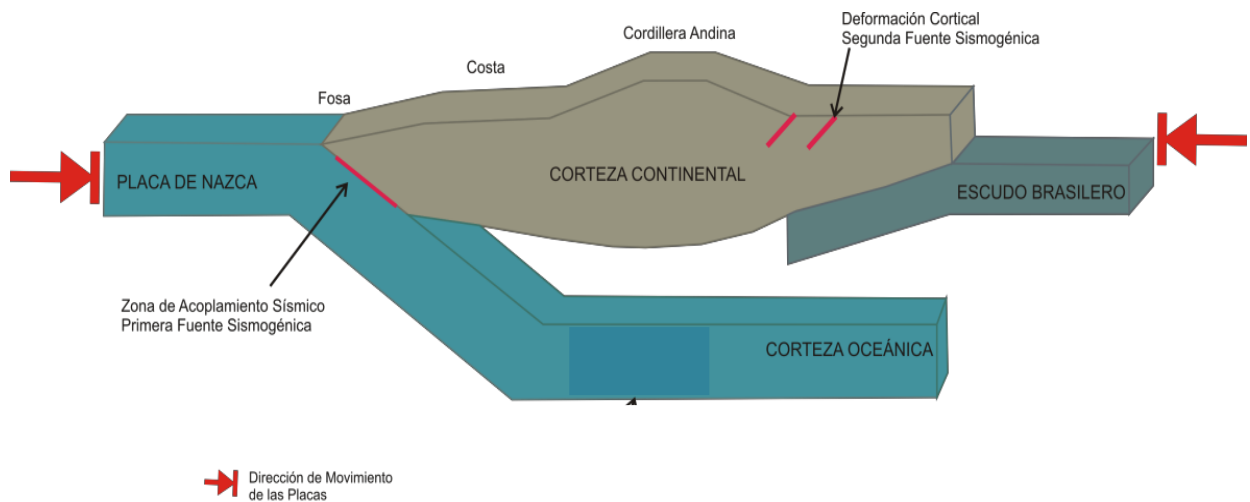


Figura 1: Esquema geodinámico que muestra la convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana; además del proceso de deformación que soporta la cordillera de los Andes.

Según Tavera (2014), la ocurrencia de sismos en el Perú es continua en el tiempo y cada año, se registra y se reporta un promedio de 500 sismos percibidos en superficie con intensidades mínimas de II-III (MM) y magnitudes $\geq M3.5$ (Figura 2). Los sismos de magnitud mayor ($\geq M7.0$), son menos frecuentes y cuando ocurren tienen su origen en el proceso de fricción de placas (zona de acoplamiento sísmico en la Figura 1). Estos eventos producen importantes daños en áreas relativamente grandes, tal como sucedió en la región Sur de Perú el 23 de Junio de 2001 (M8.2) y en Pisco, el 15 de Agosto de 2007 (M7.9).

Los sismos con origen en los procesos de deformación de la corteza a niveles superficiales son menos frecuentes (zona de deformación cortical en la Figura 1), pero

cuando ocurren, producen daños de consideración en áreas relativamente pequeñas, por ejemplo los sismos del Alto Mayo (San Martín) del 30 de Mayo de 1990 (M6.0) y 5 de Abril de 1991 (M6.5); asimismo, los sismos del 12 de Abril de 1998 (M5.2) y 17 de julio del 2013 (M5.7), en las cercanías de la localidad de Huambo en el Cañón del Colca y el sismo del 14 de Agosto de 2016 (M5.3) a 10 Km de la Ciudad de Chivay (Arequipa). En general, todos estos sismos tienen su origen en la reactivación de fallas geológicas y por lo tanto, presentan sus focos muy cerca de la superficie generando altos niveles de sacudimiento del suelo que producen daños mayores en viviendas de adobe y en aquellas construidas sobre suelos no compactos, además de deslizamientos de piedras y tierra en zonas de pendiente alta.

Asimismo, algunas fallas geológicas se reactivan de manera temporal produciendo un gran número de sismos de pequeña magnitud con epicentros y focos sísmicos ubicados en áreas reducidas, siendo conocidos como enjambres sísmicos. Estos enjambres, por ejemplo son muy comunes en las fallas de Jabonillos y Arayhuaco en la localidad de Pampas, Huancavelica y muy pocas veces terminan dando origen a sismos de magnitud mayor.

En la región Huancavelica, provincia de Angares, distrito de Lircay se encuentra la falla Jatumpata, que desde el día 16 de marzo al presente (20 de marzo), viene generando sismos con magnitudes menores a M4.0 como parte de un enjambre sísmico de alrededor de 30 eventos, de los cuales solo se han reportado 17 debido a que los sacudimientos del suelo fueron percibidos por la población local. En este informe se describe las características sismotectónicas de este enjambre sísmico.

