

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS
DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES
EN EL DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO –
JUNIN, 2022**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. PACAHUALA VILLAVERDE, ERICK JHORDAN

ASESOR:

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA

LINEA DE INVESTIGACION: TRANSPORTE Y URBANISMO

HUANCAYO – PERÚ

2022

FALSA PORTADA

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

Mg. JAVIER REYNOSO OSCANO
JURADO

Mg. YINA MILAGROS NINAHUANCA ZAVALA
JURADO

Mg. JEANNELLE SOFIA HERRERA MONTES
JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

**ASESOR:
MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA**

DEDICATORIA

Dedico este informe a mi familia. Y a todo aquel que estuvo en el proceso de la elaboración de mi informe técnico.

Bach. Pacahuala Villaverde, Erick Jhordan.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, agradecimiento sincero hacia mi madre y mis hermanos(a) por la motivación y comprensión para la culminación de mi informe de trabajo de suficiencia profesional.

A mi Universidad, por darme la oportunidad de alcanzar uno de mis objetivos de terminar e inculcar el conocimiento de la carrera de ingeniería civil.

A los docentes de la Universidad, quienes fueron de gran ayuda en el largo camino que recorrí en las aulas universitarias inculcándome diversos conocimientos según su especialidad de la carrera de ingeniería civil, así como en el campo metodológico.

Bach. Pacahuala Villaverde, Erick Jhordan.



CONSTANCIA 042

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

“ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBO – HUANCAYO – JUNIN, 2022”

Cuyo autor(es) : Erick Jhordan, Pacahuala Villaverde

Facultad : Ingeniería

Escuela Profesional : Ingeniería Civil

Asesor : Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

Que, fue presentado con fecha 30.01.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 31.01.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **27 %**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 01 de febrero del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

INDICE

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
INDICE	vii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.1.1 Problema general	4
1.1.2 Problemas específicos.....	4
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.3.1 PRACTICA O SOCIAL	5
1.3.2 JUSTIFICACION METODOLOGICA	6
1.4 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL	6
1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	6
CAPITULO II.....	7
MARCO TEORICO	7
2.1 ANTECEDENTES (NACIONALES E INTERNACIONALES)	7
2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES	7
2.2.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	11
2.2 MARCO CONCEPTUAL	15
CAPITULO III.....	58
METODOLOGIA	58
3.1 TIPO DE ESTUDIO	58
3.2 NIVEL DE ESTUDIO	59
3.3 DISEÑO DE ESTUDIO	59

3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION Y ANALISIS DE DATOS

60

CAPITULO IV	65
DESARROLLO DEL INFORME	65
4.1 RESULTADOS	65
4.1.1 Geotecnia	67
4.1.2 Ensayo destructivo	67
4.1.3 Leyes de atenuación.....	76
4.2 Discusión de resultados	125
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES.....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS	136
ANEXOS	119

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Efectos Típicos De Los Sismos De Diversas Magnitudes.	23
Tabla 2: Escala De Intensidad Mercalli Modificada Abreviada, 1999.	24
Tabla 3: Tabla Comparativa De Escala De Intensidad vs. Escala De Magnitud.	25
Tabla 4: Catalogo Sísmico De Junín.....	35
Tabla 5: Acelerógrafos que Componen La Red Acelerográfica del CISMID.	38
Tabla 6: Acelerógrafos De Proyectos Y Cooperación Con CERESIS.	39
Tabla 7: Tipos De Toma De Muestra.	49
Tabla 8: Clasificación Modificada De Casagrande.	52
Tabla 9: Clasificación De Tipo De Suelo.	53
Tabla 10: Técnicas E Instrumentos De Investigación.	62
Tabla 11: Datos Generales De La Zona A Estudiar.....	66
Tabla 12: Tabla General De Clasificación De Suelos SUCS - AASHTO.....	70
Tabla 13: Análisis Granulométrico De La Calicata Número 1.....	71
Tabla 14: Análisis Granulométrico De La Calicata Número 2.....	72
Tabla 15: Análisis Granulométrico De La Calicata Número 3.....	73
Tabla 16: Análisis Granulométrico De La Calicata Número 4.....	74
Tabla 17: Análisis Granulométrico De La Calicata Número 5.....	75
Tabla 18: Sismos Ocurridos Con Epicentro En Junín Del 2017 - 2021.	97
Tabla 19: Registro De La Red Acelerografica Del CIP 2017 - 2021.	100
Tabla 20: Leyes De Atenuación Utilizadas En El Proyecto.	104
Tabla 21: Sismo De Control Para La Comparación.	109
Tabla 22: Aceleraciones Calculadas Por Medio De Las Leyes De Atenuación.	110
Tabla 23: Coeficiente De Variación	111
Tabla 24: Diferencia Absoluta.....	112
Tabla 25: Cálculo De Distancia Epicentral De La Calicata N° 01.	114
Tabla 26: Calculo De Distancia Epicentral De La Calicata N° 02.	115
Tabla 27: Calculo De Distancia Epicentral De La Calicata N° 03.	115
Tabla 28: Calculo De Distancia Epicentral De La Calicata N° 04.	116
Tabla 29: Calculo De Distancia Epicentral De La Calicata N° 05.	116
Tabla 30: Calculo De Distancia Epicentral Promedio De Las Calicatas.....	117
Tabla 31: Datos A Utilizar Para Obtener Las Aceleraciones.	117
Tabla 32: Aceleraciones Calculadas Por Medio De Las Leyes De Atenuación.	118
Tabla 33: Coeficiente De Variación	119
Tabla 34: Diferencia Absoluta.....	120
Tabla 35: Leyes De Atenuación Designadas.	121
Tabla 36: Leyes De Atenuación A Usarse De Acuerdo A La “M” Y “R”	121
Tabla 37: Leyes De Atenuación A Usar De Acuerdo A “M” Y “R” de 201 a 800 km.	122

