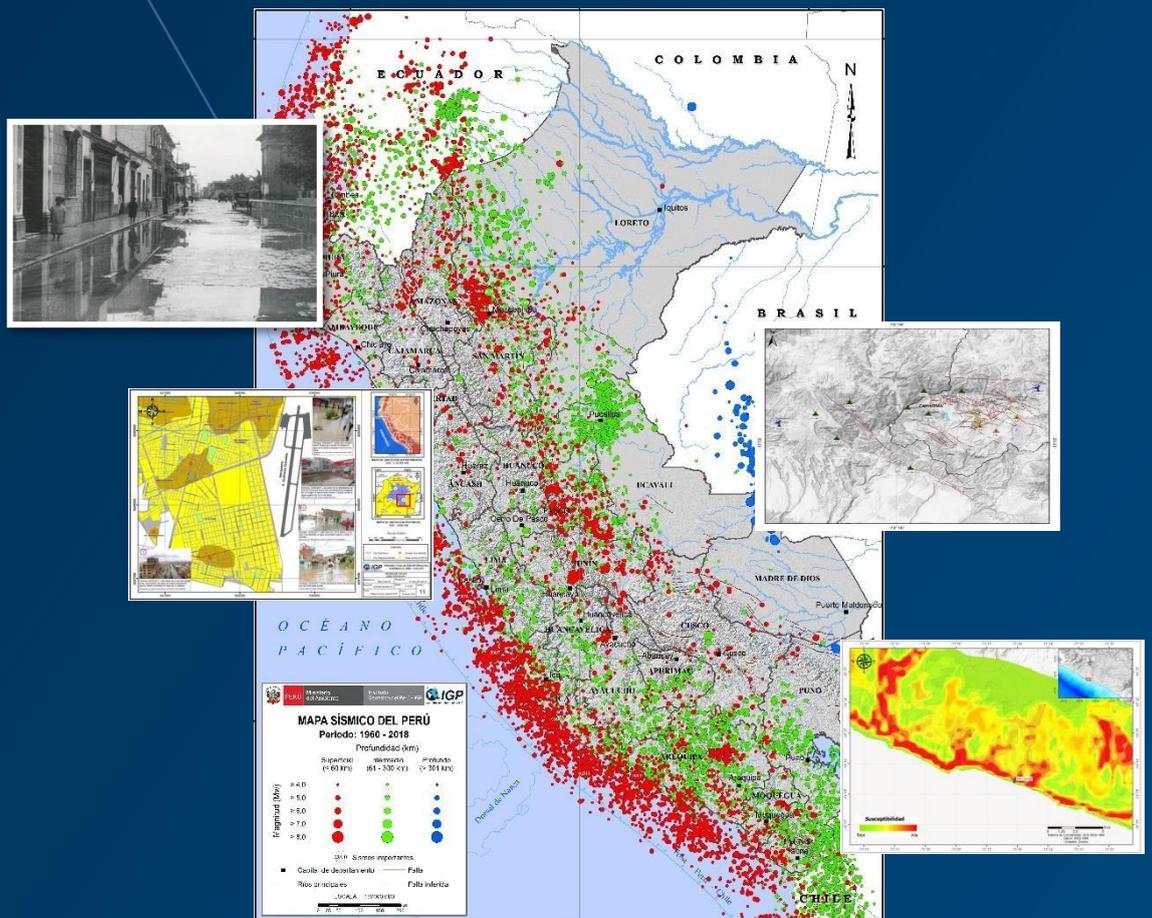


SUBDIRECCIÓN DE CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA

SISMOLOGÍA



APORTES EN INVESTIGACIÓN EN SISMOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE EN EL AÑO 2019

RESUMEN

La Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida, en su línea de investigación de Sismología desarrolla diversos estudios relacionados a la Gestión del Riesgo de Desastres, tales como:

- Estudios de sismicidad asociada a procesos de subducción y a la deformación cortical. Estudios de sismos de gran magnitud.
- Modelamiento numérico de peligros asociados a los sismos como tsunamis y gestión del riesgo por sismos.
- Monitoreo de la actividad sísmica nacional a través del CENSIS, con la finalidad de emitir reportes sísmicos al INDECI, DHN y población.

En el presente informe se documenta las actividades que se han realizado en sismología durante el año 2019: Proyectos de investigación, actividades técnicas y científicas, tesis en desarrollo y la elaboración de reportes y página web.

Los resultados obtenidos son divulgados en artículos científicos, informes técnicos y en reuniones técnico-científicas.

INDICE

RESUMEN

I. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.....	1
1. Monitoreo sísmico y análisis de deformación cortical en fallas activas.....	1
2. Modelado numérico de peligros asociados a dinámica de suelos (Arequipa).....	8
3. Evaluación de riesgo sísmico por exposición en la ciudad de Huarney.....	10
4. Análisis y evaluación histórica del fenómeno El Niño en Chiclayo.....	14
II. ACTIVIDADES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS	18
1. PARTICIPACION EN CONFERENCIAS, TALLERES Y REUNIONES.....	18
III. TESIS EN DESARROLLO.....	20
3.1. Evaluación sismotectónica de la placa de Nazca dentro del proceso de subducción en el borde occidental de Sudamérica.....	20
IV. REPORTE WEB	22
1. Elaboración de reportes sísmicos.....	22
V. SERVICIOS.....	24
1. Centro Sismológico Nacional	24
2. Monitoreo de la actividad sísmica	27
3. Publicación de mapas temáticos	38
4. Simulacros multi-peligros realizado el mes de noviembre - 2019.....	41
VI. PERSONAL.....	44
1. Personal de línea de investigación de sismología.....	44

I. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

1. MONITOREO SISMICO Y ANALISIS DE DEFORMACION CORTICAL EN FALLAS ACTIVAS

EL borde occidental de América del Sur se caracteriza por ser una de las regiones, sísmicamente más activas en el mundo. El Perú forma parte de esta región y su actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la placa oceánica bajo la placa continental. El segundo tipo de actividad sísmica, es generada por la deformación cortical asociada a la presencia de fallas geológicas que generan sismos poco frecuentes, pero que causan elevados niveles de sacudimiento del suelo.

Según la historia sísmica del Perú, han ocurrido varios sismos corticales importantes; por ejemplo el sismo de 1969 con magnitud M6.0, producidos por la falla Huaytapallana; el sismo de 1999 de magnitud M4.5 asociado al sistema de falla Ayacucho; el sismo de 2016 de magnitud M5.3, causado por el sistema de fallas Huambo-Cabanaconde; entre otros. Por tal motivo se viene monitoreando los sistemas de fallas activas más importantes del Perú, entre ellas: Huaytapallana (Junín), Huambo-Cabanaconde (Arequipa), Razuwilca y La Quinua (Ayacucho).

1.1. Análisis de la Microsismicidad asociada a la Falla Huaytapallana

La zona de estudio se encuentra ubicada al pie de los nevados de la Cordillera del Huaytapallana a una altura de 4.500 msnm. Este estudio pretende dar a conocer la geometría y patrón de deformación en superficie, con información registrada por una red sísmica local, instaladas en torno a la falla Huaytapallana (Figura 1).

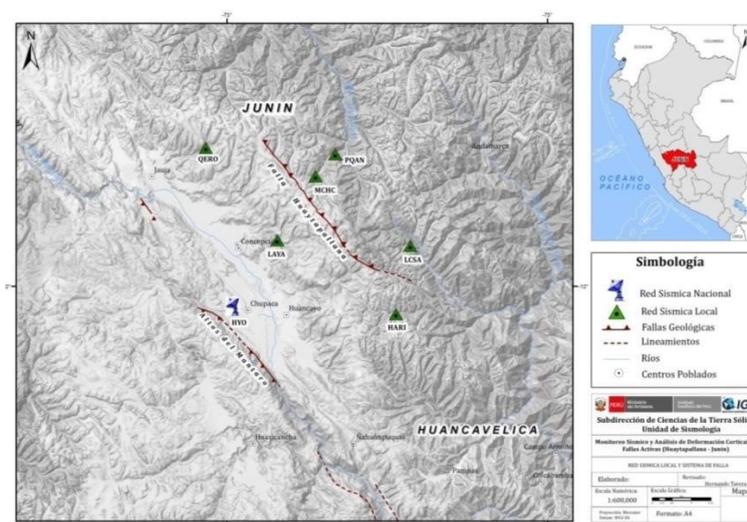


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio y distribución de las estaciones sísmicas instaladas alrededor de la falla Huaytapallana.

1.1.1. Actividades Realizadas

- ✓ Se analizó información sísmica, registrada por la red sísmica temporal instalada en la región centro de Perú, aproximadamente a 22 km de distancia a la ciudad de Huancayo. Esta red registro sismos y microsismos de variada magnitud.
- ✓ El análisis de datos comprende de 122 808 horas de registros correspondiente a 24 meses de monitoreo. Se ha identificado un total de 520 microsismos.
- ✓ A fin de mejorar y optimizar la base de datos, los eventos se clasificaron en eventos tipo “A y B”, con los eventos A se procede a generar un modelo de velocidad con el programa VELEST, tomando como referencia el modelo inicial (Dorbath et al 1991) (Tablas 1 y 2).
- ✓ Asimismo, con los datos seleccionados se construyó la curva de Wadati obteniendo la relación de V_p/V_s de 1.71 (Figura 2).

Tabla 1. Modelo de velocidad propuesto por Dorbath (1991), para los Andes Centrales de Perú.

Capa N°	Velocidad (km/s)	Profundidad (km)
1	5.80	0.0
2	6.20	15.0
3	6.80	30.0
4	8.00	50.0

Tabla 2. Modelo de velocidad generado con el Algoritmo VELEST.

Capa N°	Velocidad (km/s)	Profundidad (km)
1	5.30	0.0
2	5.99	10.0
3	6.71	15.0
4	7.15	35.0
5	8.21	50.0

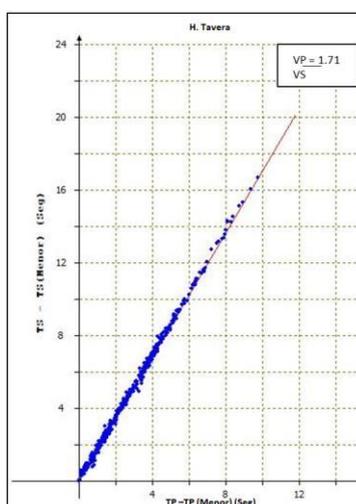


Figura 2. Curva de Wadati elaborado con datos sísmicos obtenidos.

1.1.2. Resultados

- El análisis y procesamiento de los datos registrados para el periodo de junio 2015 – mayo 2017, ha permiti6 obtener 122 808 horas de registros, identificando un total de 520 eventos sísmicos, con magnitudes menores a M3.1 y foco de profundidad menor a 35 km.

- La Figura 3, muestra la distribución espacial de 135 eventos sísmicos seleccionados como tipo “A y B”. Observándose, un agrupamiento importante al NE-SE de la Falla Huaytapallana. Esta sismicidad estaría asociada a la continua deformación cortical que se produce en la Falla Huaytapallana.

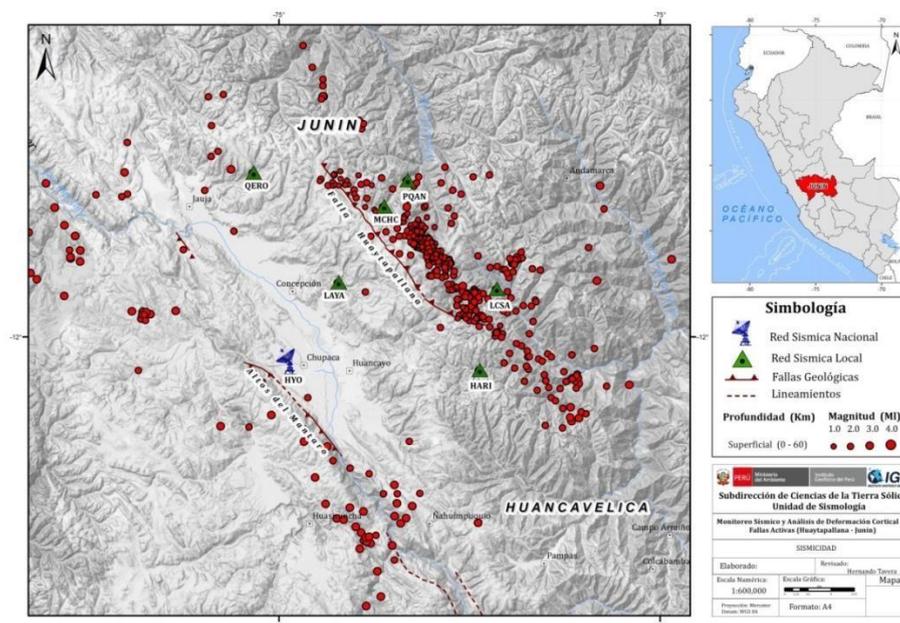


Figura 3. Distribución espacial de la sismicidad eventos “A y B”.

1.2. Análisis de la Microsismicidad asociada al Sistema de Fallas de Ayacucho

El área de estudio se encuentra ubicado en el departamento de Ayacucho, en las cordillera Occidental y Oriental, la mayor parte del área cubre la “Cuenca Interandina de Ayacucho”, flaqueada en sus bordes por el macizo de Razuwilca (cordillera Oriental) y de Vinchos, pasando por la zona alta de la Cordillera Occidental.

El análisis se desarrolló con datos registrados en la red sísmica local, compuesta por 8 estaciones ubicadas en las localidades de Tambillo, Macachara, Chinchos, San Miguel, Chilcas, Santo Tomas de Pata, Allpachaka, Vinchos y 2 estaciones de la Red Sísmica Nacional, Ayacucho y Pacco Loma, ver Figura 4.