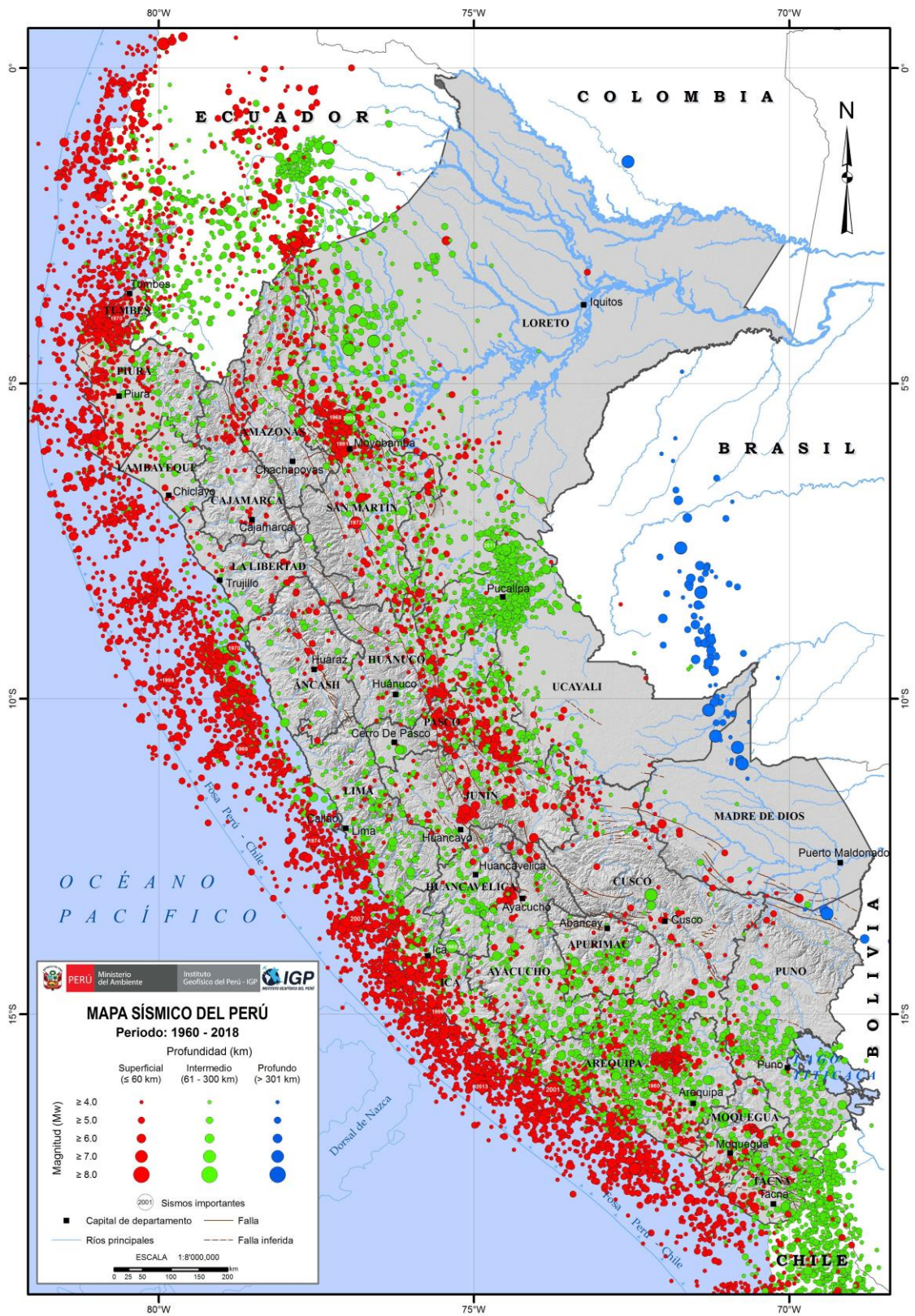


Figura 2.- Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1960 y 2018. La magnitud de los sismos es diferenciado por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos.

2.- TECTÓNICA DE LOS ANDES CENTRALES

La Cordillera de los Andes se encuentra en la parte occidental del continente sudamericano, abarca cerca de 8000 km de longitud desde el mar del Caribe por el norte, hasta el mar de Scotia por el sur, con elevaciones que llegan a los 7000 msnm. El origen de los Andes es una consecuencia de la actividad tectónica, producto de la subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa continental de Sudamérica (Dewey y Bird, 1970; James, 1971). Los Andes pueden ser divididos en tres partes (Figura 3):

- *Los Andes Septentrionales, se extienden desde el norte de Venezuela (12° de latitud norte) hasta el norte del Perú (4° de latitud sur). Son el resultado de una importante acreción de corteza oceánica entre el Jurásico y el Paleoceno (Jaillard, 2004).*



Figura 3: Mapa esquemático de América del Sur y las placas oceánicas del Pacífico, mostrando los cuatro segmentos volcánicamente activos y las 3 zonas de flat slab (Stern, 2004).

- *Los Andes Centrales se prolongan del norte Perú (4° de latitud S) hasta la Argentina (44° de latitud S). Son el resultado de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa de Sudamérica, acompañado del arco volcánico, ubicado entre el sur del Perú y norte de Chile. Los Andes Centrales puede ser divididos en tres sectores: Norte, Centro y Sur (Allmendinger et al., 1997).*
- *Los Andes Australes o Meridionales se desarrollan entre 40° y 55° de latitud S. Este segmento de la Cordillera de los Andes está interpretado como el resultado de la subducción de las placas oceánicas Nazca, Antártica y Scotia bajo el continente Sudamericano.*

La geometría del ángulo de subducción define 4 zonas con características diferentes, incluyendo el volcanismo activo (Figura 3): zona volcánica del norte (NVZ) entre 2° latitud sur y 5° latitud norte; zona volcánica central (CVZ) entre 15° y 28° latitud sur, zona volcánica del Sur (SVZ) entre 33° y 46° latitud sur y zona volcánica austral (AVZ) entre 47° y 54° latitud sur. (Stern y Kilian, 1996).