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Descripción de la ubicación de un terremoto..	16
Figura 2: Deformaciones producidas por una onda P.....	18
Figura 3: Deformaciones producidas por una onda SV.....	18
Figura 4: Deformaciones producidas por una onda R. (1996)..	19
Figura 5: Deformaciones producidas por una onda R.	19
Figura 6: Deformaciones producidas por una onda L.....	20
Figura 7: Sismograma del Instituto Geofísico del Perú (IGP)..	21
Figura 8: Intensidad en la Escala de Mercalli.....	25
Figura 9: Parámetros sísmicos distancia epicentral (Δ o R).	26
Figura 10: Relación entre las distancias epicentrales e hipocentrales.	28
Figura 11: Placa de Nazca con la placa sudamericana..	30
Figura 12: Esquema de la subducción sudamericana..	32
Figura 13: Mecanismos de Falla típicos en Perú.	34
Figura 15: Mapa sísmico del Perú, periodo 1960 – 2021.	36
Figura 16: Distribución de las redes acelerograficas del CIP.....	40
Figura 17: Estratigrafía de un sondeo.....	44
Figura 18: Tipo de suelo de Huancayo es diversificado.	45
Figura 19: Tipos de suelo en Huancayo.....	46
Figura 20: Excavación de la calicata a cielo abierto.....	48
Figura 21: Juego de tamices para el ensayo granulométrico.	51
Figura 22: Curva granulométrica.	51
Figura 23: Tiempo e historia de la aceleraciones del sismo en sus componente.....	56
Figura 24: Aceleraciones obtenida de la estación acelerográfica J. Alva.....	57
Figura 25: Esquema de localización del lugar de estudio.....	66
Figura 26: Excavación de las calicatas para el presente proyecto.	68
Figura 27: Mapa de la zona de estudio y realización de calicatas..	70
Figura 28: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	77
Figura 29: Epicentro y ubicación de las estaciones acelerograficas.	78
Figura 30: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	79
Figura 31: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	80
Figura 32: Epicentro y ubicación de las estaciones acelerograficas.....	82
Figura 33: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	83
Figura 34: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	84
Figura 35: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	85
Figura 36: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	86
Figura 37: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	87
Figura 38: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	88
Figura 39: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	89
Figura 40: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	90
Figura 41: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	91
Figura 42: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	92
Figura 43: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	94
Figura 44: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	95
Figura 45: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.	96

Figura 46: Imágenes graficados de las aceleraciones.	123
Figura 47: Imágenes graficados de las aceleraciones.	123
Figura 48: Construcciones en el distrito de el Tambo.	124
Figura 49: Plano de E-01 – Construcción.	124

RESUMEN

El presente informe tuvo el inicio con la problemática: ¿Cuáles son los resultados de aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo - Junín?, donde el objetivo fue Determinar los resultados de aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales. Este informe reporta un estudio de tipo aplicada, con un nivel descriptivo - explicativo y diseño no experimental – transversal. Finalmente se llegó a la conclusión, los resultados obtenidos fueron de aceleraciones para suelo granular debido a las ondas sísmicas superficiales para el distrito de El Tambo zona de Umuto con leyes de atenuación. Con estas aceleraciones obtenidas permitirán a futuras edificaciones modificar sus parámetros sísmicos, es decir hacer una construcción más resistente y/o evaluar la construcción existente que si ocurre un sismo de magnitud M soportaría o no las aceleraciones de suelo que se generarían en el lugar, esto llevaría a reforzar nuestras construcciones o en su defecto a desmantelar la construcción, para así evitar daños en la población, así como evaluar el peligro y riesgo sísmico del lugar.

Palabras claves: *aceleraciones, suelo inorgánico, ondas sísmicas, sismos, construcciones.*

INTRODUCCIÓN

El presente informe titulado: “Aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022”, por lo tanto, se menciona lo siguiente:

En la carrera de ingeniería civil actualmente se encuentra tomando conciencia de los daños que le han causado el movimiento sísmico superficial a nuestras construcciones a través de los años, cómo podemos mencionar el sismo de Junín en el año 1947 con magnitud 7.5 y el de 1969 con magnitud 6.2.

La Tierra es un medio variable, como lo demuestra la procreación y dispersión de ondas sísmicas a lo largo de la superficie terrestre. La existencia variada del suelo, va a discontinuar la dispersión de las ondas sísmicas superficiales. Al comparar sismogramas y acelerogramas registrados en estaciones a diferentes distancias del epicentro, se evidencia una disminución o aumento de la aceleración según sea el tipo de suelo.