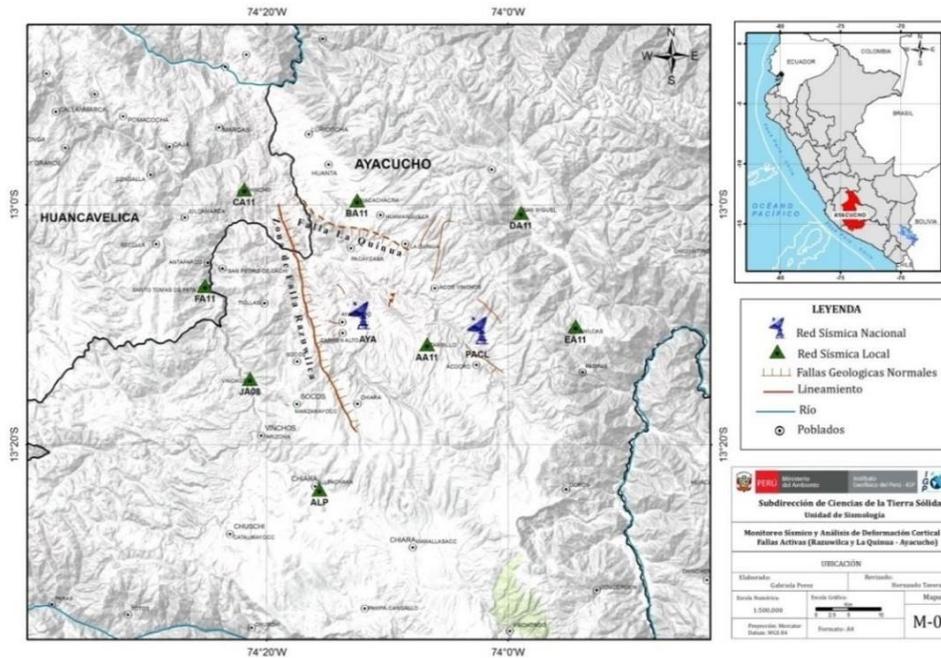


Figura 4. Ubicación de las estaciones sísmicas alrededor del sistema de Fallas de Ayacucho.

1.2.1. Actividades Realizadas

- ✓ En este trimestre se ha analizado los registros sísmicos del periodo 10/10/2016 - 10/12/2017 llegando a contabilizar 102 480 horas de registro, identificando un total de 389 eventos sísmicos.
- ✓ Con los eventos sísmicos registrados se generó un nuevo modelo velocidad con el algoritmo VELEST, a partir del modelo propuesto por (Dorbath et al 1986) (Tabla 3).
- ✓ Asimismo, con los datos seleccionados se construyó la curva de Wadati obteniendo la relación de V_p/V_s de 1.72 (Figura 5).

Tabla 3. Modelo de velocidad generado con el

Capa N°	Velocidad (km/s)	Profundidad (km)
1	6.00	0.0
2	6.11	12.0
3	6.68	20.0
4	7.17	35.0
5	7.80	55.0

Algoritmo VELEST.

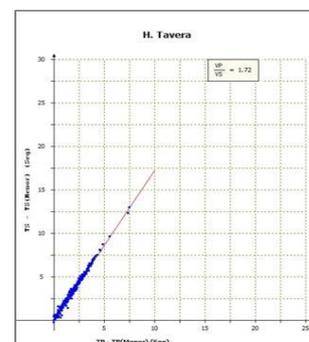


Figura 5. Curva de Wadati elaborado con datos sísmicos obtenidos.

1.2.2. Resultados

- El análisis y procesamiento de los datos registrados permitió identificar el registro de un total 389 eventos sísmicos, con magnitudes menores a M2.0 y foco de profundidad menor a 15 km de profundidad.

- La Figura 6, muestra la distribución espacial de la sismicidad donde se observa un agrupamiento importante al este de la falla Quinua y a sismicidad dispersa en el área de estudio. Esta sismicidad estaría asociada a la continua deformación cortical que se produce en la Falla Ayacucho.

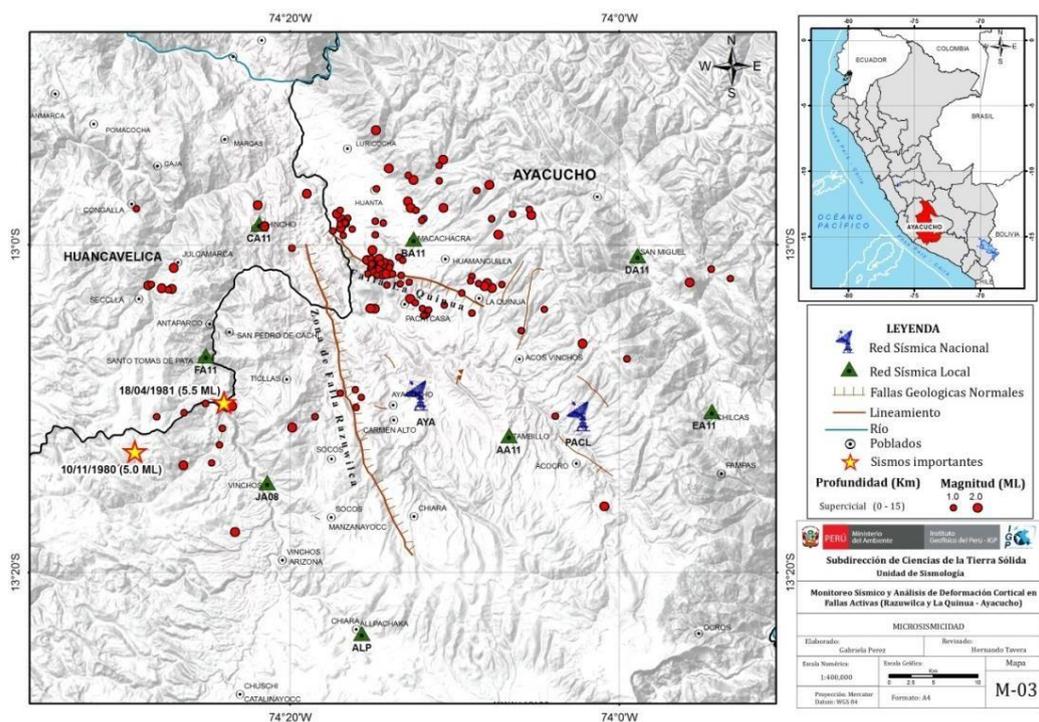


Figura 6. Distribución espacial de la sismicidad.

1.3. Análisis de la Deformación Cortical, asociada al Sistema de Fallas Huambo-Cabanaconde

El sistema de fallas de Huambo-Cabanaconde, se encuentra ubicado en el Cañón del Colca (Arequipa) y se caracteriza por su continua actividad sísmica asociada a su deformación cortical y actividad volcánica.

Con el propósito de obtener información sobre esta actividad sísmica que presenta, se instala una red sísmica local compuesta de 13 estaciones y de las cuales, 8 pertenecen a la red sísmica temporal, 2 a la red sísmica nacional y 3 a la red de volcanes (Figura 7). Esta información permitirá analizar en detalle la actividad sísmica asociada al sistema de Fallas Huambo-Cabanaconde y a su episodio de reactivación temporal.

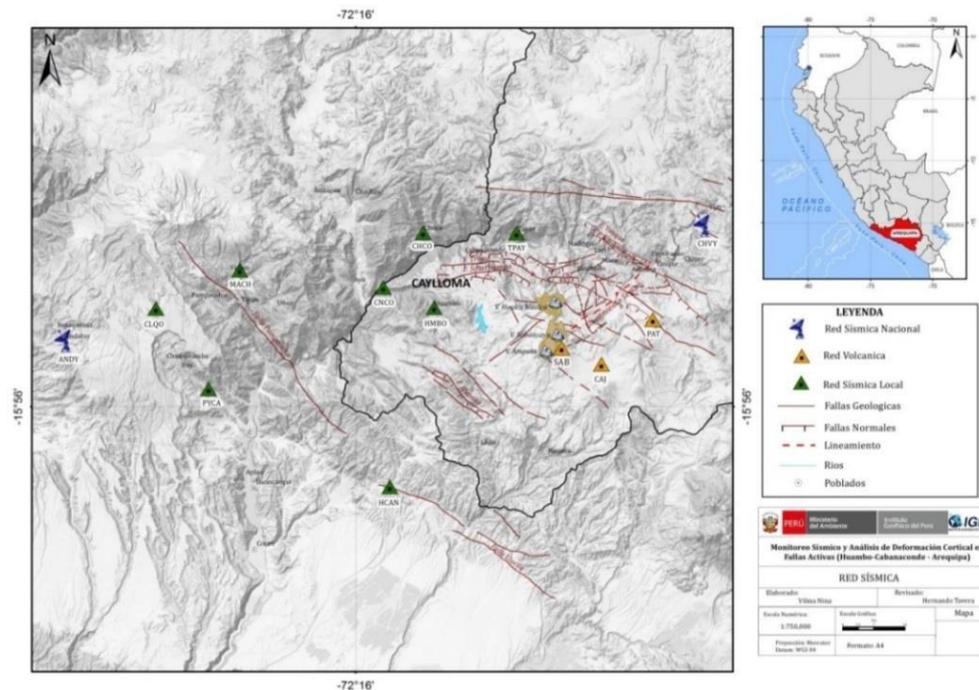


Figura 7. Distribución de las estaciones sísmicas y sistema de fallas en el área de estudio.

1.3.1. Actividades Realizadas

- ✓ El análisis de las formas de onda de 4,680 horas de registro, corresponden a la primera quincena del mes de agosto del 2016. Los registros analizados permitieron identificar un total de 1015 eventos sísmicos.
- ✓ Para el procesamiento sísmico se utilizó el algoritmo EPI y el modelo de velocidad propuesto por Lindo (1993) y Dorbath (1986), como se muestra en la Tabla 4.
- ✓ Con las lecturas de tiempos de llegada de ondas P y S, se construyó la curva de Wadati; donde la relación V_p/V_s de 1.70 (Figura 8).

Tabla 4. Modelo de velocidad propuesto por Lindo (1993) y Dorbath (1986).

Capa N°	Velocidad (km/s)	Profundidad (km)
1	6.00	0.0
2	6.80	25.0
3	8.00	55.0

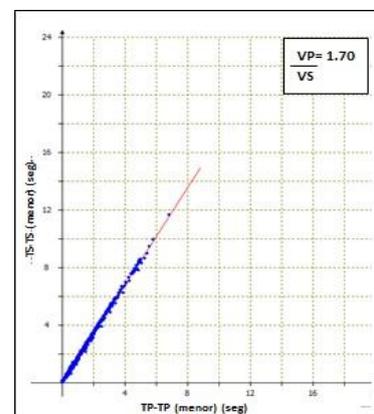


Figura 8. Curva de Wadati para los datos sísmicos obtenidos.

1.3.2. Resultados

- El análisis y procesamiento de los datos registrados permitió identificar un total 1015 eventos sísmicos, con magnitudes menores a M3.3 y foco de profundidad menor a 28 km de profundidad.
- En la Figura 9, se muestra la distribución espacial de la sismicidad correspondientes a la primera quincena de agosto de 2016. La sismicidad muestra agrupamientos importantes en torno al sistema de fallas Huambo-Cabanaconde, lo cual sugiere que estaría asociada a la continua deformación cortical que se produce en el sistema de Fallas Huambo-Cabanaconde.

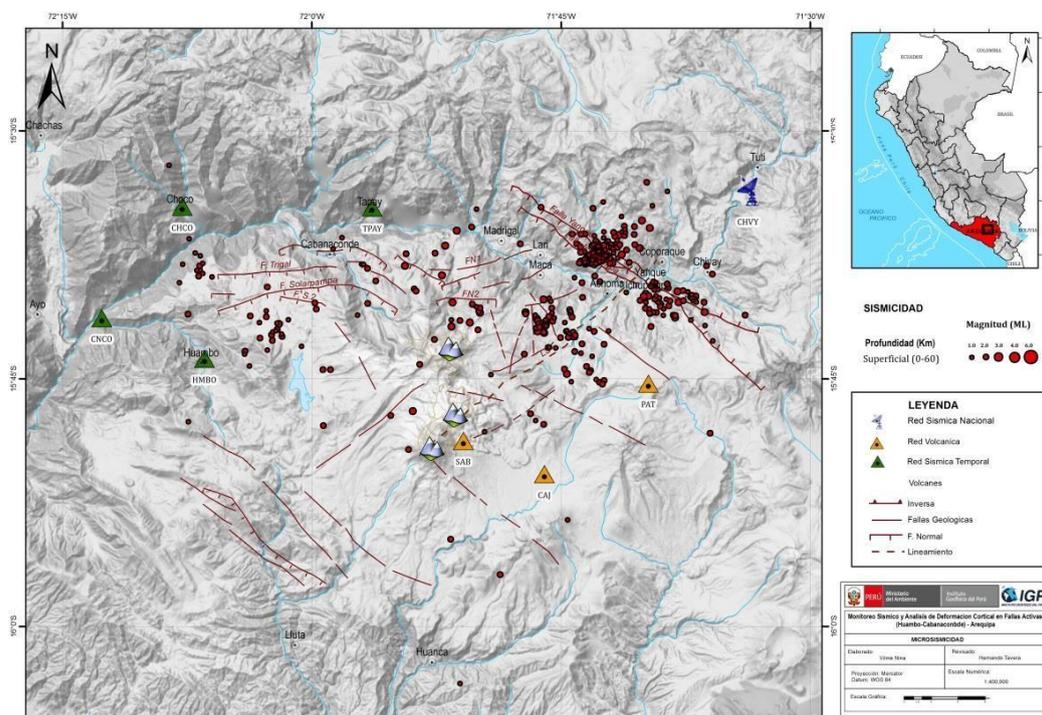


Figura 9. Distribución de la Sismicidad en torno al sistema de fallas Huambo-Cabanaconde.

- Un agrupamiento de microsismicidad se observa al NO de Pampa Sepina. El mismo que podría estar asociado al sismo de Sepina 1992.
- Otro agrupamiento de microsismicidad ocurre antes del sismo de Ichupampa del 14 de agosto de 2016, la cual estaría relacionado con la reactivación de la Falla Yanque.