La región de Huancavelica, pertenece al sector norte de los Andes Centrales, abarca desde la deflexión de Huancabamba por el norte, hasta deflexión de Abancay al sur y corresponde a la zona de subducción plana presente en el Perú. Morfoestructuralmente, los Andes están divididos en Costa, Cordillera Occidental, Altiplano, Cordillera Oriental y Zona Subandina. La región de Huancavelica se encuentra en la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental separadas por una zona denominada Altiplanicies interandinas. Esta última unidad está controlada, al noreste por el sistema de fallas Ayacucho-Cerro de Pasco y al suroeste por el sistema de fallas Chonta y el sistema de fallas Abancay-Andahuaylas-Totos y Jatumpata (Figura 4).

La Cordillera Occidental está formada por montañas que pueden llegar hasta los 5000 msnm y son cortadas por valles encañonados, donde afloran rocas de origen marino y continental, como las lutitas de la Formación Chicama (Jurásico superior) areniscas del Grupo Goyllarizquisga (Cretácico inferior), calizas de las formaciones Pariahuanca, Chulec, Pariatambo, Jumasha y Celendín (Cretácico medio-superior) y rocas volcanosedimentarias del Paleoceno-Mioceno de la Formación Casapalca, Formación Tantará, Grupo Sacsacero, Formación Castrovirreyna, Formación Auquivilca, Formación Caudalosa y Formación Astobamba.

Las Altiplanicies interandinas, están conformadas por relieves suaves con alturas de 4000 msnm, como las de Ayacucho y Huancayo, ambas separadas por valles profundos.