El informe fue estructurado en cuatro capítulos: El primer capítulo se trató del planteamiento del problema; en este se encuentran: el problema general; los problemas específicos; el objetivo general; los objetivos específicos; la justificación práctica; metodología y las delimitaciones del informe. El segundo capítulo se presentó el marco teórico con antecedentes y marco conceptual. El tercer capítulo se expone la metodología, con el tipo de estudio, nivel de estudio, diseño del estudio, técnica e instrumentos de recolección y análisis de datos. El cuarto capítulo se presentó el desarrollo del informe según cada objetivo del presente informe, se da la discusión de resultados, así como las conclusiones y recomendaciones. Y por último las referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Pacahuala Villaverde, Erick Jhordan

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Mundo ocurre una serie de sismos y/o terremotos que son eventos naturales, pueden causar muertes, lesiones y daños a las construcciones. Estos peligros naturales causan enormes daños en todo el mundo cada año. Los peligros asociados con los terremotos se conocen comúnmente como peligros sísmicos. La práctica de la ingeniería sísmica implica la identificación y mitigación de los peligros sísmicos (Kramer, 1996).

El Perú es uno de los países más sísmicos ya que se encuentra ubicado en el cinturón de Fuego del Pacífico, una de las zonas de mayor actividad sísmica. En el Perú han ocurrido grandes sismos en el pasado y sin duda ocurrirán grandes sismos en el futuro ya que los sismos son cíclicos. Debido a la historia de los sismos ocurridos en nuestro país, es necesario estudiar y entender su comportamiento de estos sismos (Tavera, 2015).

Por lo menos cinco fallas geológicas, que por más de cuarenta años permanecen en un silencio sísmico, amenazan el valle del Mantaro, especialmente a la provincia de Huancayo. Señaló que una de las principales fallas es la del Huaytapallana, en Huancayo, que tiene un silencio sísmico de unos 50 años, después que, en 1969, en

dos oportunidades, ocasionó daños significativos en Pariahuanca y Huancayo (...) (Rojas, 2017).

Entonces sabiendo que vivimos en un país sísmico, el distrito de El Tambo esta propenso a ocurrir daños debido a un sismo, este fenómeno ocurre en otro lugar y usted lo está sintiendo a pesar que el sismo no ocurre en el sitio en que está ubicado en ese momento. A diario ocurre sismos en diferentes partes de nuestro país, aun así, no tenemos un registro sísmico en nuestro distrito de El Tambo es debido a la falta de una red acelerografica que permitan evidenciar el comportamiento sísmico y los efectos en la población.

En el distrito de El Tambo, actualmente, no se cuenta con leyes de atenuación que puedan dar a conocer las aceleraciones del suelo inorgánico en base a las ondas sísmicas superficiales, por lo cual no sabemos con exactitud el comportamiento del suelo ante un movimiento sísmico. Situación por la cual, el presente informe pretende obtener aceleraciones de suelo inorgánico para así conocer su comportamiento, entonces es donde se da la necesidad de utilizar leyes de atenuación con el único fin de obtener aceleraciones de suelo debido a los sismos, siendo estas leyes aplicadas a diferentes distancias del epicentro y con diferentes magnitudes de sismo ocurridos en Junín.

Las aceleraciones del suelo debido a las ondas sísmicas superficiales son muy diferentes en valores, debido a que el tipo de suelo influye bastante en los daños que pueda ocasionar el sismo. Es así que, la aceleración no será lo mismo en un suelo granular que un suelo blando.

En 1947 del 01 de noviembre ocurrió un sismo de 7.5 grados de registro en Junín (Satipo) y tuvo una profundidad de 60 kilómetros según el instituto geofísico del Perú

(IGP). Este grado de magnitud 7.5 genero daños en la población y construcciones; como también el sismo de 6.2 grados ocurrido en Junín que dio el origen del nevado del Huaytapallana tampoco se ha repetido.

Entonces ya que los sismos son cíclicos, ¿Cuáles serían las consecuencias de un sismo de 7,5 grados con epicentro dentro de la región Junín en la actualidad?, Este tipo de magnitud de sismo o terremoto destruirá gran parte de proyectos ingenieriles asentados en suelos inorgánicos (arenosos, suelo arcilloso, suelos granulares).

¿Entonces nos preguntamos, está preparado todo el distrito de El Tambo para volver a enfrentar un sismo de gran magnitud?, Además, la zona pobre de la región presenta un elevado riesgo ante un terremoto, debido a que los asentamientos humanos hay cientos de viviendas como de material noble, rustico, entre otros, y hay vulnerabilidad.

Entonces como ingenieros es necesario conocer el comportamiento del suelo bajo estos movimientos sísmicos que ocurre en nuestro país, ya que es donde asentamos nuestros proyectos.

Las ondas sísmicas superficiales mueven la superficie terrestre y desplazan los edificios de sus cimientos, entonces se buscará aceleraciones en suelo con leyes de atenuación debido a las ondas sísmicas expresado como funciones matemáticas lo que permitirá conocer el comportamiento dinámico del suelo en base a sus aceleraciones, para así tener conocimiento donde apoyamos nuestras estructuras.