2. MODELADO NUMÉRICO DE PELIGROS ASOCIADOS A DINAMICA DE SUELOS (AREQUIPA)

El Perú está ubicado en una región de interacción de placas tectónicas donde, las Placas de Nazca y Sudamericana convergen, dando origen al proceso conocido como subducción. Este proceso es causante de un gran número de sismos, de los cuales, el 80% ocurren frente al borde occidental de la zona costera con hipocentros localizados a profundidades menores a 60 km. Además; los sismos pueden producir movimientos vibratorios característicos con una serie de efectos inducidos que dan lugar a grandes deformaciones y roturas en el terreno, entre estos se considera los deslizamientos, y desprendimientos de rocas (Obando, 2009).

Dentro de este contexto y de acuerdo a la historia sísmica del Perú, uno de los mayores desastres de mayor magnitud, fue el ocurrido frente a las costas de Ancash el 31 de mayo de 1970, afectando los departamentos de Ancash, Huánuco, Lima y la Libertad; ocasionando grandes pérdidas humanas. El nivel de sacudimiento de suelo provocó, entre muchos otros movimientos en masa, una inmensa avalancha de tierra y rocas provenientes de la montaña de Huascarán, que sepulto a la ciudad de Yungay, ocasionando 18.000 pérdidas humanas.

2.1. Objetivo

Determinar áreas susceptibles a procesos de deslizamientos de tierra y rocas generados por sismos, en áreas de pendientes altas, tal como ocurrió en la carretera Panamericana Sur producto del sismo de Ático del 17 de julio de 2017.

2.2. Actividades Realizadas

- ✓ Se estandarizo los parámetros de las pendientes (S), densidad de la disección (D), profundidad de la disección (P), energía del relieve (E) y erosión total (ET), de esta forma se expresaran entre 0 a 1 sin perder la información de los valores extremos.
- ✓ Aplicación del método morfométrico basado en los planteamientos de Simonov (1985); Lugo (1988) y Zamorano (1990). En su aplicación se consideró la resolución vertical y horizontal, y se aplicaron algoritmos de interpolación para la obtención del modelo.
- ✓ Se reconoció y georeferenció en campo la zona donde ocurrió el deslizamiento por el sismo de Ático del 2017, seguidamente se evaluó las características y los factores condicionantes que contribuyeron a su generación.

- ✓ Corroboración y/o validación de los resultados con la información obtenida en la salida de campo.

2.3. Resultados

- Se obtuvo un escenario por peligro a procesos de pendientes, clasificados por cuantiles que fueron interpretados como de baja, moderada y alta susceptibilidad (Figura 10).

- La zona de baja susceptibilidad se asocia a áreas de pendientes menores a 20° , donde no es de esperar la ocurrencia de procesos de deslizamientos o desprendimientos.

- En áreas de moderada susceptibilidad se tiene como característica principal la geodinámica, formas de relieve; que poseen tanto procesos dominados por la erosión como la disección de cauces fluviales, los cuales presentan una fuerte meteorización y favorecen el desarrollo de procesos de desprendimientos, deslizamientos e incluso flujos de lodo.

- Las zonas de alta susceptibilidad se distribuyen principalmente bordeando la carretera Panamericana Sur, desde el kilómetro 711+00 hasta 733+00, donde las áreas elevadas presentan pendientes que superan con facilidad los 40° y se muestra una erosión total de hasta 36 kilómetros lineales cada 250 m². En esta zona es muy probable la generación de deslizamientos o desprendimientos detonados por la ocurrencia de un sismo.

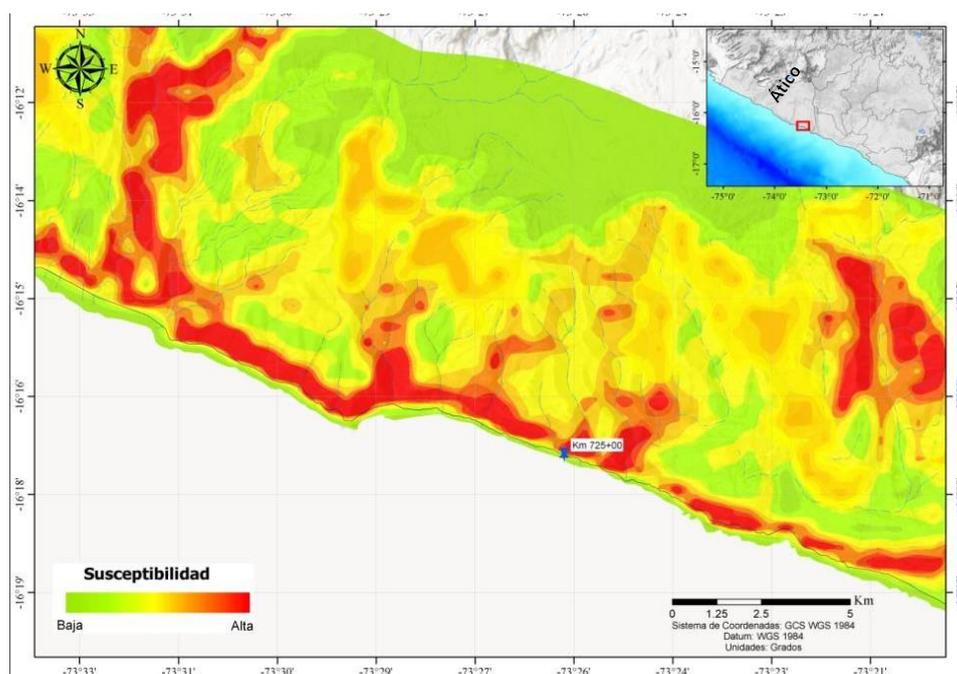


Figura 10. Mapa de susceptibilidad por procesos de pendientes (Arequipa).

3. EVALUACIÓN DE RIESGO SÍSMICO POR EXPOSICIÓN EN LA CIUDAD DE HUARMEY

El Perú a lo largo de su historia ha sido devastado por grandes sismos, debido a que está ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde se da la mayor actividad sísmica a nivel mundial. Los sismos producidos en la costa peruana se deben al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, generando grandes daños en las ciudades costeras, entre ellas la ciudad de Huarney

Debido a la alta exposición de la ciudad de Huarney, es necesario evaluar el riesgo sísmico para determinar cuáles serían las edificaciones que presentarían daños de producirse un sismo que genera altos niveles de sacudimiento del suelo. Para tal objetivo, es necesario realizar el levantamiento de las características físicas de las edificaciones para evaluar su vulnerabilidad por fragilidad (Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico – AHP), teniendo como fuente principal el mapa de zonificación sísmica – geotécnica elaborado por el IGP.

3.1. Objetivo

Evaluar el riesgo sísmico por exposición de las edificaciones de la ciudad de Huarney, a fin de proponer medidas de prevención y mitigación para reducir su vulnerabilidad.

3.2. Actividades Realizadas

✓ **Construcción de base de datos:** Después de haber realizado el levantamiento de información de predios en la ciudad de Huarney, se ha procedido a realizar una base de datos en el ArcGIS 10.2, teniendo como base, la información catastral brindada por la Municipalidad provincial de Huarney. La información que se plasmó en la base de datos son los siguientes:

- Lote construido o no construido
- Base de la construcción
- Estado de conservación
- Material de construcción
- Errores estructurales
- Número de pisos
- Pendiente
- Tipo de edificación
- Descripción (opcional)
- Número de fotografía referencial (opcional)

De acuerdo a cada característica se le asignaron valores para facilitar el llenado de la base de datos; es decir, para realizarlo de una manera más rápida, como por ejemplo:

- Para el Estado de conservación “Muy Bueno”, se le asignó como valor 1
- Para el Estado de conservación “Bueno”, se le asignó como valor 2
- Para el Estado de conservación “Regular”, se le asignó como valor 3
- Para el Estado de conservación “Malo”, se le asignó como valor 4
- Para el Estado de conservación “Muy Malo”, se le asignó como valor 5

Por otro lado, la única característica donde no podemos realizar una simplificación, es la de “Descripción”, ya que en ella se plasma la utilidad u observación específica del predio.

En la Figura 11 se observa un ejemplo de las características de un predio.



Figura 11. Vivienda cercana al río Huarmey

- Lote construido o no construido : Construido
- Base de la construcción : Suelo firme
- Estado de conservación : Regular
- Material de construcción : Madera
- Error estructura : Grave
- Número de pisos : 3
- Material de techo : Torta de cemento
- Pendiente : Baja
- Tipo de edificación : Multifamiliar vertical

Se obtuvo la información para los 3910 lotes ubicados en la localidad de Huarmey.

3.3. Metodología

La metodología llevada a cabo es la que usa actualmente el CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres). Esta metodología es conocida como AHP (Analytical Hierarchy Process) o Proceso Analítico Jerárquico (PAJ). Cabe resaltar que esta metodología se llevó a cabo en el Microsoft Excel.

El Proceso Analítico Jerárquico es una técnica bastante usada para la toma de decisiones con atributos múltiples (Saaty 1980; 1987), permitiendo la descomposición en jerarquías, a fin de considerar aspectos cualitativos y cuantitativos del problema a ser incorporado en el proceso de evaluación, donde cada opinión se da mediante comparaciones entre pares.

La relativa importancia asigna puntajes por parejas de indicadores, y para ello utiliza una escala subyacente con valores de 1 a 9, para calificar las preferencias relativas de los dos elementos (Tabla 5).

Tabla 5. Escala de asignación de importancia comparativa entre parejas de indicadores.

Juicio de importancia	Puntaje
Extremadamente más importante	9
	8
Muy fuertemente más importante	7
	6
Fuertemente más importante	5
	4
Moderadamente más importante	3
	2
Igualmente importante	1

En la Tabla 6, observaremos como se ha realizado la ponderación para el “Estado de Conservación”.

Tabla 6. Comparación entre pares para determinar la ponderación

PARAMETRO	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo
Muy Bueno	1.00	0.33	0.20	0.14	0.11
Bueno	3	1.00	0.33	0.20	0.14
Regular	5	3	1.00	0.33	0.20
Malo	7	5	3	1.00	0.33
Muy Malo	9	7	5	3	1.00
SUMA	25.000	16.333	9.533	4.676	1.787
1/SUMA	0.040	0.061	0.105	0.214	0.560

De esta manera, después de una serie de operaciones matemáticas, el resultado a obtener es el siguiente (Tabla 7).

Tabla 7. Peso ponderado de los parámetros del “Estado de conservación”

PARAMETRO	Peso ponderado
Muy Bueno	3.5
Bueno	6.8
Regular	13.4
Malo	26.0
Muy Malo	50.3

3.4. Resultados

- Se elaboró la base de datos de las características físicas de las edificaciones de la ciudad de Huarmey, así como la metodología empleada por el CENEPRED (Proceso Analítico Jerárquico – AHP) para evaluar la vulnerabilidad sísmica, se procedió a evaluar la vulnerabilidad, obteniendo los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico por exposición de las edificaciones (Figura 12).

- Habiendo obtenido los mapas y resultados, se procedió a realizar el informe oficial del proyecto, así como sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

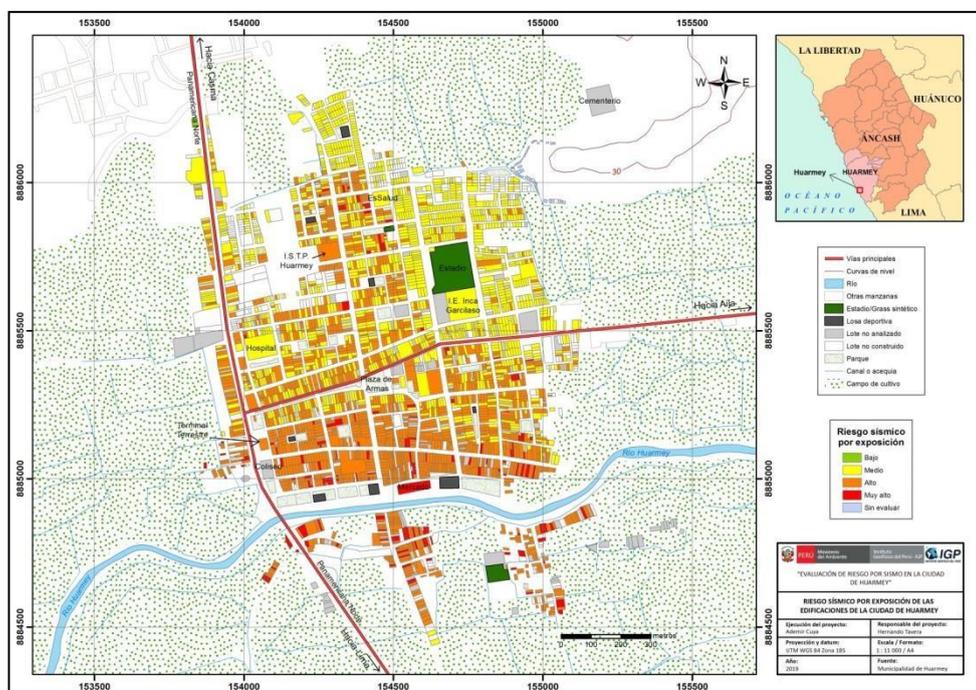


Figura 12. Mapa de riesgo sísmico por exposición de Huarmey

4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN HISTÓRICA DEL FENÓMENO EL NIÑO EN CHICLAYO

El Fenómeno El Niño es un evento climático que se presenta en el Océano Pacífico central, afectando principalmente al Sureste asiático, Australia y Sudamérica. El ingreso de aguas cálidas (ondas Kelvin) desde el pacifico occidental hacia la costa norte del Perú, genera anomalías climáticas que se manifiesta con intensas precipitaciones y además puede producir sequías en el sur de Perú.

Los daños producidos por El Niño extremo se extienden a todo el país, presentándose con mayor intensidad en el norte y centro. Este fenómeno se presenta de forma recurrente suscitando enormes pérdidas socioeconómicas que detiene el desarrollo de las ciudades costeras.