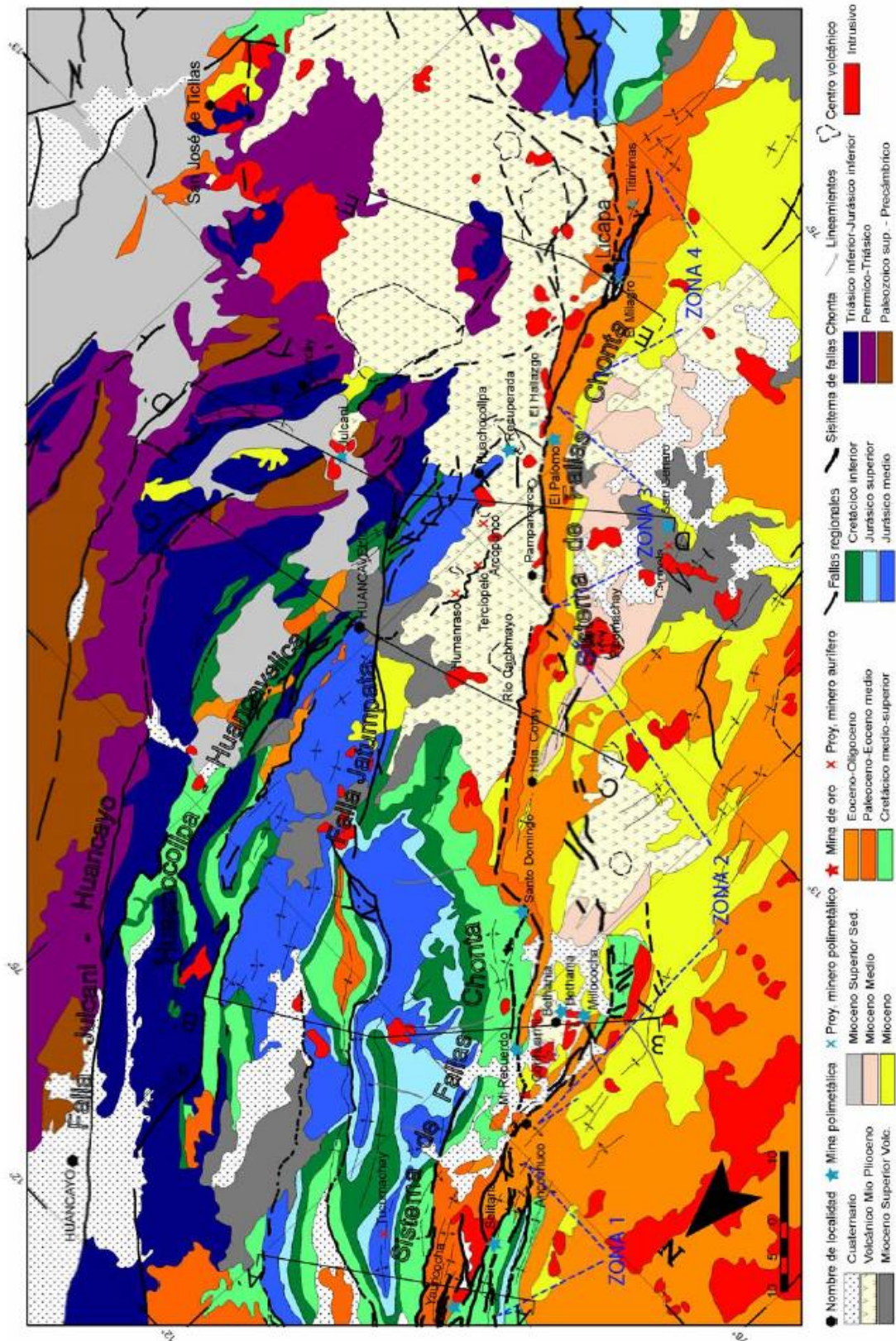


Figura 4: Marco geológico y tectónico en el entorno de la ciudad de Huancavelica. Presencia de los sistemas de fallas de Julcani – Huarcayo, Huachocolpa – Huancavelica, Jatumpata y Chonta (Rodríguez, 2008)

En estas Altiplanicies afloran rocas metamórficas del Precámbrico?-Paleozoico inferior; secuencias volcano-sedimentarias del Grupo Mitu; calizas del Grupo Pucará y la Formación Chunumayo; areniscas de origen continental del Grupo Goyllarizquisga, calizas de las formaciones Chulec, Pariatambo y Jumasha y rocas volcano-sedimentarias de la Formación Casapalca y del Grupo Sacsacero.

La Cordillera Oriental está formada por montañas que pueden sobrepasar los 5000 msnm, y están compuestas por rocas metamórficas del Paleozoico inferior con núcleos de rocas del Precámbrico. En su parte central, se encuentran cuerpos plutónicos de edad Pérmico superior-Jurásico; mientras que, al límite con las Altiplanicies interandinas se encuentran rocas volcano-sedimentarias del Grupo Mitu y calizas del Grupo Pucará (Triásico superior-Jurásico inferior).

Los sistemas de fallas de Julcani – Huancayo, Huachocolpa – Huancavelica, Jatumpata y Chonta, no tienen registros recientes de haber dado origen a sismos, por ello su dinámica no es muy conocida, pudiendo ser fallas del tipo inverso o normal en diferentes etapas geológicas. El reciente enjambre sísmico de Jatumpata podría ayudar a identificar las características de los esfuerzos actuantes durante el reciente proceso sísmico (Figura 5).

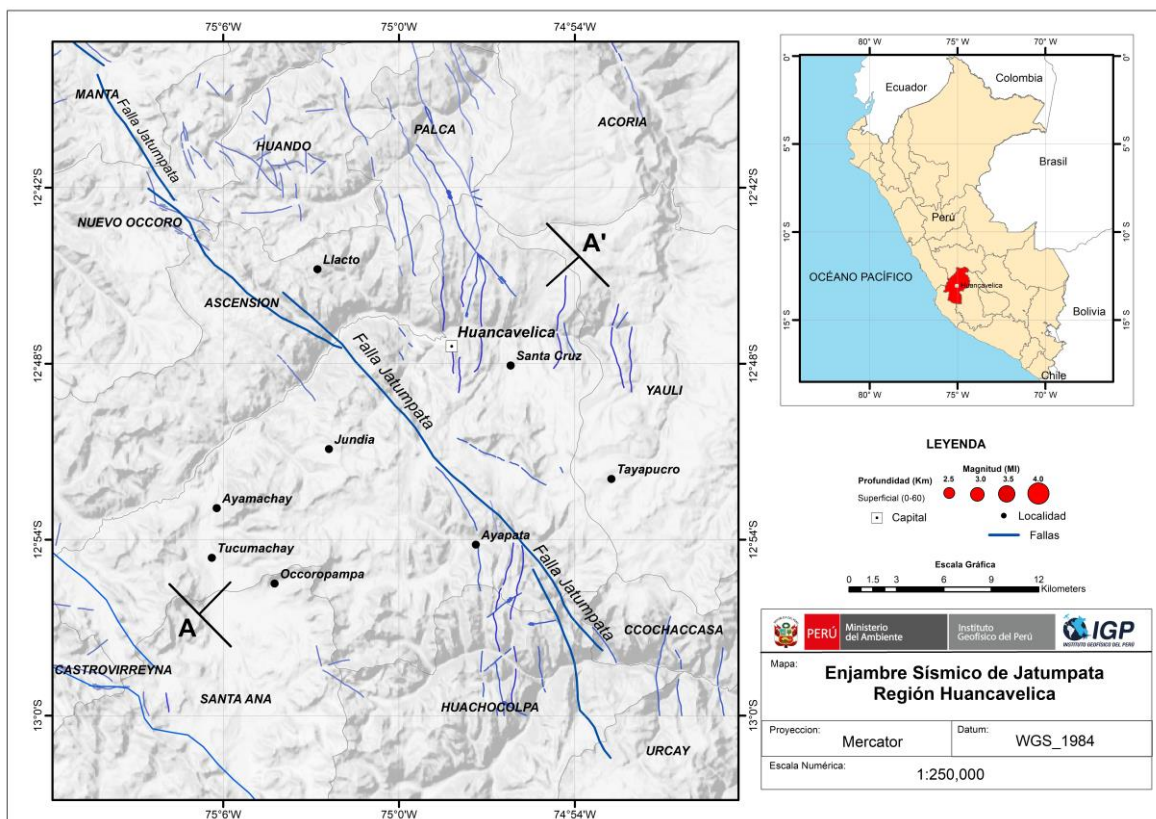


Figura 5: Ubicación del sistema de fallas Jatumpata en la región Huancavelica: Falla Jatumpata