Es decir, con el presente informe se llegó a conocer cómo llega la onda sísmica en aceleración en el distrito de El Tambo principalmente en las cinco calicatas realizadas en zona; y en otros casos se podrá usar de cómo llega en aceleración en

otros distritos con el tipo de suelo igual a lo encontrado en la zona de estudio. Siendo el mismo epicentro las aceleraciones en suelos son diferentes ya que tenemos diferentes tipos de suelos sean arcillosos, arenosos, suelo limoso, y suelo de grava (suelos inorgánicos).

1.1 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 Problema general

¿Cuáles son los resultados de aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022?

1.1.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles son los resultados de los tipos de suelo para las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022?
2. ¿Cuál es la tendencia del comportamiento dinámico del suelo debido a las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022?
3. ¿Cuáles son las leyes de atenuación para las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Determinar los resultados de aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar los resultados de los tipos de suelo para las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022.
2. Analizar la tendencia del comportamiento dinámico del suelo debido a las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022.
3. Seleccionar las leyes de atenuación para las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 PRACTICA O SOCIAL

El informe fue justificado en la práctica, porque presentó resultados favorables, es decir los resultados determinados de aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales permitió conocer sus aceleraciones para la zona de Umuto, con respecto a los sismos registrados con epicentro en la región Junín. (Hernandez, y otros, 2014)

Con los resultados que fue obtenido de aceleraciones en suelos granulares otros investigadores podrán modificar el parámetro sismo resistente, así hacer una estructura más resistente, mejorar el diseño, y sin lugar a duda hacer construcciones seguras y resistentes a eventos sísmicos, ya que el sismo no es peligroso ni hace daño, lo que el sismo hace es solo señal de vida de la tierra, el sismo lo único que hace es mover o sacudir el suelo, lo peligroso es hacer malos diseños de estructuras en suelos inadecuados, malos estudios del lugar, malos planos, construcciones con materiales no autorizados o no supervisados.

1.3.2 JUSTIFICACION METODOLOGICA

Según Álvarez (2020) la justificación metodológica comprometió en describir la razón de utilizar la metodología planteada.

Por lo tanto, se tuvo justificación de la utilización de aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas, lo cual se tuvo conocimiento del comportamiento del suelo en base a estas aceleraciones que fueron producidos por los sismos. Así mismo sabiendo el comportamiento del suelo donde asentamos nuestras estructuras no solo estamos aportando con la solución del problema técnico, económico, también aportara como guía metodológica a futuros ingenieros.

1.4 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Información del área de estudio:

- Zona : Umuto
- Distrito : Tambo
- Provincia : Huancayo
- Departamento: Junín
- Altitud: 3290 m.s.n.m
- Tipo de suelo: granular
- Tipo de terreno: Plano y semi ondulado.

1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El presente informe técnico fue elaborado en el 2021 del mes de enero y fue concluido en el 2022 del mes de mayo, teniéndose un año con cuatro meses para su ejecución y elaboración.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES (NACIONALES E INTERNACIONALES)

2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES

Castro (2015), elaboró la tesis de pregrado Titulado: “Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja - Junín”, de la Universidad nacional de Ingeniería, Perú. El autor partió de la problemática de la existencia de vulnerabilidad sísmica en las construcciones en la ciudad de Jauja. Tuvo como objetivo principal de contribuir a la reducción de la vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Jauja aportando herramientas para la toma de decisión sobre los criterios de intervención. Así mismo la metodología fue de tipo aplicada, su población fue toda la ciudad de Jauja y su muestra fue en edificaciones comunes en la ciudad de Jauja. El autor llego a la siguiente conclusión: La evaluación del riesgo sísmico es un tema trascendente por las graves consecuencias que conlleva vivir con un peligro potencial, como los sismos, ya que no solo provocan daños a las estructuras, sino que causan pérdidas de vidas humanas: El método del índice de vulnerabilidad es el adecuado para ser implementado y adaptado en grandes

ciudades (aplicación a centros urbanos), debido a que permite evaluar aspectos técnicos de una manera rápida, bastante aproximada y de bajo costo en su aplicación.

Chávez (2006), elaboró la tesis de pregrado Titulado: “Leyes de atenuación para aceleraciones espectrales en el Perú”, de la Universidad nacional de Ingeniería, Lima. El autor partió de la problemática en Perú aún no se ha propuesto ninguna ley de decaimiento para la ordenada espectral (...). Tuvo como objetivo de formular una ley de decaimiento para la aceleración espectral mediante la aplicación de modelos sismológicos y estadísticos reconocidos a nivel mundial. Así mismo la metodología fue de tipo aplicada, su población fue toda la ciudad de Lima y su muestra fue sismos registrados en la ciudad de Lima de interfaz e intraplaca. El autor llegó a la siguiente conclusión: La ley de atenuación de la aceleración espectral propuesta en este estudio predice completamente los niveles de aceleración espectral de los terremotos de interfaz y los registros sísmicos intraplaca, y obtiene resultados estadísticamente aceptables. El valor de desviación estándar promedio de los terremotos de interfaz es 0.76, y el valor de desviación estándar promedio de los terremotos intraplaca es 0,65.