De acuerdo a crónicas y documentos antiguos, el primer Meganiño documentado en el Perú, se registró en 1578, época de la colonia. Sin embargo, las investigaciones realizadas en registros paleoclimáticos de origen biológico (anillos de árboles) y geológicos (sedimentos marinos, lacustres o flujos de lodo), indican que la ocurrencia del fenómeno El Niño data de hace miles de años. Por ejemplo, se puede encontrar información relacionada a la precipitación, la temperatura y otros datos importantes en troncos de árboles que ayudan a entender el clima del pasado.

En este escenario, la ciudad de Chiclayo, ubicada en la costa norte del Perú, siempre estará expuesta a intensas precipitaciones ocasionadas por la recurrencia del Fenómeno El Niño, que afecta su infraestructura urbana y rural. La falta de edificaciones acordes a los fenómenos climatológicos en la región, ha interrumpido en varias oportunidades el normal desarrollo socioeconómico de la ciudad.

En los últimos 140 años, cuatro Meganiños (1925, 1983, 1998 y 2017) afectaron al departamento de Lambayeque y su capital Chiclayo, sin embargo no fueron los únicos que causaron grandes pérdidas. Los fenómenos de “El Niño” moderados de los años 1965 y 1972 inundaron zonas urbanas y rurales con pérdidas muy significativas para la región.

4.1. Objetivo

El principal objetivo de este trabajo es hacer un análisis histórico de los últimos eventos extremos que afectan a la ciudad de Chiclayo como las lluvias intensas y El Niño costero. Asimismo, elaborar los planos de inundación por precipitación pluvial, de manera que la autoridad regional y local disponga de un documento técnico que les permita tomar medidas preventivas y reducir del riesgo de desastres en áreas propensas a ser afectadas por lluvias intensas.

4.2. Actividades Realizadas

- ✓ Se visitó la Biblioteca Nacional para la consulta bibliográfica relacionada a inundaciones en diarios capitalinos como El Comercio, La prensa y La Crónica entre los años de 1951 hasta 1983. Además se elaboró planos de inundación de los años de 1925 y 1965 (Figura 13).
- ✓ Además se continuó con la revisión bibliográfica desde 1984 hasta la actualidad. Se elaboraron los planos de inundación pluvial de las áreas afectadas en 1983 y 1998.
- ✓ Elaboración de planos de inundación de la ciudad de Chiclayo producido por las fuertes precipitaciones de El Niño Costero-2017 y se culminó el informe publicable: "Análisis y evaluación histórica del Fenómeno El Niño en Chiclayo"; ver Figura 14 y 15.

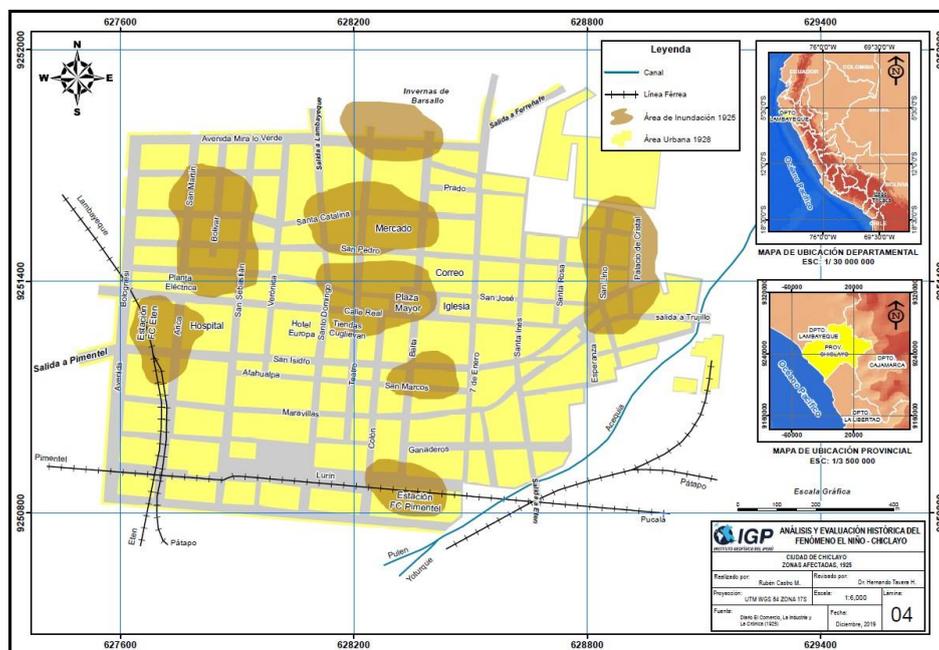


Figura 13. Inundación de la ciudad de Chiclayo en 1925, según la información obtenida de la revisión de diarios capitalinos como La Prensa y El Comercio.

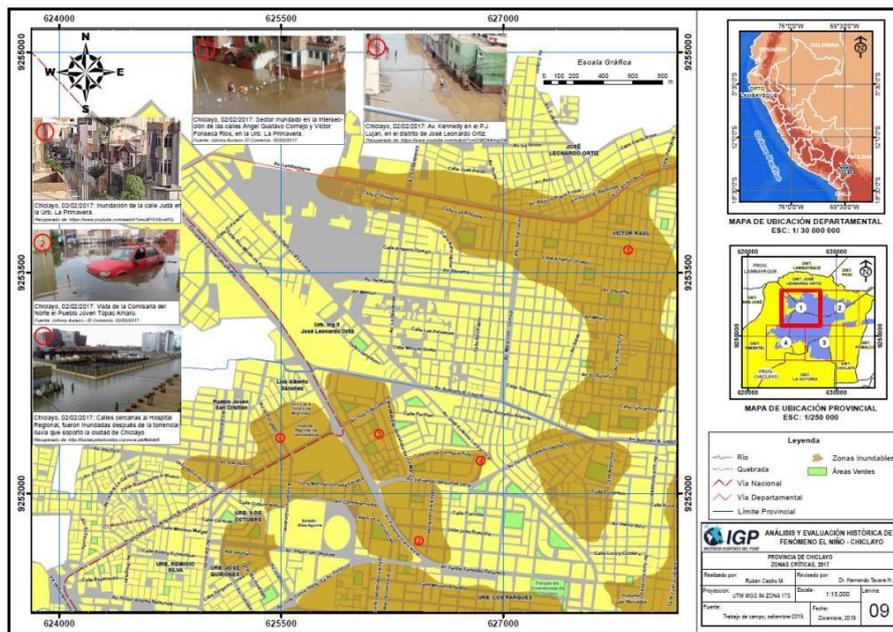


Figura 14. Zona de la ciudad de Chiclayo afectada por el Fenómeno El Niño costero-2017.

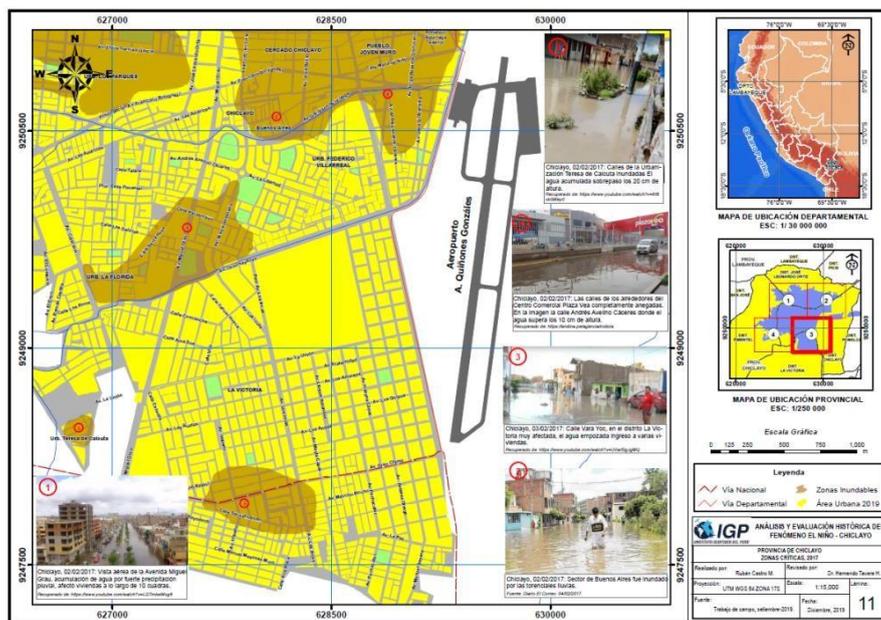


Figura 15. Zona sureste de la Chiclayo afectada por el Fenómeno El Niño costero-2017.

4.3. Resultados

- La ciudad de Chiclayo se encuentra ubicada en una planicie de suaves pendientes y pequeñas depresiones topográficas, muy alejado de ríos y quebradas. Las inundaciones se dan a falta de un sistema de drenaje, que canalice las aguas producto de las fuertes precipitaciones estacionales o extremas (Fenómeno El Niño). Hace más de un siglo el río Lambayeque y el canal el Taymi ubicado a 7 km

al este de la ciudad, se desbordo por el excesivo caudal, llegando a inundarse la ciudad de Lambayeque y Chiclayo. En la actualidad, el río Lambayeque ya no existe, y dejó de ser una amenaza para ambas ciudades antes mencionadas. Sus aguas son canalizadas a través del río Reque, inundando en episodios lluviosos las ciudades de Monsefú y Eten.

- El adobe, material empleado para la construcción de viviendas ha sido ampliamente reemplazado por el ladrillo y cemento, disminuyendo por esta razón el colapso de viviendas en Chiclayo, pero en zonas rurales aún se sigue construyendo en un 90 por ciento con materiales precarios, haciendo de las viviendas altamente vulnerables a las lluvias.

II. ACTIVIDADES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS

1. PARTICIPACION EN CONFERENCIAS, TALLERES Y REUNIONES

Las invitaciones a exposiciones, seminarios y talleres realizadas en este trimestre, se llevaron a cabo en diversas instituciones, tanto públicas como privadas. Estas presentaciones han tenido la finalidad de difundir los diversos temas de sismología y dar a conocer los proyectos que el Programa de Investigación en Sismología ha venido desarrollando; lo cual es muy importante para la institución, ya que tanto a nivel nacional como internacional, el área está obteniendo reconocimiento en las labores realizadas.

1.1. Conferencias en representación del IGP

- a) **Título:** “Feria Informativa: Día Internacional de Reducción de los Desastres-Infraestructura Resiliente”
Ponente: Ing. Arturo Aníbal Mercado Paredes
Organizador: Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores
Lugar: Plaza de Armas del distrito de San Juan de Miraflores. Av. Guillermo Bilinghurst cdra. 10
Fecha: 10 de octubre del 2019
- b) **Título:** “II Feria de Gestión de Riesgo de Desastres”
Ponente: Ing. Arturo Aníbal Mercado Paredes
Organizador: Municipalidad de El Agustino
Lugar: Av. José Carlos Mariátegui cruce con Av. Las Magnolias.
Fecha: 11 de octubre del 2019
- c) **Título:** “Sismicidad de la región de Huancayo”
Ponente: Ing. Estela Centeno Moncada
Organizador: C.N°7084 “Peruano Suizo”
Lugar: Consejo Departamental de Junín – Huancayo
Fecha: 6 de noviembre del 2019
- d) **Título:** “Sismicidad y sismotectónica de la región Junín”
Ponente: Ing. Estela Centeno Moncada
Organizador: Municipalidad Distrital de Huancayo
Lugar: Auditorio provincial de Municipalidad de Huancayo
Día: 15 de noviembre del 2019
- e) **Título:** “Sismología y Sismotectónica del Perú”
Ponente: Ing. Estela Centeno Moncada
Organizador: I.E “Milagro de Fátima”

Lugar: I.E. "Milagro de Fátima" HUANUCO

Fecha: 29 de noviembre del 2019.

1.2. Talleres

1. Título: “Feria día internacional de reducción de los desastres-
infraestructuras resilientes”

Ponente: Ing. Estela Centeno Moncada

Organizador: C.N°7084 “Peruano Suizo”

Lugar: Consejo Departamental de Junín – Huancayo

Fecha: 10 de octubre del 2019

2. Título: “II Feria Distrital de Gestión de Desastres”

Ponente: Ing. Estela Centeno Moncada

Organizador: Municipalidad Distrital del Agustino

Lugar: Av. José Carlos Mariátegui cruce con Av. Las Magnolias, al costado
del Plaza Veá

Fecha: 11 de octubre del 2019

III. TESIS EN DESARROLLO

1. EVALUACIÓN SISMOTECTÓNICA DE LA PLACA DE NAZCA DENTRO DEL PROCESO DE SUBDUCCIÓN EN EL BORDE OCCIDENTAL DE SUDAMÉRICA

La Tierra se encuentra sujeta, desde su interior y exterior, por innumerables procesos físicos como químicos, que en un modelo dinámico basado en el comportamiento mecánico de los materiales; se divide en capas conocidas como Litósfera, Astenósfera, Mesósfera y Núcleo Externo e Interno. La Litosfera está fragmentada en una serie de placas tectónicas o litosféricas, en cuyos bordes se concentran los fenómenos geológicos endógenos, la sismicidad, el vulcanismo o la orogénesis, producto de la formación de nueva corteza en los fondos oceánicos y la pérdida de la misma en zonas de subducción.

En este contexto, el presente proyecto en desarrollo de tesis permitirá avanzar en el conocimiento del origen, naturaleza y distribución del régimen de deformación- esfuerzo in situ en el entorno de la placa de Nazca (Figura 1), usando datos de un catálogo homogéneo de sismicidad y mecanismos focales obtenidos del proyecto “Centroid Moment Tensor – CMT” de la Universidad de Harvard.