3.- ENJAMBRE SISMICO DE JATUMPATA

En las cercanías del C.P. Jatumpata, distrito de Lircay, Provincia de Angaraes, región de Huancavelica, desde el día 16 de marzo en horas de la tarde, vienen ocurriendo una serie de sismos de magnitud moderada que ha alertado a la población de la ciudad de Huancavelica. De estos sismos, a la fecha el Instituto Geofísico del Perú (IGP) ha reportado la ocurrencia de un total de 17 eventos con magnitudes menores a M4.0 que han sido percibidos en superficie con intensidades de III-IV (MM) en la ciudad de Huancavelica. Estos sismos han ocurrido a profundidades entre 7 a 14 km y epicentros a 8 y 12 km en dirección Sur y Suroeste con respecto a la ciudad de Huancavelica (Tabla 1).

Tabla 1: Parámetros hipocentrales de los sismos ocurridos en la región Huancavelica

Nº	Fecha Local	Hora Local	Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud (MI)	Intensidad
1	16/03/2020	18:55:49	-12.89	-75.00	11.60	3.4	II Huancavelica
2	16/03/2020	22:35:19	-12.87	-75.02	12.50	3.4	II Huancavelica
3	17/03/2020	01:14:44	-12.87	-75.00	11.50	3.4	II Huancavelica
4	17/03/2020	12:47:39	-12.84	-75.01	6.90	3.3	II Huancavelica
5	17/03/2020	17:36:45	-12.86	-75.02	8.10	3.3	II Huancavelica
6	18/03/2020	01:34:40	-12.87	-75.03	9.10	3.8	II-III Huancavelica
7	18/03/2020	04:49:32	-12.87	-75.02	8.60	3.4	II Huancavelica
8	18/03/2020	05:29:35	-12.86	-75.03	7.90	4.0	III Huancavelica
9	18/03/2020	06:42:49	-12.87	-74.99	11.10	3.3	II Huancavelica
10	18/03/2020	08:45:38	-12.87	-75.01	13.30	3.3	II Huancavelica
11	18/03/2020	20:51:40	-12.85	-75.00	12.80	3.3	II Huancavelica
12	19/03/2020	00:26:19	-12.89	-74.99	12.70	3.3	II Huancavelica
13	19/03/2020	08:00:40	-12.88	-75.00	13.90	3.3	II Huancavelica
14	19/03/2020	12:45:41	-12.87	-75.02	11.40	3.4	II Huancavelica
15	20/03/2020	00:11:40	-12.87	-75.01	7.60	3.4	II Huancavelica
16	20/03/2020	00:56:35	-12.87	-75.03	8.50	3.9	III-IV Huancavelica
17	20/03/2020	05:50:19	-12.87	-75.02	9.70	3.4	II Huancavelica

De acuerdo a la Figura 6, los sismos ocurridos en la región de Huancavelica presentan sus epicentros al sur y sur-oeste de la ciudad de Huancavelica, y en la misma dirección, pero a menor distancia de la falla de Jatumpata. Considerando que todos estos sismos, de magnitud pequeña, han ocurrido en 4 días y básicamente en un área reducida, preliminarmente se les considera como parte de un enjambre sísmico que habría reactivado probablemente un tramo pequeño de la falla de Jatumpata. Por otro lado, según el perfil sísmico de la Figura 7, la distribución en profundidad de los focos sísmicos, corroboraría lo indicado; es decir, el enjambre de sismicidad tendría su origen en la reactivación temporal de la falla Jatumpata, ubicada en las cercanías del C. P. de Jatumpata, distrito de Lircay.