Bolaños y Monroy (2004) elaboraron la tesis de posgrado Titulado: “Espectros de peligro sísmico uniforme”, de la Pontificia Universidad Católica del Perú. El autor tuvo como problema de los espectros utilizados en los estándares de diseño sísmico en todo el mundo generalmente se basan en espectros con formas constantes que se escalan según los valores máximos de aceleración del suelo. Esto da como resultado una distribución desigual de los

peligros en todo el rango (...). Y el objetivo fue del trabajo de la revisión de los procedimientos para estimar probabilísticamente ordenadas espectrales y obtener espectros de peligro uniforme en el territorio peruano. Así mismo la metodología fue de tipo aplicada, su población fue el territorio peruano. El autor llegó a la siguiente conclusión: La primera fuente en Perú fue propuesta por Casaverde y Vargas en 1980 y examinada por Castillo y Alba en 1993. La información recopilada durante los últimos 10 años nos permitió actualizar las fuentes sísmicas lo cual fueron propuestas en anteriores investigaciones. Comparado con los resultados de Castillo y Alba, los valores actuales de las rocas en las regiones de Piura y Tumbes muestran hasta un 32% de reducción en la aceleración obtenida en este trabajo. Estos cambios se deben a una disminución en la tasa anual de sismos de 4.58 a 4.05 cuando se incluye información de los últimos 10 años.

Ccallo (2003), elaboró la tesis de pregrado Titulado: “La magnitud de sismos locales y regionales ocurridos en Perú a partir de la onda LG y la duración de su registro, efectos y daños en la ciudad de Moquegua debido al sismo de Arequipa del 23 de junio de 2001”, de la Universidad nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. El autor partió de la problemática el 23 de junio de 2001 a las 20:33 GMT, un terremoto de magnitud $M_w=8,2$ sacudió la región sur del Perú causando grandes daños los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna, Ayacucho y las ciudades de Arica e Iquique en Chile, con resultado de muertes y destrucción parcial de miles de viviendas. Para tal autor propuso como objetivo estimar la magnitud de los sismos ocurridos a distancias locales y regionales y registrados por las estaciones de banda ancha

de corta duración que integran la Red Sísmica Nacional del Perú (RSN), administrada por el Instituto Geofísico del Perú. Así mismo la metodología fue de tipo aplicada, su población fue sismos ocurridos en Perú y su muestra fue la ciudad de Moquegua con el sismo de Arequipa de 2001. El autor llegó a la siguiente conclusión: Una manera de analizar si los datos de magnitud obtenidos en este estudio es correlacionarlos con las magnitudes reportados por el NEIC, obteniendo así aceptables resultados, tal como se observa en las figuras 7.2 y 7.4.

Tavera, Bernal y Salas (2007), quienes elaboraron el informe Titulado: “El Sismo de Pisco del 15 de agosto, 2007 (7.9Mw)”. Del instituto geofísico del Perú. Lo cual parten de la problemática de la actividad sísmica en Perú proviene de la convergencia de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana, que ocurre a una tasa promedio de 7-8 cm/año (DeMets et al., 1980; Norabuena et al., 1999). Lo cual concluyeron en la estación PCN (Parcona-Ica) la aceleración máxima registrada fue de 488 cm/s² en la componente EW. Esta fuerte aceleración probablemente se deba a que la estación se encuentra en suelo sedimentario. En la ciudad de Lima, las aceleraciones máximas se midieron en las estaciones RIN (115,0 cm/seg²) y CALLAO (101 cm/s²), ambas ubicadas sobre suelos compuestos predominantemente por sedimentos arenosos. Se midieron valores mínimos de aceleración entre 20 y 25 cm/s² en las estaciones NNA, LMO y E2, todas ellas sobre suelo rocoso

2.2.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ibáñez (2017) elaboró la tesis de pregrado Titulado: “Estimación de la resiliencia sísmica en suelos blandos”, de la Universidad Autónoma de México. El autor partió de la problemática de estimación de la resiliencia sísmica en infraestructura estratégica de ciudades densamente pobladas, ubicadas en regiones de gran actividad sísmica, es un paso obligatorio para asignar de manera eficiente los recursos y el personal que participa en las acciones posteriores al sismo. Tuvo como objetivo estimar la resiliencia sísmica en la zona centro de la Ciudad de México para cuatro periodos de retorno distintos, para un sismo normal y para un sismo de subducción, consecuentemente definir los sectores críticos de la red simplificada, de acuerdo a los daños que presente cada componente de la infraestructura estratégica. En esta tesis se realizó la estimación de la resiliencia sísmica en redes de transporte, mediante el método convencional, en una zona densamente poblada, como lo es el centro de la Ciudad de México, donde se presentan suelos blandos. Lo cual tuvo la siguiente conclusión: Con la estimación de la resiliencia sísmica para la diferente infraestructura estratégica se puede llevar a cabo un plan maestro o un plan de contingencia para estar prevenidos acontecido un sismo, ya que conocemos las zonas críticas de la red simplificada,