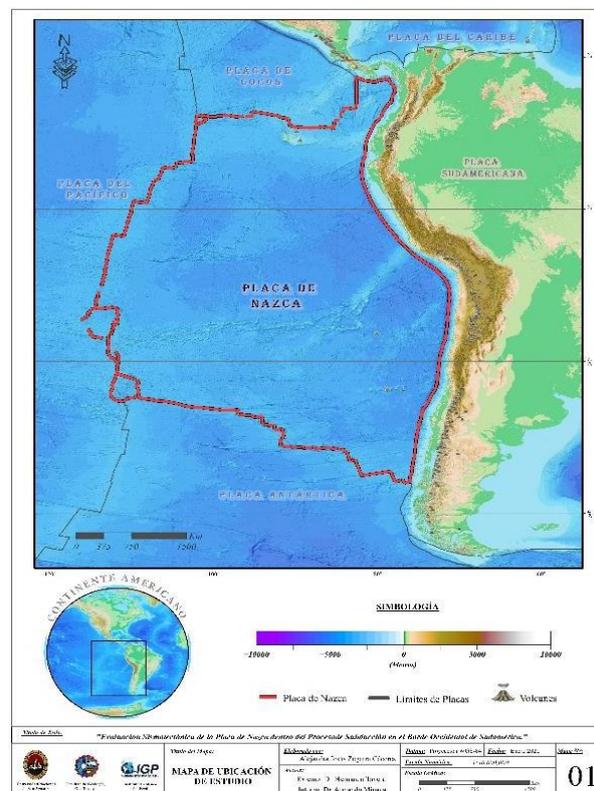


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio (contorno rojo).

1.1. Objetivos

- ✓ Analizar el régimen de deformación cortical en el extremo de la Placa de Nazca, usando mecanismos focales de sismos con foco superficial ($h \leq 60$ km) con magnitudes $M_w \geq 5$.

1.2. Actividades Desarrolladas

- ✓ Los datos fueron revisados para poder elaborar un registro flexible y generar objetivos de representación espacial de la Sismicidad (Figura 2).
- ✓ Se generó la distribución esfuerzos que permite reconocer la dirección en la cual actúan los esfuerzos que originan la ruptura.
- ✓ Culminando con el procesado de datos, como también los respectivos resultados; considerando que, para calcular la cantidad de deslizamiento representado por los terremotos, se utiliza el momento sísmico como se define en la teoría de la dislocación de fallas donde:

En esta expresión, (u) es la dislocación promedio o el deslizamiento promedio sobre la superficie de la falla, μ es la rigidez, M_0 es el momento fuente y A es el área del deslizamiento de la falla.

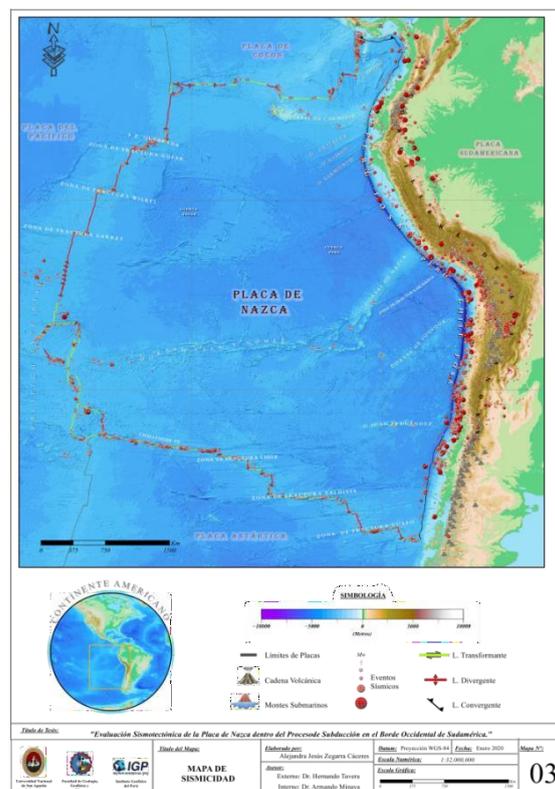


Figura 2. Distribución de la sismicidad dentro del contorno de la placa de Nazca.

IV. REPORTE WEB

1. ELABORACIÓN DE REPORTE SÍSMICOS

Los reportes sísmicos, son informaciones permanentes que se publican en la página web del IGP. Para cada evento sísmico, se detalla sus parámetros hipocentrales (fecha, hora, coordenadas geográficas del epicentro, profundidad, magnitud e intensidad) y se elabora el mapa de sismicidad de la zona afectada. A fin de contar con información actualizada que esté al alcance de la población.

1.1. Objetivo

Elaborar reportes informativos de los eventos sísmicos registrados por el Centro Sismológico Nacional (CENSIS) correspondiente a los meses de octubre a diciembre del 2019.

1.2. Actividades Realizadas

Durante este trimestre se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ Elaboración de 87 reportes para los eventos sísmicos registrados por el CENSIS durante los meses de octubre a diciembre del 2019.
- ✓ El reporte sísmico presenta los siguientes datos:
 - Parámetros hipocentrales del evento sísmico (Fecha y hora, coordenadas geográficas, profundidad, magnitud, epicentro e intensidad).
 - Mapa de la sismicidad de la zona afectada por el evento sísmico.
 - Información acerca de Intensidad y Magnitud.
- ✓ El evento de mayor magnitud reportado durante este trimestre, ocurrió el 03 de diciembre del 2019, Hora UTC: 08h 46m, Magnitud M5.7, con Epicentro a 106 km al Sur-SO de Locumba (Dpto. Tacna), Intensidades evaluadas: IV (MM) en Locumba, Tacna.

CENTRO SISMOLÓGICO NACIONAL (CENSIS)

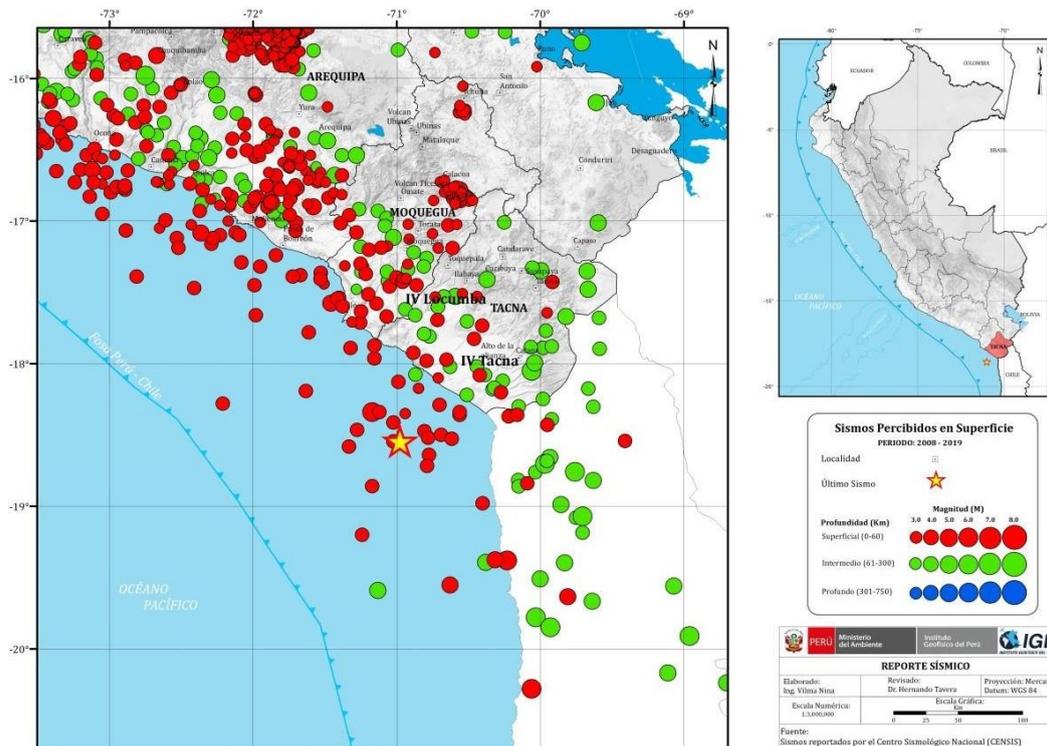


REPORTE SÍSMICO

Sismo del 03 de diciembre del 2019

A las 03 horas – 46 minutos (Hora Local), se registró un sismo con los siguientes parámetros hipocentrales:

Coordenadas del epicentro: Latitud: Longitud:	-18.54° -70.98°	TACNA
Profundidad:	19 km	<i>Evento de Foco Superficial</i>
Magnitud:	M5.7	<i>Magnitud Local</i>
Referencia:	106 km al Sur –SO de Locumba	<i>Jorge Basadre</i>
Intensidad Máxima:	IV en Locumba, Tacna	<i>Escala Mercalli Modificada</i>
Fecha (UTC) Hora Origen (UTC)	03 de diciembre, 2019 08 h 46 min	<i>Fecha/Hora, Tiempo Universal Coordinado</i>



Epicentro: Se toma como referencia la plaza de Armas de la ciudad y/o localidad

Intensidad Máxima: Corresponde a la localidad más cercana al epicentro.

Mayor Información:

Centro Sismológico Nacional

<http://portal.igp.gob.pe>

Información y consultas:

htavera@igp.gob.pe

V. SERVICIOS

1. CENTRO SISMOLÓGICO NACIONAL

Históricamente el territorio peruano es sometido a la ocurrencia de grandes terremotos que causaron pérdidas humanas y daños materiales importantes. Si bien es cierto que un sismo no se puede predecir, se pueden minimizar sus daños tomando acciones conjuntas utilizando información oportuna. La ubicación geográfica, la magnitud y la profundidad focal, son los parámetros hipocentrales que el Centro Sismológico Nacional (CENCIS) determina inmediatamente luego de ocurrido y registrado un evento sísmico. Estos parámetros sísmicos son puestos a disposición de las instituciones competentes, a fin de identificar los centros poblados más cercanos al área de influencia del sismo, que son los lugares más probables donde se producen los mayores daños. Las acciones a tomar pueden repercutir en mayor rapidez de atención a las zonas afectadas, ejecución de planes de evacuación de la población, tomar acciones de emergencia, como el control de centrales de energía, emisión de la alerta de tsunami, cierre de vías de transporte, entre otros.

Para llevar a cabo estas acciones es necesaria la continuidad de la operatividad del CENSIS, sin acceso a esta información, no sería fácil enfocar las labores de emergencia ante un sismo devastador, tampoco lo sería revisar antecedentes sísmicos en zonas geográficas de potencial riesgo. La importancia de contar con una unidad dedicada a monitorear esta valiosa información, se evidencia también en el orden institucional y el compromiso de sus integrantes para trabajar al servicio del país, contribuyendo constantemente en la recopilación y análisis, de los datos que son el insumo principal de posteriores estudios relacionados con sismológica, tsunamis, etc. Así también, mediante la promoción de la investigación, en lo que se refiere a la actividad sísmica del país, el CENSIS contribuye a que el IGP se sitúe a la vanguardia entre las instituciones científicas en Latinoamérica.

1.1. Objetivo

El Centro Sismológico Nacional (CENCIS) del Instituto Geofísico del Perú, tiene como objetivo general: Adquirir, analizar, interpretar, procesar, integrar y difundir, los parámetros hipocentrales de los sismos ocurridos dentro el territorio nacional y de las zonas de fronteras.

El país está expuesto a la ocurrencia de actividad sísmica continua, en consecuencia, se requiere monitorearla, y el Centro Sismológico Nacional (CENSIS) del Instituto Geofísico del Perú (IGP), se encarga de esta manera de monitorear las

24 horas del día y los 365 días del año, usando datos recibidos en tiempo real de la Red Sísmica Nacional (RSN) del IGP.

Asimismo, a partir de los resultados del procesamiento de datos, se evalúa la severidad de sacudimiento del suelo de las localidades próximas a la zona epicentral, a fin de que el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), tome las medidas que conlleve a la disminución de riesgo de los habitantes afectados.

1.2. Antecedentes

El Perú es un país sísmicamente activo, desde el año 1470 al 2019, se tiene registro de más de 112,000 eventos, de los cuales 365 sismos tienen magnitud mayor a M6.0. Para entender este fenómeno y aportar conocimientos suficientes para estudios de mitigación de riesgo sísmico, es necesario contar con un Centro Sismológico Nacional y una Red Sísmica adecuada. En los últimos años, el Centro Sismológico Nacional cuenta con mayor cobertura de estaciones sísmicas por transmisión satelital (48) en el país, también dispone de estaciones sísmicas con transmisión de datos por Internet (15), todas de banda ancha. La transmisión de ambas redes es en tiempo real y los datos son integrados mediante el sistema de adquisición y procesamiento "Earthworm". Este incremento de estaciones se refleja en un mayor registro de eventos sísmicos a nivel nacional, por ejemplo, en el año 2016 se registraron 7003 sismos, de los cuales 416 eventos fueron reportados; en el 2017 se registraron 5025 sismos y reportados 355; en el año 2018 se registraron 6543 eventos, se reportaron este año 320 sismos y durante el año 2019 se registraron 4531 sismos, reportados 352 eventos.

El Perú con más de 32 millones de habitantes, requiere que el Centro Sismológico Nacional monitoree la actividad sísmica que ocurre en el país. Siempre mediante mejoramiento constante de sus sistemas de monitoreo, adquisición, análisis y procesamiento, permitirá el desarrollo en los sistemas de alerta temprana. Asimismo, la generación de bases de datos, contribuya en los diferentes estudios de investigación; del mismo modo, los mapas de localización, mapas georreferenciados de intensidades macrosísmicas, boletines de sismos sentidos, permitirá aumentar el conocimiento del fenómeno sísmico en Perú y proveer la información necesaria para mejorar la capacidad de prevención y mitigación del riesgo sísmico.