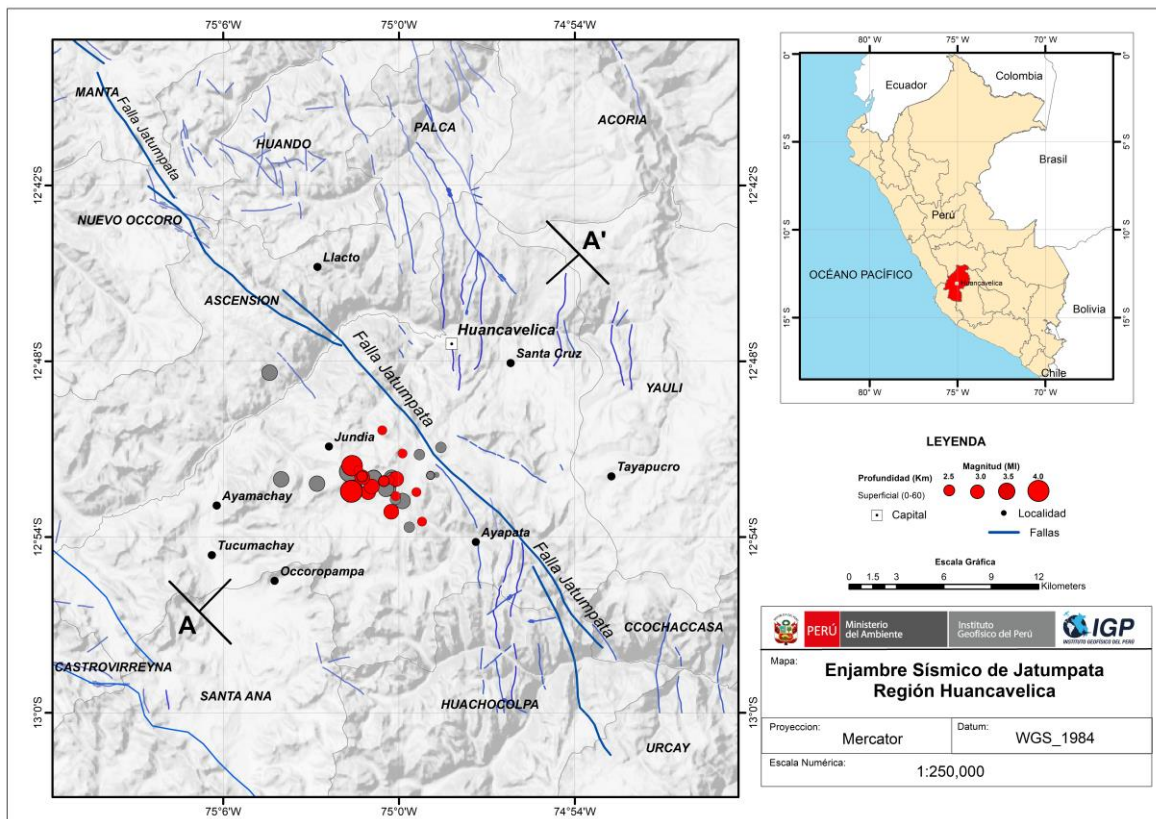


Figura 6: Distribución espacial de los sismos que preliminarmente serían parte del enjambre sísmico de Jatumpata.

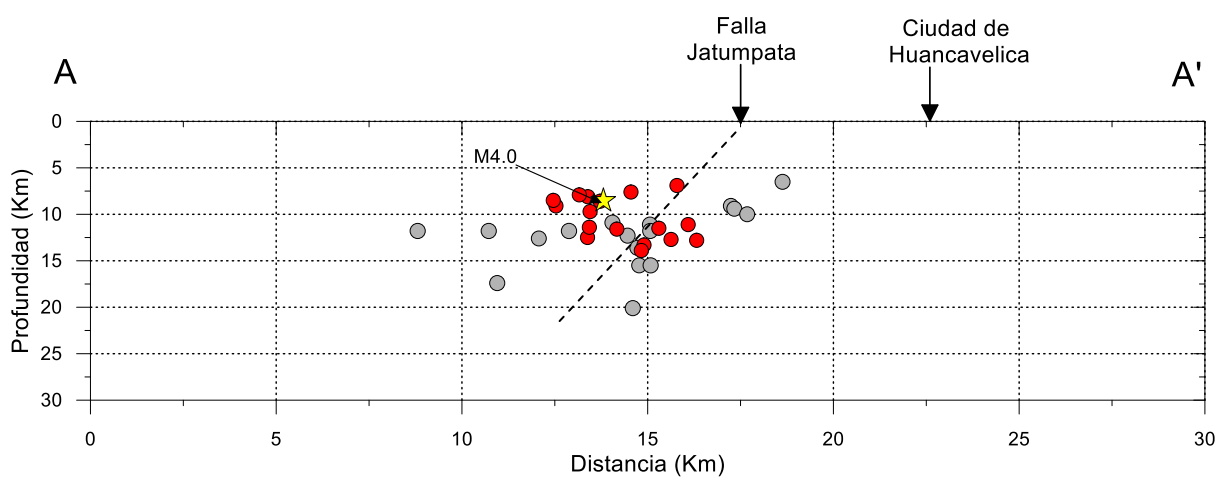


Figura 7: Distribución en profundidad del enjambre sísmico debido a la posible reactivación temporal de la falla Jatumpata

3.1.- Formas de onda

Cada evento sísmico del enjambre de Jatumpata ha sido registrado por las estaciones que integran la Red Sísmica Nacional (RSN) a cargo del IGP, siendo la estación sísmica más cercana la que se encuentra en la localidad de Pucapampa (PCPA), a 30 km de la ciudad de Huancavelica en dirección sur-suroeste (SSO). En la Figura 8a se muestra el registro, en sus tres componentes, para el sismo ocurrido el 18 de marzo a las 05:29 horas con una magnitud M4.0. En dichas formas de onda se identifica claramente el arribo de las ondas P y S que caracterizan a los sismos producidos por fracturamiento y/o fricción de los bloques de fallas geológicas. Técnicamente, estas formas de onda son el resultado de la energía liberada por un doble par de fuerzas.