Vidales (2013) elaboró la tesis de posgrado Titulado: “Estudio de atenuación sísmica en la región centro-sur del golfo de california”, del programa de Posgrado de ciencias de la tierra, del Centro de investigación científica y educación superior de Ensenada, México. El autor como problemática tuvo el estudio del interior de la tierra consiste en el análisis y

procesamiento de registros sísmicos provenientes de redes instaladas en la superficie terrestre. En este trabajo se procesaron los sismogramas de las siguientes redes: RESBAN, NARS-Baja y Ocean Floor Sismometer (OBS) sobre la mitigación de terremotos en la región centro-sur del Golfo de California. El objetivo fue estudiar las características de la atenuación sísmica en la región centro-sur del Golfo de California, haciendo uso de las ondas P, S, SV y SH. Con una metodología de tipo aplicada, su población es la ciudad de México y su muestra es de atenuación sísmica de la región centro-sur del Golfo de California. El autor llegó a la conclusión: Estos resultados son consistentes con los estudios de amortiguamiento realizados en el Océano Pacífico que encontraron que el amortiguamiento inelástico depende de la edad de la litosfera, siendo mayor para una litosfera joven (baja Q) (Tsai e Aki, 1969; Mitchell et al., 1976; Cañas y Mitchell, 1978; Las funciones de atenuación obtenidas muestran que las amplitudes espectrales disminuyen más rápidamente al aumentar la frecuencia y acercarse al límite entre las placas de América del Norte y del Pacífico, mostrando más actividad sísmica, menos espesor de la corteza y Creación de un nuevo fondo marino dentro de este límite.

Sánchez, Bolívar y Munera (2012) quienes elaboraron la investigación Titulado: “Análisis de ecuaciones de atenuación para el proyecto amenaza sísmica del departamento de Antioquia”, de la Universidad Nacional de Colombia sede de Medellín. Los autores partieron de la problemática el departamento de Antioquia está situado en el extremo noroccidental de Suramérica, lugar en el cual confluyen tres placas tectónicas (placa Nazca, placa de Suramérica y placa Caribe), lo que lo convierte en un lugar de alta

complejidad tectónica. El objetivo fue elegir las ecuaciones de atenuación de acuerdo a la relación entre la aceleración del terreno y la Magnitud y distancia focal del sitio considerado al epicentro. Teniendo una metodología del tipo aplicada. Su población es la ciudad de Colombia y la muestra comprende la ciudad de Antioquia. El estudio tuvo como conclusión: Del primer análisis realizado comparando los resultados de las ecuaciones de atenuación y las aceleraciones registradas con el sismo de Armenia (1999), se observa una baja correlación entre estos y los registros instrumentales. A este nivel, es evidente, por tanto, que ninguna de las ecuaciones puede considerarse confiable para ser utilizada como modelo de atenuación para nuestra región, sin embargo, según el método del coeficiente de variación la ecuación que mejor se ajusta a los valores observados es la Milne & Davenport (1969). A pesar de dar un coeficiente de variación alto (39%) representa una aproximación aceptable a este nivel de la investigación. Según el método de las diferencias absolutas, la ecuación que muestra la mejor correlación con los datos observados es la propuesta por Luis Esteva en 1970. En el método gráfico, se puede apreciar como la ecuación de Milne & Davenport es la que mejor se ajusta a los valores obtenidos por los acelerógrafos.

Clemente (2010) quien elaboro la investigación Titulado: “Ley de atenuación de aceleración (pga) y escalamiento de forma espectral sísmica para Querétaro, deducidos por análisis de trayectorias: aplicada a guerrero-Querétaro”, de la Universidad autónoma de Queretano. El autor partió de la problemática ¿Realmente, a qué se debe la atenuación sísmica? (García, 2001). El objetivo fue obtener la ley de atenuación sísmica para la Cd. de Querétaro en base a registros acelerográficos detectados en la Cd. de

Querétaro, complementados con registro de estaciones acelerográficas alineadas a las diferentes fuentes sísmicas del pacífico del tipo interplaca. Su hipótesis fue: Es posible que la discrepancia de información actual entre el Reglamento Local y el Manual CFE93 disponibles para la determinación de fuerzas inerciales sísmicas de diseño, se deba a que la base de datos fue limitada a ciertas zonas de interés, como México D.F., y la información que posee es de carácter muy general, además de que en la época se contaran con instrumentos de medición de poco alcance. La metodología es de tipo aplicada, población es la ciudad de México y su muestra comprende la ciudad de Querétaro. El autor llegó a la siguiente conclusión: Es así, como por primera vez se conocieron valores reales observados de eventos sísmicos en Querétaro provenientes de la zona de subducción y algunos otros aspectos y logros, enumerados en la tabla 7.1 y 7.2, respectivamente. Aspectos que han sido posibles con el apoyo y asesoría, y desde luego, como primer punto el seguimiento de la línea de investigación, en cuanto al peligro sísmico de la zona Querétaro, que encabezan los cuerpos académicos de las instituciones de la FI-UAQ y UNAM, Centro de Geociencias, Campus Juriquilla, Querétaro, al cual hemos tratado de aportar este pequeño trabajo, con apoyo económico del CONACYT por medio de la UAQ.