1.3. Metodología

El Centro Sismológico Nacional (CENSIS) cumple la función de monitorear de manera continua la actividad sísmica que ocurre en nuestro país, haciendo uso de la información sísmica proveniente de la Red Sísmica Nacional (RSN). La

metodología de las actividades que a diario realiza, está relacionada con las principales actividades siguientes:

- a. Control permanente del registro de la actividad sísmica del país, mediante determinados programas (APOLLO y otros), que funcione de manera ininterrumpida.
- b. Revisión de los parámetros hipocentrales localizados automáticamente por el *HYDRA*, a fin de comprobar la coherencia de los resultados. Este sistema, mediante protocolos basados en Earthworm, realiza la identificación de fases, procesa los datos, determina una localización preliminar, inserta y publica los parámetros en una base de datos Oracle llamada *Athena*.
- c. Manualmente, se efectúa el análisis de formas de ondas y la localización de parámetros hipocentrales, a fin de obtener parámetros de calidad e incorporar los datos al catálogo de hipocentros del IGP.
- d. Evaluación de intensidades macrosísmicas.
- e. Mediante el sistema SSNPub, de manera oportuna y eficiente se realiza la publicación simultánea de la información sísmica (parámetros hipocentrales) a través de los diferentes medios, para que las instancias correspondientes tomen las medidas necesarias:
 - A la Dirección Nacional de Hidrografía (DHN).
 - Al Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).
 - En la página web del Instituto Geofísico del Perú.
 - Redes Sociales
 - A los organismos de gobierno involucrados en la prevención.
 - A las autoridades del Instituto Geofísico del Perú.
 - A los medios de comunicación que solicitan información.
 - Envío de correos para los suscritos en la Web del IGP.
- f. Mediante la aplicación de mensajería WhatsApp, se reenvía el reporte sísmico al Presidente Ejecutivo del IGP y al área de comunicaciones del IGP.
- g. Seguidamente se efectúa el reprocesamiento final, para lo cual se integra los datos de todas las estaciones sísmicas en tiempo real y se procede a elaborar el reporte sísmico final.
- h. Control permanente del sistema *Nanometrics*; asimismo, de las señales de las estaciones sísmicas en tiempo real.

i. Control de los sistemas informáticos del Centro Sismológico Nacional.

2. MONITOREO DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA

2.1. Apollo Waveform octubre - diciembre

La visualización del registro de la actividad sísmica del país, se realiza mediante el Apollo Waveform, este programa debe de funcionar ininterrumpidamente las 24 horas del día. Una muestra del sistema de registro Figura 1; son 30 minutos de registro continuo de las estaciones sísmicas pertenecientes a la Red Sísmica Nacional del IGP, mediante el cual permite controlar el registro de la actividad sísmica de Perú.

En la actualidad el Instituto Geofísico del Perú (IGP) cuenta con 64 estaciones sísmicas en tiempo real, equipadas con sismómetros de banda ancha, cuyo medio de comunicación es satelital, y por internet. Mediante estas estaciones se registra y procesa la actividad sísmica del país; una muestra de ello es el sismo de la Figura 1, corresponde al evento de mayor magnitud registrado el día 03 de diciembre del 2019.

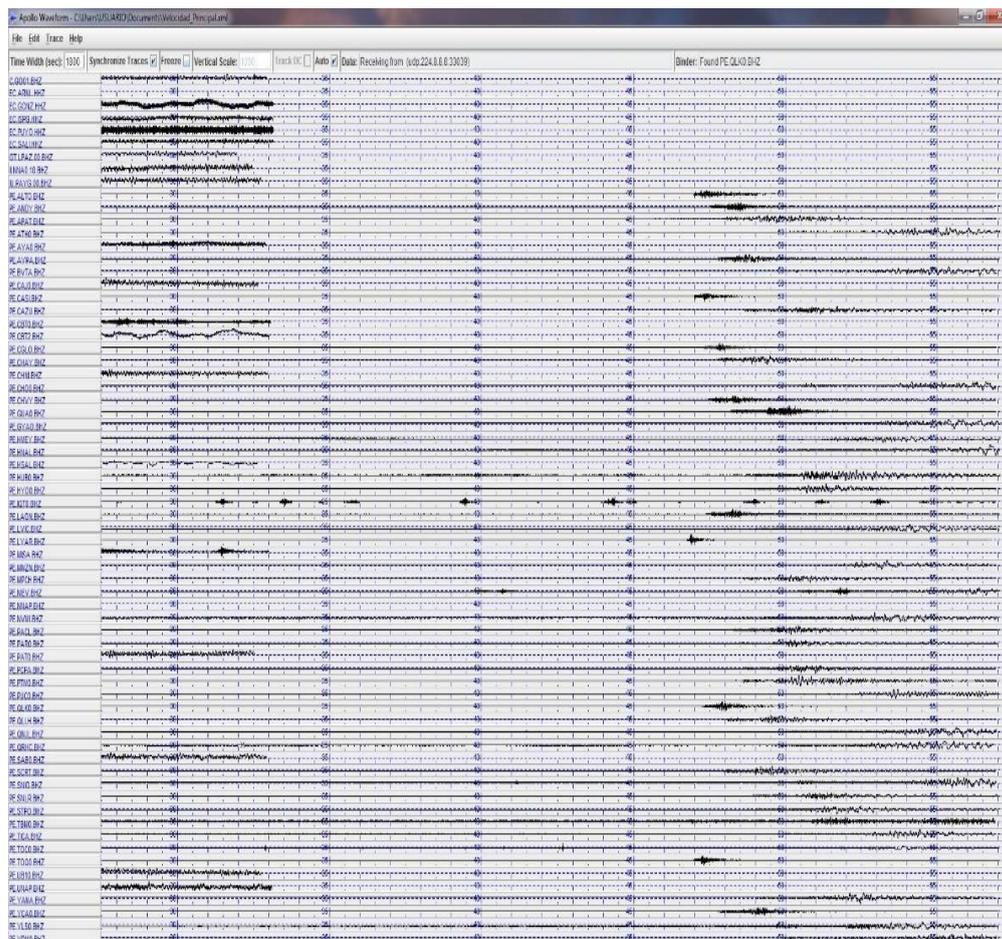


Figura 1. Monitoreo (Apollo Waveform) de la Actividad Sísmica de Perú. Evento ocurrido el día 03 de diciembre 2019. Sentido en Tacna, IV MM.

2.2. Sistema Automático HYDRA

El CENSIS cuenta con un sistema automático denominado HYDRA, que ha sido diseñado y desarrollado por el USGS / NEIC; se utiliza para la detección, procesamiento y reporte de sismos ocurridos en el territorio nacional e internacional. El sistema HYDRA, cuando ocurre un sismo efectúa el reconocimiento de eventos sísmicos, realiza la lectura de fases y la localización de parámetros hipocentrales. Asimismo, permite al personal que labora en el CENSIS acceder a las señales sísmicas y realizar el reprocesamiento detallado de los parámetros sísmicos apoyados en la interface multi-pantalla del HYDRA. La Figura 2, muestra la interface principal del sistema HYDRA con los resultados de la localización del sismo del 03 de diciembre del 2019, a horas 08h 46m 33.34s; el mapa muestra el posicionamiento geográfico del epicentro del sismo y la ubicación de las estaciones que intervinieron en el cálculo; en la parte inferior se muestra los parámetros calculados por el sistema HYDRA.

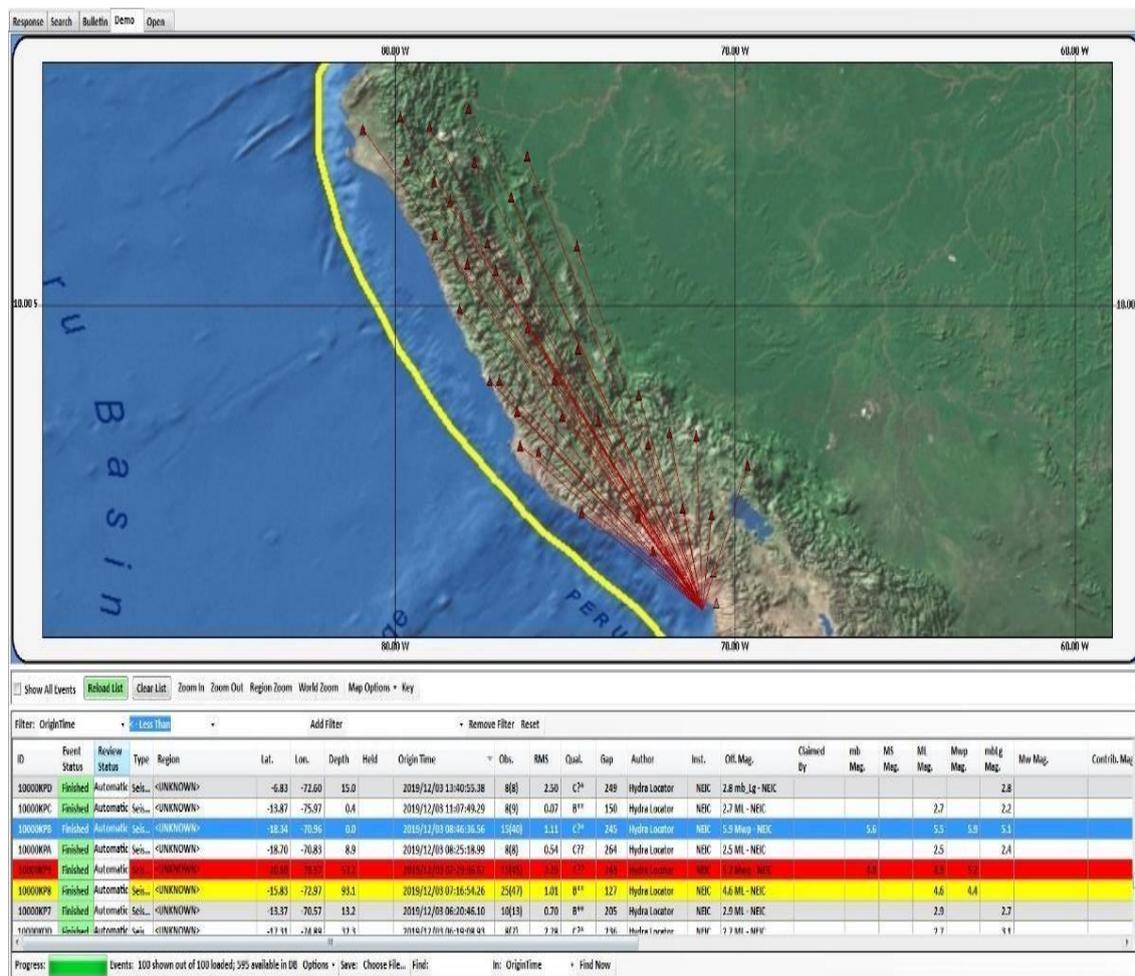


Figura 2. Automático HYDRA; localizo el evento ocurrido el día 03 de diciembre del 2019.

2.3. Sismos Registrados en octubre - diciembre 2019

La actividad sísmica que diariamente ocurre en el país, es registrada, analizada y procesada por personal profesional que labora en el Centro Sismológico Nacional (CENSIS) del IGP. La Figura 3, muestra la distribución espacial de la sismicidad de Perú, con sismos ocurridos en los meses de octubre a diciembre 2019. La distribución de sismos con foco superficial (círculos de color rojo), ocurren en mayor número frente a la línea de costa, cuyas magnitudes calculadas son de M2.0 a M4.9 y un evento en la frontera Perú - Chile de M6.0. Estos sismos también ocurren a lo largo de la cordillera y en mayor número, en las regiones San Martín, Huánuco, Pasco, Junín y Arequipa. Los sismos de foco intermedio (círculos de color verde), ocurrieron con mayor frecuencia en la región sur de Perú y frontera con Chile; en menor proporción en el borde oriental de la zona norte de Perú y en la Región de Pucallpa; estos sismos alcanzaron magnitudes de M2.4 a M5.4. Durante el cuarto trimestre 2019, no han ocurrido sismos con foco profundo.

Durante este período de tiempo, se han registrado 1443 sismos, de los cuales 499 corresponden al mes de octubre, 480 al mes de noviembre y 464 a diciembre. De acuerdo a los eventos ocurridos en el cuarto trimestre, el de mayor magnitud M6.0, corresponde a un sismo de foco superficial, ocurrido el 03 de diciembre, a horas 08h 46m 33.34s UTC.

La distribución relativa de los tamaños de los sismos es comúnmente expuesta por la relación de Gutenberg-Richter (1944), la cual postula que los eventos pequeños son siempre más frecuentes que los grandes.

$$l(N) = a - b \cdot M \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde N es la cantidad de eventos, los parámetros a y b corresponden con la ordenada en el origen y la pendiente, respectivamente, y M corresponde a la magnitud de los eventos utilizados.

La determinación de la relación de Gutenberg-Richter para los sismos localizados durante el año 2019, es básico para analizar la sismicidad de una región. Con el objetivo de ver la uniformidad de los datos de los sismos procesados durante el año 2019, se elabora la curva de frecuencia sísmica a fin de identificar el nivel de detección. En la Figura 3 se observa que los sismos con magnitud (≥ 3.4) se ajustan a una recta, lo cual indica que a partir de esta magnitud los sismos presentan errores mínimos en sus parámetros sísmicos.

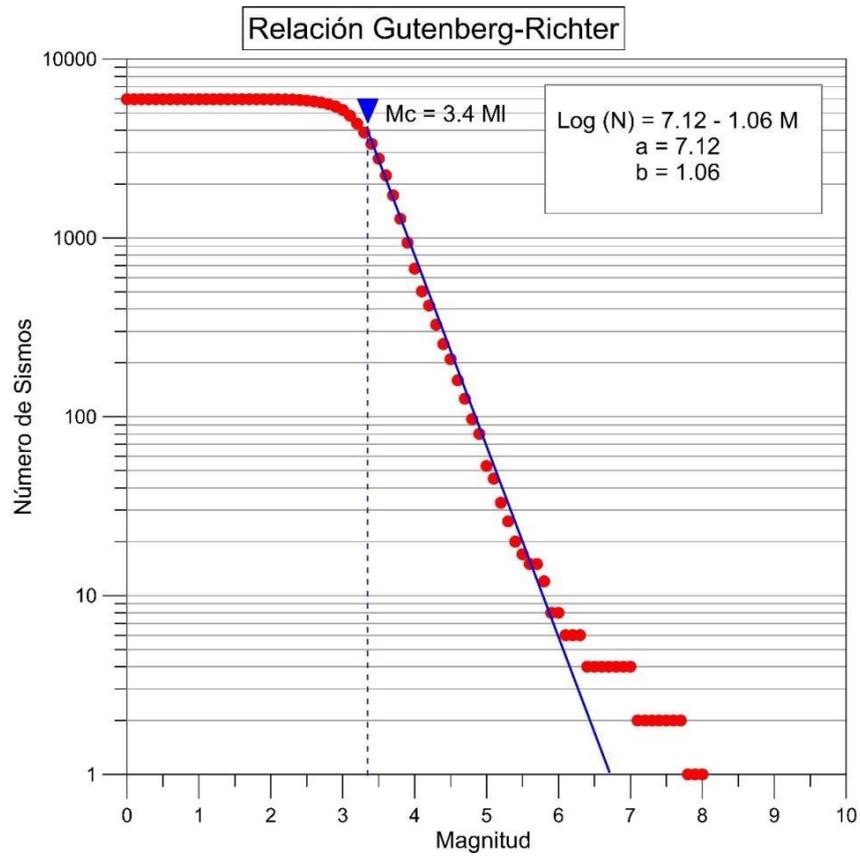


Figura 3. Frecuencia sísmica para el Periodo 2019.