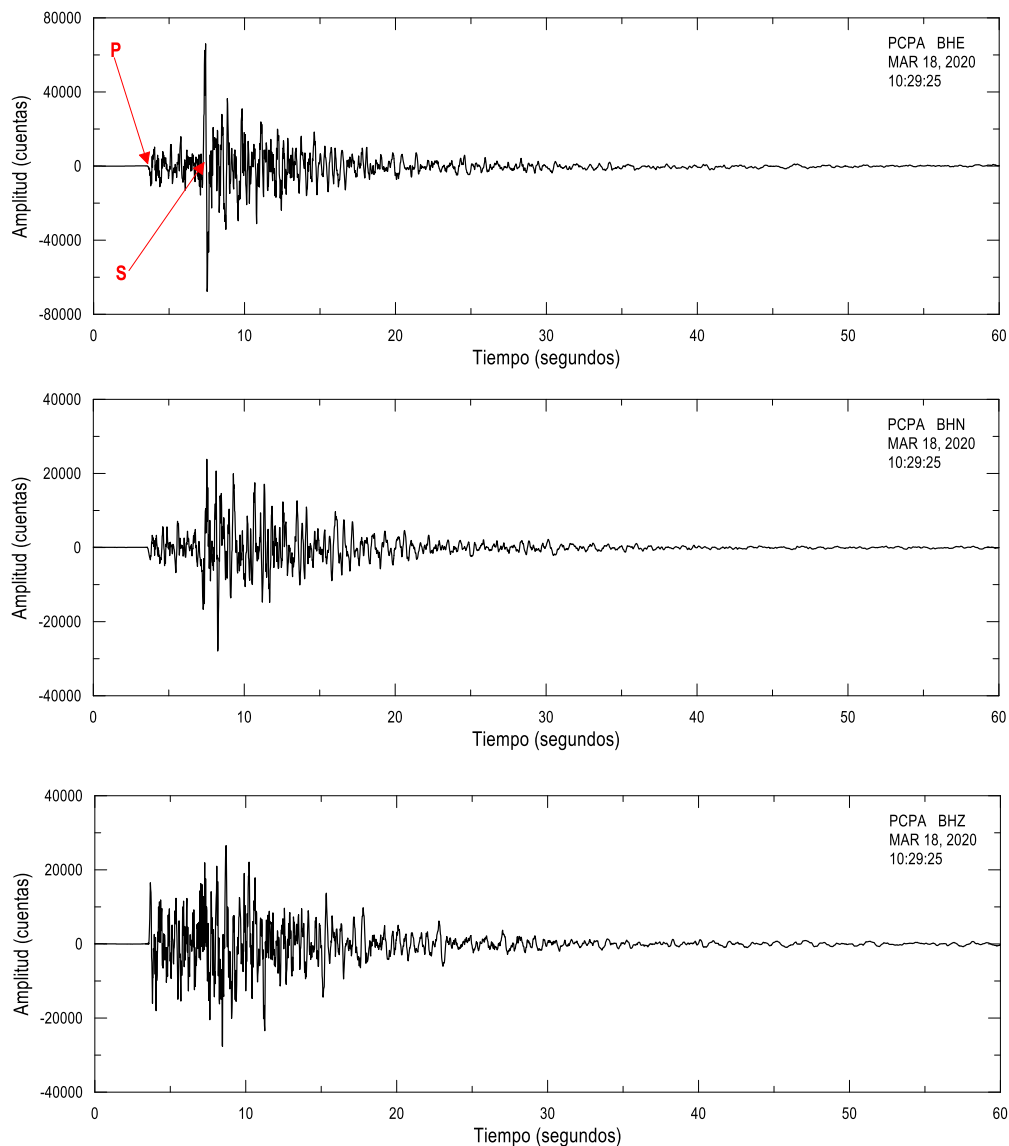


Figura 8a: Formas de onda del sismo ocurrido el 18 de marzo a horas 05:29 y registrado por la estación Pucapampa (PCPA)

Asimismo, para comparación en la Figura 8b se muestra registros de explosiones realizadas a distancias de 2 y 25 km de estaciones sísmicas utilizadas para su registro. En todos los registros solo se identifica la llegada de una onda P muy impulsiva como característica de explosiones realizadas en minas. Técnicamente, estas formas de onda son de gran amplitud y se caracterizan por contener altas frecuencias y corta duración.