Contreras (2009) quien elaboró la investigación Titulado: “Curvas de atenuación espectrales para sismos chilenos”, de la Universidad de Chile. El autor partió de la problemática de que Chile se ubica en una de las regiones de mayor actividad sísmica del planeta, lo que supone una constante amenaza de ocurrencia de terremotos. Por lo tanto, la falta de leyes de atenuación para el lugar es necesario. El objetivo fue de la generación de curvas de atenuación

de sismos chilenos de acuerdo a los parámetros antes mencionados (PGA y SA), y la obtención de sus desviaciones estándar. Su metodología es de tipo aplicada, población y muestra es la ciudad de Chile. El autor llegó a la siguiente conclusión: por primera vez en Chile se han desarrollado curvas de atenuación que tengan como parámetro característico aceleraciones espectrales, calculándose además las desviaciones estándar de los ajustes realizados. Esto permite tener mayor información de las cualidades de los sismos chilenos y es un aporte para mejorar y actualizar el cálculo de peligrosidad sísmica en nuestro país.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

A. ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES

A.1. DESCRIPCIÓN DE UN SISMO

El IGP (2000) en su discurso define al sismo como el movimiento o vibración del suelo, que se produce por la liberación de energía acumulada al interior de la tierra por mucho tiempo a causa de desplazamiento rocosas de las fallas geológicas o por el movimiento de las placas tectónicas. En general, los sismos pueden tener varias fuentes de origen, entre las más conocidas se tiene al desplazamiento de las placas tectónicas y la reactivación de las fallas geológicas.

Un terremoto es el movimiento o vibración de la tierra causado por la energía mecánica emitida por las capas superiores de la corteza terrestre. Los temblores de la tierra pueden ser débiles o de baja energía, se cree que son causados por la presencia de máquinas o grandes sistemas de transporte público cerca de las personas sorprende. Sin embargo, los

eventos que liberan más energía pueden ser causados por erupciones volcánicas llamadas terremotos. (Zelaya, 2007, p. 26)

Kramer (1996), en su libro afirma que un terremoto o temblor comienza con una fisura en la roca a lo largo de una falla, y aunque esta fisura se produce a lo largo de miles de kilómetros cuadrados en la superficie, este fenómeno comienza en un punto específico llamado hipocentro o foco, donde se propagan las ondas sísmicas. debido a su propagación hasta la liberación de energía, estas ondas ascienden en la superficie hasta un punto llamado epicentro, llamado ondas superficiales. Y la distancia entre el epicentro y el observador de un acelerómetro o sismógrafo se llama distancia epicentro (Figura 1).

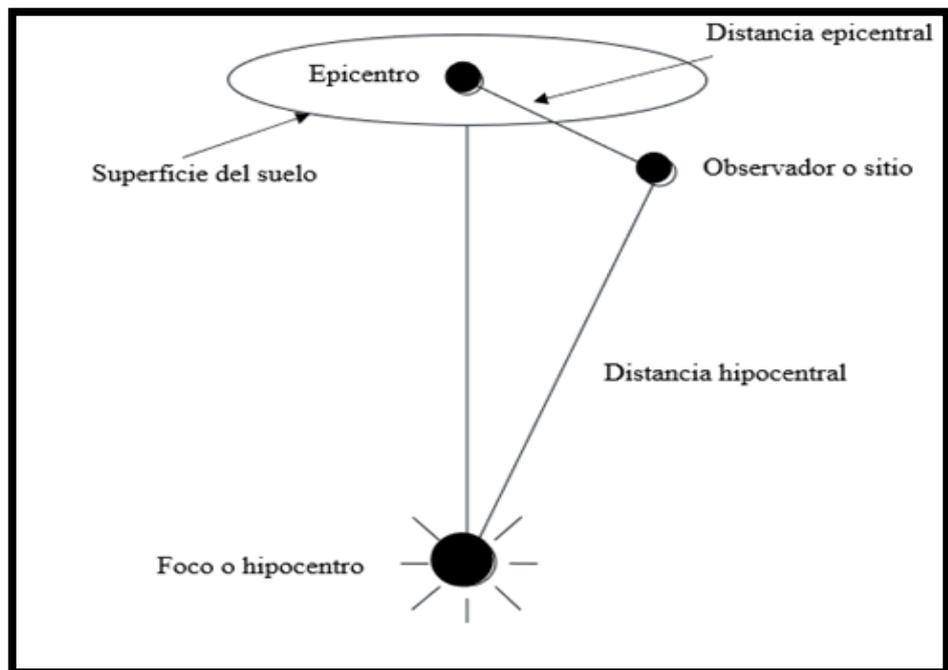


Figura 1: Descripción de la ubicación de un terremoto. Extraído “Geotechnical Earthquake Engineering”, of the University of Washington, por Kramer, S. L. (1996).