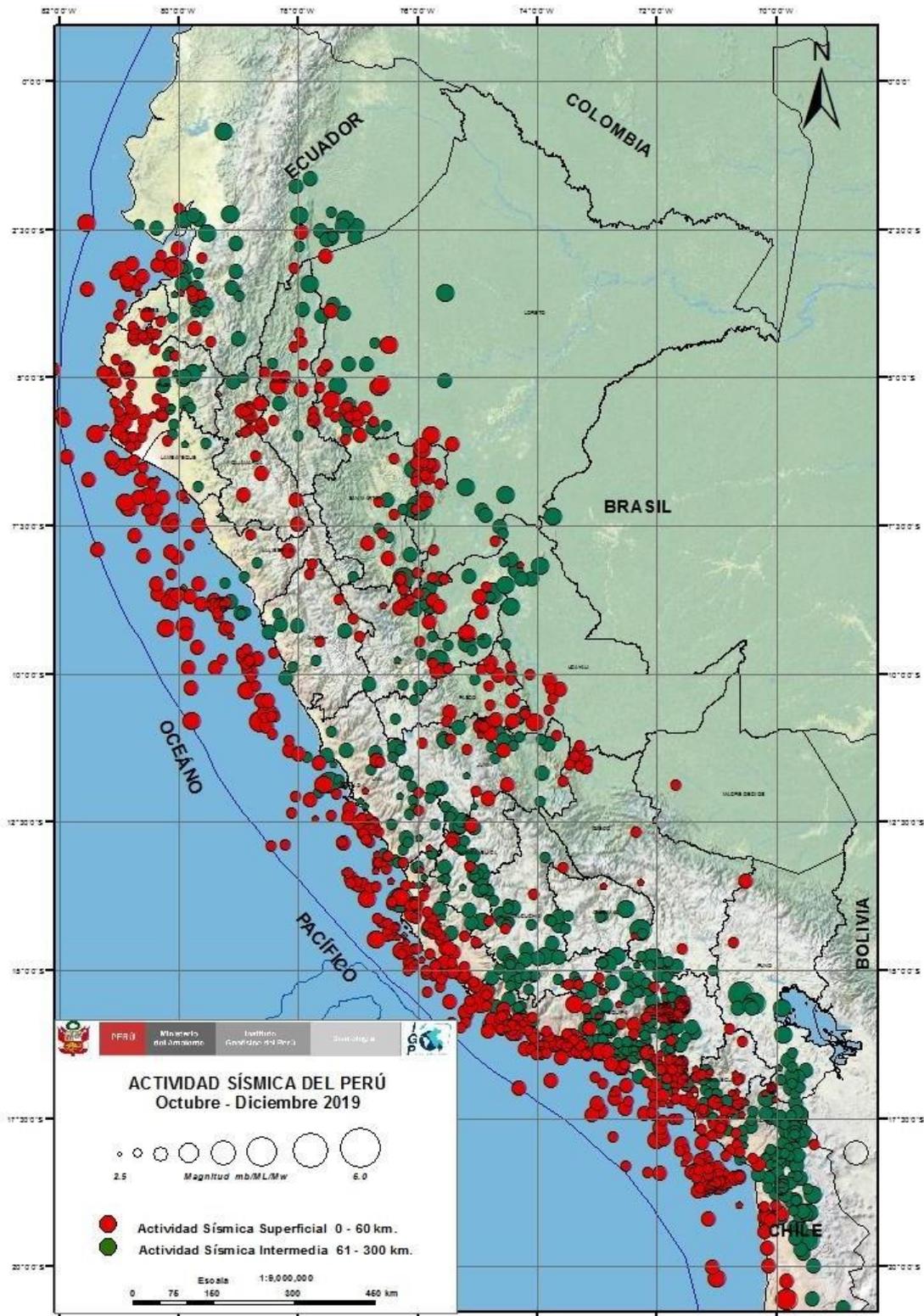


Figura 4. Distribución espacial de sismos ocurridos durante el cuarto trimestre octubre - diciembre 2019.

2.4. Sismos Reportados en octubre – diciembre 2019

Durante los meses de octubre a diciembre 2019, el CENSIS ha publicado los parámetros hipocentrales de 108 sismos, cuyo sacudimiento del suelo fue percibido por la población cercana al epicentro del sismo. El número de sismos reportados mensualmente son 31 en octubre, 23 en noviembre y 54 en diciembre, y su distribución espacial de los sismos percibidos por las personas y los valores máximos de intensidades en la Figura 5. La evaluación de intensidades macrosísmicas se realizó con la escala Mercalli Modificada (MM); el mayor valor de intensidad obtenida en el presente trimestre fue IV en la ciudad de Tacna y en Locumba, dicha intensidad corresponde al sismo del día 03 de diciembre, el cual ocurrió a 106 km al Sur-SO de Locumba, Jorge Basadre - Tacna. Todas las personas que se encontraban dentro y fuera de las viviendas, sintieron el sacudimiento del suelo. Todos los pobladores de Locumba, Tacna, Ilo, Moquegua, Arequipa y Mollendo sintieron el movimiento. Los objetos colgantes se balancearon y las ventanas vibraron en las ciudades de Tacna y Moquegua.

Los parámetros hipocentrales del sismo de mayor intensidad se muestran a continuación:

Fecha Local	: 03/12/2019
Fecha UTC	: 03/12/2019
Hora Local	: 03h 46m 33.34s
Hora Origen (UTC)	: 08h 46m 33.34s
Latitud	: -18.5419
Longitud	: -70.9771
Profundidad	: 19 km.
Magnitud	: M6.0
Referencia	: 97 km al Sur-Oeste de Tacna.
Intensidad	: IV Tacna, Locumba; III Moquegua, Ilo; II Arequipa, Mollendo.

2.5. Medios de Difusión de la Información

La búsqueda constante por satisfacer cada vez mejor la necesidad de comunicación entre el ser humano, ha sido el impulso que ha logrado la instauración de sistemas cada día más poderosos y veloces. Todos estos instrumentos han sido ciertamente un avance en las formas de comunicación del hombre, gracias a la tecnología, ha sido el instrumento que ha determinado el avance de la humanidad.

Hoy en día, se tiene la facilidad de hacer llegar la información a largas distancias en forma instantánea, mediante la radio, la televisión, el teléfono, el Internet, las Redes Sociales, constituyen herramientas que permite mantenerse en continua comunicación con los distintos sucesos a nivel nacional e internacional. El Centro Sismológico Nacional acorde con el avance de la tecnología de comunicaciones, cuenta con medios de difusión en las principales redes sociales, Internet, Radio, mediante los cuales se publican los parámetros hipocentrales de los sismos ocurridos en el territorio nacional y de fronteras.

2.5.1. Redes Sociales

Las redes sociales, además de ser un medio de difusión de la información sísmica, sirven también como medio de interacción entre el Centro Sismológico Nacional y la población, se evalúa los efectos que ocasionan los sismos en distintos lugares del País. La Figura 6 muestra la elevada interacción en Twitter que tuvo la publicación del sismo del 03 de diciembre del 2019.



Figura 6. Publicación en Twitter del sismo de foco superficial, ocurrido el 03 de diciembre del 2019.

La Figura 7, muestra la publicación en el Facebook de los parámetros hipocentrales del sismo ocurrido el 03 de diciembre; se aprecia la elevada interacción y respuesta de la población ante la información brindada por el Centro Sismológico Nacional; se verifica que la población en general, siempre está pendiente de la calidad de la información brindada a través de estos medios, siendo además una gran herramienta en la recolección de datos acerca del impacto en la sociedad.

IGP Centro Nacional de Monitoreo Sísmico Publicado por Instituto Geofísico del Perú [?] · 3 de diciembre de 2019 a las 03:53 · 🌐

Fecha y Hora Local: 03/12/2019,03:46:36
 Fecha y Hora UTC: 03/12/2019,08:46:36
 Magnitud: 5.5
 Profundidad: 40 km
 Latitud: -18.33
 Longitud: -70.96
 Intensidad: III Locumba
 Referencia: 83 km al S de Locumba, Jorge Basadre - Tacna
 Mapa: <http://ultimosismo.igp.gob.pe/mapa/-18.33/-70.96>

216.945 Personas alcanzadas **22.532** Interacciones [Promocionar publicación](#)

👍👎👤 1,7 mil 296 comentarios 789 veces compartido

👍 Me gusta 🗨 Comentar ➦ Compartir

Más relevantes ▾

IGP Comentar como Centro Nacional de Monitoreo Sísmico

Anita Zevallos Se sintió muy largo en tacna. En pisos altos. Es horrible como. Todo a temblado
 Me gusta · Responder · Mensaje · 4 sem 6

Rosario Reinoso Oportuna informacion, gracias chicos del IGP, aquí SE sintió mucho ruido.
 Me gusta · Responder · Mensaje · 4 sem 2

Ver más comentarios 2 de 204

Figura 7. Publicación en la página Oficial de Facebook del Centro Sismológico Nacional del sismo ocurrido el 03 de diciembre del 2019.

2.5.2. Aplicativo Sismos Perú para móviles.

El Centro Sismológico Nacional del IGP, también dispone de un aplicativo (app – Sismos Perú) para dispositivos móviles con sistemas operativos Android e IOS, mediante el cual la población tiene acceso inmediato a los parámetros hipocentrales de los sismos ocurridos en territorio peruano (Figura 8), a fin de que la información esté siempre disponible en beneficio de la población.



Figura 8. Parámetros hipocentrales del sismo ocurrido el 03 de diciembre del presente año, publicado con el aplicativo para dispositivos móviles.

2.5.3. Web Institucional

El Centro Sismológico Nacional, también dispone de una página Web oficial, <http://ultimosismo.igp.gob.pe/>, donde se publican los parámetros hipocentrales de los sismos con magnitud mayor a 4.0 y todos los percibidos por la población. Asimismo, el IGP cuenta con una página Web:

<http://intranet.igp.gob.pe/bdsismos/ultimosSismosSentidos.php> donde se visualizan los parámetros reprocesados de los sismos publicados en la Página último sismo, Figura 9.

Sismos Reportados

Mapa **Lista**

Puede seleccionar a continuación los sismos de los meses que quiere visualizar.

Enero (62)

Febrero (60)

Marzo (48)

Abril (42)

Mayo (71)

Junio (50)

Julio (23)

Agosto (50)

Septiembre (50)

Octubre (31)

Noviembre (23)

Diciembre (54)

 Archivo con los sismos reportados de los meses seleccionados

 Archivo con los sismos reportados de este año.

Fecha Local	Hora Local	Latitud*	Longitud*	Profundidad	Magnitud	Referencia	Intensidad	Mapas temáticos	Boletín
06/12/2019	01:28	-12.51	-76.97	33 km	3.6	25 km al Oeste de Chilca, Cañete - Lima	II Chilca		
05/12/2019	19:07	-17.52	-69.66	172 km	4.1	39 km al Sur SE de Capaso, El Collao - Puno			
05/12/2019	13:25	-12.57	-75.32	123 km	4.3	27 km al Sur de Huasichanca, Huancayo - Junín			
04/12/2019	23:13	-12.11	-74.82	13 km	3.9	32 Km al Nor-Oeste de Campo Ajmillo, Tarma - Huancavelica	II Campo Ajmillo		
04/12/2019	22:23	-13.83	-76.29	74 km	5.3	42 km al Sur-SO de Tambo de Mora, Chincha Alta, Pasco	IV Tambo de Mora, Chincha Alta, Pasco		
03/12/2019	15:56	-10.64	-75.46	9 km	4.0	10 km al Sur-Oeste de Oxapampa, Oxapampa - Pasco	II Oxapampa		
03/12/2019	14:07	-5.15	-76.66	25 km	4.2	103 km Nor-Oeste de Yurimaguas, Alto Amazonas - Loreto			
03/12/2019	03:46	-18.54	-70.98	19 km	5.7	100 km al Sur-SO de Locumba, Jorge Basadre - Tacna	IV Tacna		
03/12/2019	02:16	-15.79	-73.03	107 km	4.7	26 km al Este de Caraveli, Caraveli - Arequipa	II Caraveli		
03/12/2019	01:20	-13.49	-70.49	16 km	3.7	5 km al SO de San Gabán, Carabaya - Puno	II San Gabán		

1 2 3 4 5 6

Magnitud de sismos reportados: ML (≤6.5), Mw (>6.5)

Figura 9. Sismos publicados durante el mes de diciembre de 2019, disponibles en la Web del IGP. El recuadro rojo muestra el evento de mayor magnitud registrado en el cuarto trimestre.

3. PUBLICACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS

En <http://intranet.igp.gob.pe/bdsismos/ultimosSismosSentidos.php> se publican los mapas temáticos elaborados para los sismos reportados:

3.1. Mapa de Intensidades Teóricas

Permite conocer rápidamente los niveles de sacudimiento del suelo en toda la región afectada. La Figura 10 muestra el cálculo de intensidades teóricas para el sismo del día 03 de diciembre del 2019. Se observa la codificación de colores, de acuerdo a los valores de intensidades según la escala MM, que se evaluaron alrededor de la zona afectada.