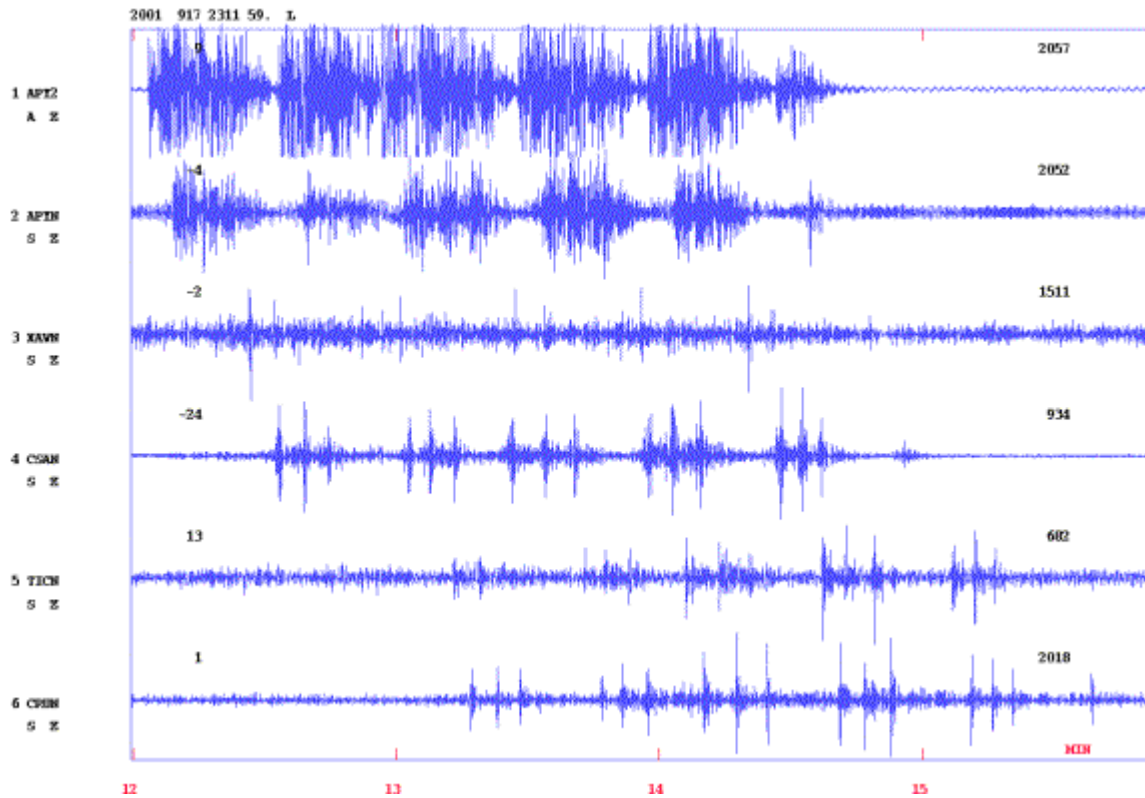


Figura 8b: Registros obtenidos de estaciones sísmicas ubicadas a 2 y 25 km de distancia de los puntos en donde se realizaron detonaciones en Nicaragua (Marroquin 2001)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- .- La serie de sismos ocurridos en la región de Huancavelica durante el periodo del 16 al 20 de marzo del 2020, serian parte de un enjambre sísmico asociado probablemente a la reactivación temporal de un tramo pequeño de la falla Jatumpata, ubicada en las cercanías del C. P. Jatumpata y en dirección SO de la ciudad de Huancavelica.
- .- De este enjambre sísmico, el IGP reporto la ocurrencia de hasta 17 eventos sísmicos con magnitudes menores a M4.0 y focos sísmicos ubicados a profundidades entre 7 y 14 km. Los eventos sísmico reportados fueron percibidos por la población con intensidades entre III y IV (MM); generando preocupación en la población.
- .- Estos enjambres sísmicos son comunes en los procesos de deformación temporal de fallas geológicas y muy pocas veces concluyen con la ocurrencia de algún sismo de mayor magnitud. De ser el caso, se debe tener muy en cuenta las indicaciones de INDECI dadas en cada simulacro.

Recomendaciones:

- .- Tal como indica Tavera (2020), se debe tener muy en cuenta que los sismos no son los causantes de los desastres en las ciudades cuando estos ocurren. Los sismos solo sacuden el suelo con mayor o menor intensidades. Si las viviendas construidas por el hombre no son capaces de soportar de manera adecuada los sacudimientos del suelo, ellas se dañan o colapsan afectando a las personas. Es decir, el desastre y los daños a las personas es por el colapso de las viviendas y no por el sismo. Por este motivo, se debe construir las viviendas usando buenos materiales y sobre suelos adecuados, y para ello debemos recurrir a ayuda de profesionales.

BIBLIOGRAFIA

- Dewey y Bird (1970): Mountain belts and the new global tectonics, *J. Geophys. Res.*, 75, p.2625-2647.
- Jaillar, D. (2004). Evolución geológica del norte del Perú y del Ecuador (0°-7°S): claves para la estructuración de los Andes. XII Congreso Peruano de Geología. Lima. Dávila, J., ed., Carlotto, V., ed., Chalco, A., ed., Resúmenes extendidos. pp. 767-771. Sociedad Geológica del Perú. Publicación Especial
- James, D. (1971).. Andean crust and upper mantle structure. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 76, p. 3246-3271.
- Marroquin, G. (2001). <https://web-geofisica.ineter.gob.ni/boletin/2001/09/explosiones-minas0109.htm>
- Rodriguez, R. (2008). El Sistema de Fallas Chonta y sus Implicancias Metalogenéticas entre 12°15´ S y 13°30´ S (Huancavelica – Perú)
- Stern, C. (2004). Active Andean volcanism: its geologic and tectonic setting. *Rev. geol. Chile*. [online], vol.31, no.2 [citado 09 Julio 2008], p.161-206. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-02082004000200001&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0716-0208.
- Stern, C. y Kilian, R. (1996). Role of the subducted slab, mantle wedge and continental crust in the generation of adakites from the Andean Austral Volcanic Zone. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 123: 263-281.
- Tavera, H. (2014). Actualización del Escenario por Sismo, Tsunami y exposición en la Región Central del Perú, Instituto Geofísico del Perú.
- Tavera, H. (2020). Terremotos en Frases para recordar. Instituto Geofísico del Perú.