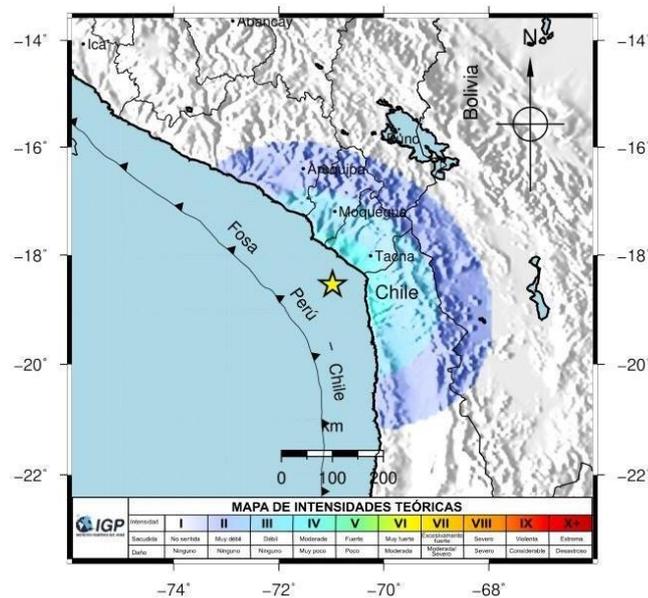


Figura 10. Mapa de intensidades teóricas para el sismo del día 03 de diciembre del

3.2. Mapa de Peligro Sísmico

El Peligro Sísmico expresa la aceleración probabilística que debe afectar un punto en un periodo determinado periodo de retorno, por ejemplo 500 o 1000 años. En la Figura 11 se muestra el mapa de Peligro Sísmico para la región sur del Perú para un periodo de retorno de 500 años. En él se proyecta el epicentro del sismo del 3 de diciembre del 2019.

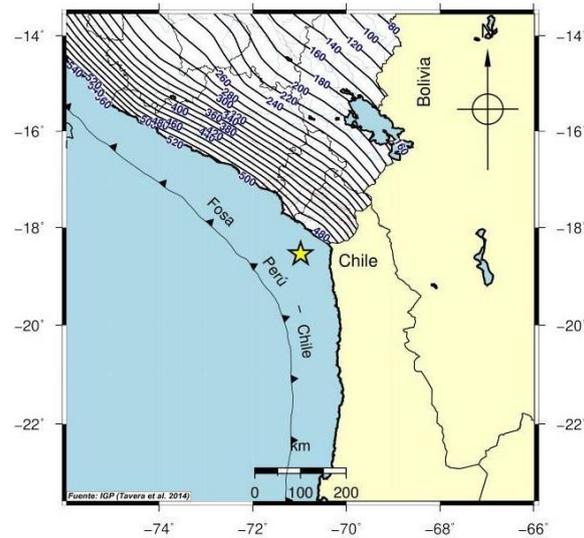


Figura 11. Mapa de peligro sísmico de acuerdo al sismo del día 03 de diciembre del 2019.

3.3. Mapa de Sismos Reportados

La sismicidad es el análisis del número de sismos que ocurren en alguna región específica, según su frecuencia e intensidad a lo largo de un determinado periodo de tiempo. Un estudio de sismicidad es aquel que muestra un mapa con los epicentros existentes, además de tomar en cuenta la frecuencia con que ocurren estos fenómenos en un período de tiempo. La Figura 12 muestra la sismicidad de la región, cuya base de datos corresponde a los sismos reportados en el año 2019, magnitud igual mayor a M4.0 y todos los percibidos por la población. En dicho mapa se presenta el epicentro del sismo del 3 de diciembre 2019.

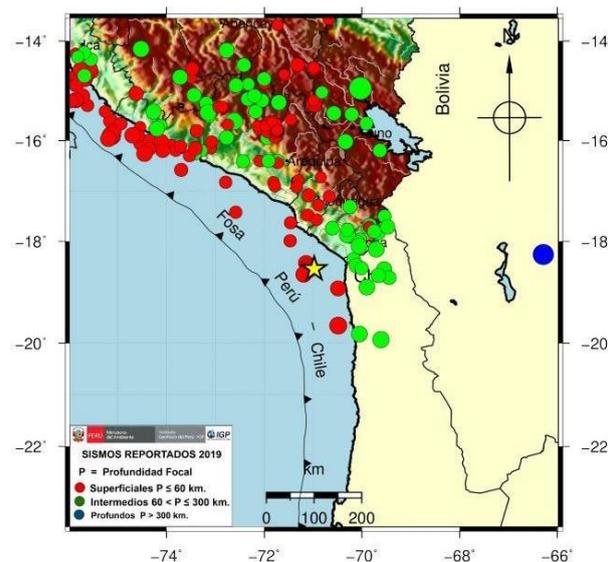


Figura12. Mapa sísmico con los sismos reportados en el 2019, en torno al sismo del día 03 de diciembre del 2019.

3.4. Mapa de Zonificación

La zonificación tiene como objetivo agrupar las aceleraciones de acuerdo al estudio de peligro sísmico descrito en la sección 6.2. Se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, en las características generales de los movimientos sísmicos, en la atenuación de los eventos sísmicos usando como parámetro la distancia, así como la información geotectónica. Para el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, a cada zona se le asigna un factor Z, según se indica a continuación: la Zona 1, factor 0.10, representa aquellas áreas donde el potencial sísmico es bajo. La Zona 2, factor 0.25, considera a las áreas con potencial sísmico intermedio. La Zona 3, factor 0.35, representa áreas con sismicidad alta. La zona 4, factor 0.45, corresponde a toda la zona costera, con potencial sísmico muy alto.

De acuerdo a la Norma Sismo Resistente E-030, este mapa es una herramienta útil para conocer el comportamiento geodinámica del suelo ante la ocurrencia de un evento sísmico (Figura 13).

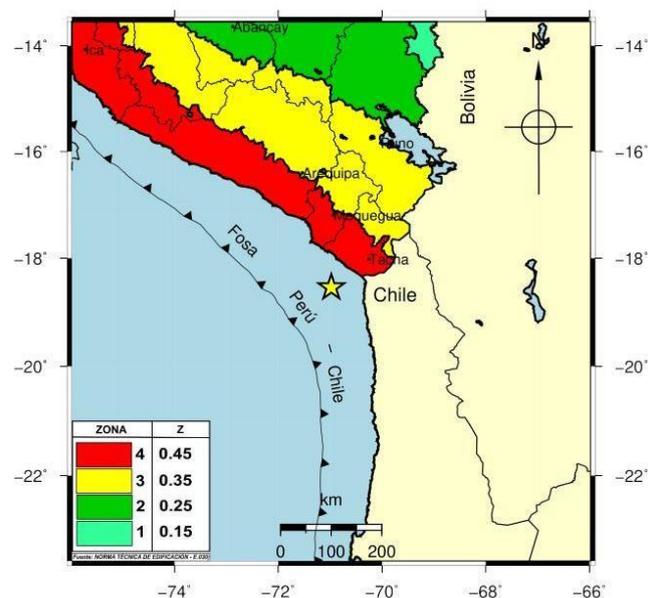


Figura 13. Mapa de zonificación sísmica de acuerdo al sismo del día 03 de diciembre 2019.

4. SIMULACROS MULTIPLELIGROS REALIZADO EL MES DE NOVIEMBRE - 2019

Un simulacro es un ejercicio o practica de cómo se debe actuar en caso de una emergencia provocada por un sismo, siguiendo un plan previamente establecido basado en procedimientos de seguridad y protección. Un simulacro pone a prueba la capacidad de respuesta de la población y permite evaluar y retroalimentar los planes de mitigación de riesgo. Es así que los simulacros sirven para acostumbrar a la población a adoptar rutinas de acción más convenientes para reaccionar en caso de una emergencia.

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), de acuerdo al artículo 9 del Reglamento de la Ley N° 29664, establece como funciones del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), promover la ejecución de simulacros y simulaciones, con la finalidad de responder en forma eficiente y eficaz en caso de desastre en todos los niveles de gobierno y de la sociedad. En este sentido, dentro de su plan institucional ejecuto a nivel nacional el Simulacro Multipeligro por sismo seguido de Tsunami, el día 05 de noviembre del 2019, aplicándose de forma simultánea en todas las regiones, con la finalidad de mejorar la capacidad de respuesta de la población y autoridades ante sismos. De esta manera, el IGP de acuerdo a la Resolución Jefatural N°099-2019-INDECI y al rol que le compete, cumple con generar y publicar los parámetros hipocentrales (Tabla 1) para el Simulacro Multipeligro, contribuyendo de esta manera al igual que las demás instituciones competentes, con la prevención y mitigación de riesgo de desastres.

La Figura 14, capturada del portal Web del IGP, muestra el mapa con la ubicación del epicentro del simulacro, también los parámetros sísmicos publicados por el CENSIS - IGP, el día 05 de noviembre del 2019. Del mismo modo la Tabla1, muestra los parámetros hipocentrales determinados por el CENSIS para el simulacro.

Así mismo, el mapa de intensidades (Figura 15) teóricas elaborado para el simulacro multipeligro, permite identificar la extensión y la variación de los valores de intensidades en las localidades de toda la región posiblemente afectada por un terremoto de esta magnitud. Los valores de intensidades están codificados por colores.

SIMULACRO

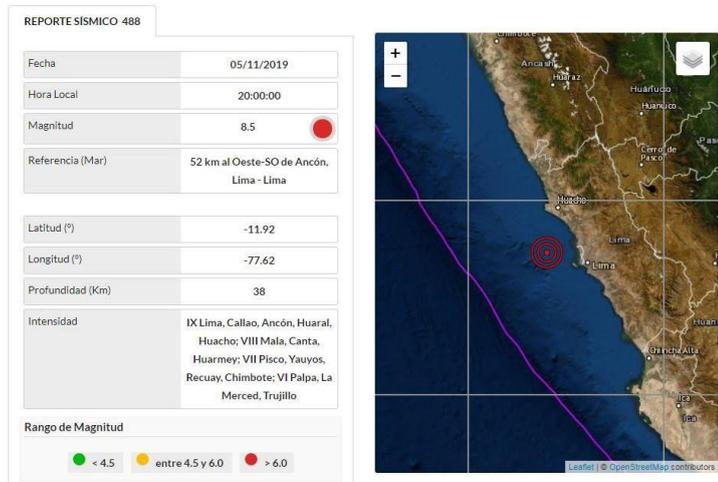


Figura 14. Reporte Sísmico publicado en el portal web del IGP, referente al Simulacro Multipeligro, llevado a cabo el 05 de noviembre del 2019.

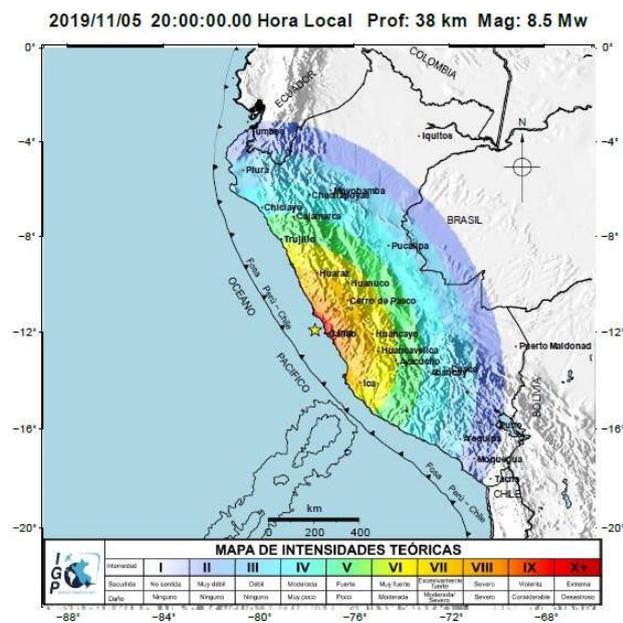


Figura 15. Mapa de Intensidades Teóricas, generadas con los parámetros sísmicos del Simulacro Multipeligro, llevado a cabo el 05 de noviembre del 2019.

Tabla 1. Parámetros Hipocentrales generados por el IGP, para el Simulacro multipeligro realizado el 05 de noviembre del 2019.

SIMULACRO NACIONAL POR SISMO SEGUIDO DE TSUNAMI	
Reporte: 003/2019/IGP	
EL INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (IGP), informa el siguiente reporte sísmico:	
Fecha Local	05 Noviembre 2019
Fecha UTC	06 Noviembre 2019
Hora Local	20h 00m 00.00s
Hora Origen (UTC)	01h 00m 00.00s
Latitud	-11.9201
Longitud	-77.6202
Profundidad	38 km
Magnitud	8.5 Mw
Referencia	52 km al Oeste-SO de Ancón, Lima – Perú. 66 km al Oeste-NO de Lima – Perú.
Intensidades: Mercalli Modificada MM / MSK	IX Lima, Callao, Ancón, Huaral, Huacho; VII Mala, Canta, Huarney, VII Pisco, Yauyos, Recuay, Chimbote; VI Palpa, La Merced, Trujillo.
Lima, 05 de Noviembre de 2019	

VI. PERSONAL

1. PERSONAL DE LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE SISMOLOGÍA

Para el cumplimiento de sus objetivos, la línea de Investigación de Sismología cuenta con personal calificado, que por su formación, representa un valioso recurso para la institución.

1.1. Personal de Proyectos

- Hernando Tavera
- Julio César Martínez Herrera
- Vilma Nina Figueroa
- Estela Juana Centeno Moncada
- Arturo Aníbal Mercado
- Rossmar Milagros Pinto Chavez
- Ángel Ademir Cuya Crispin
- Rubén Castro Mendoza
- Lisbeth Eliana Bejarano Pinto
- Evelyn Rosbet Arapa Calapuja

1.2. Personal del CENSIS

- Efraín Fernández Aguilar
- Simeón Rodríguez Cancán
- Edwin Choque Quispe
- Rolando Kcaña Machaca
- Geremias Moncca Anculle
- Juan Carlos Pacco Condori
- Gianfranco Taco Juarez
- Ernesto Febres Bedia
- Cristian Mamani Gutiérrez
- Lucia Ponce Medina

1.3. Tesista

- Alejandra Jesús Zegarra Cáceres

1.4. Apoyo Logístico

- Marisol Enríquez Huamán