A.2. TIPOS DE ONDAS SISMICAS

Como afirma Kramer (1996) en el siguiente parrafo:

Cuando ocurre un terremoto, diferentes tipos de ondas sísmicas se producen: ondas de cuerpo y ondas de superficie. Las ondas de cuerpo pueden viajar a través del interior de la tierra, son divididas en dos grupos: ondas primarias (P) y ondas secundarias (S). Las ondas superficiales más importantes son las ondas Rayleigh (R) y las ondas Love (L), estas resultan de la interacción entre las ondas de cuerpo y las capas superficiales de la tierra. Ellas viajan a lo largo de la superficie de la tierra con amplitudes que decrecen exponencialmente con la profundidad. Debido a la naturaleza de las interacciones necesarias para producirlas, las ondas de superficie son más prominentes a distancias más alejadas de la fuente del terremoto. (p. 19)

❖ Ondas Primarias (P)

Las ondas primarias, las ondas P, también conocidas como ondas de compresión u ondas longitudinales, hacen que los materiales por los que pasan se compriman y se adelgacen. Son análogas a las ondas sonoras. El movimiento de la partícula a través de la cual se propaga la onda P es paralelo a la dirección de propagación. Al igual que las ondas sonoras, las ondas P pueden propagarse a través de sólidos y líquidos. (Kramer, 1996, p. 19)

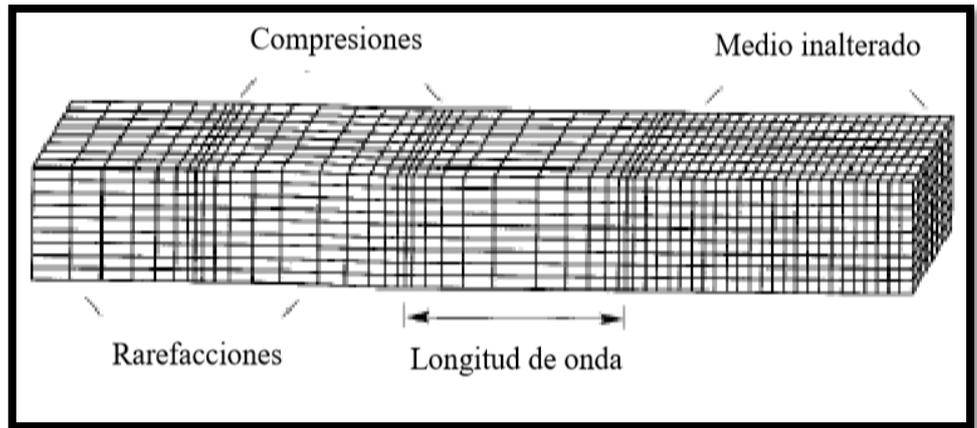


Figura 2: Deformaciones producidas por una onda P. Extraído “Geotechnical Earthquake Engineering”, of the University of Washington, por Kramer, S. L. (1996).

❖ Ondas Secundarias (S)

Para Kramer (1996), afirma en su libro que las ondas secundarias se propagan a través de la roca. Este tipo de onda es una onda transversal y el material rocoso en su camino sube y baja o se mueve transversalmente perpendicular a la dirección de propagación de la onda S.

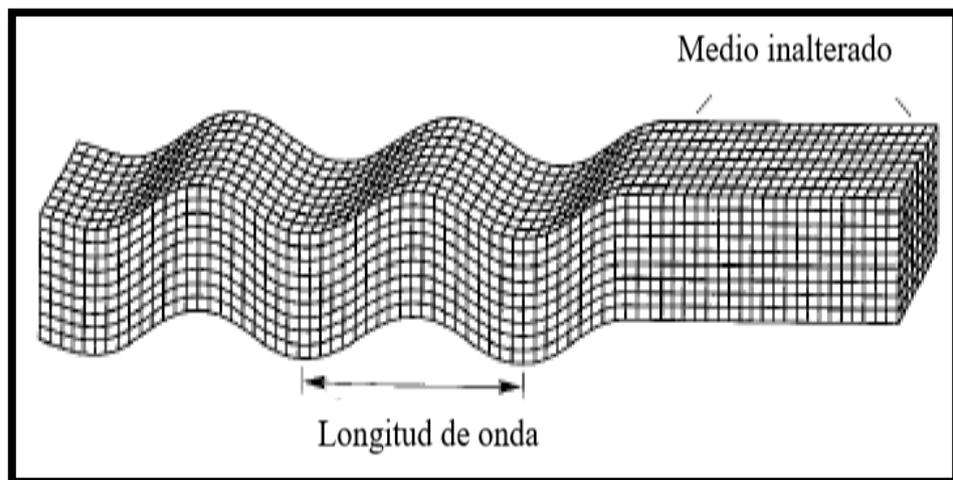


Figura 3: Deformaciones producidas por una onda SV. Extraído “Geotechnical Earthquake Engineering”, of the University of Washington, por Kramer, S. L. (1996).

La velocidad a la que viajan las ondas de cuerpo varía de acuerdo con la rigidez de los materiales por los que viajan.

“Las ondas P viajan más rápido que otras ondas sísmicas y por lo tanto son las primeras en llegar a un sitio en particular” (Kramer, 1996, p. 20).

❖ Ondas Rayleigh (R)

Para Kramer (1996) afirma en su libro que las ondas Rayleigh implican movimientos verticales y horizontales de las partículas. Como ejemplo cuando se arroja una roca al estanque de agua se producen olas de agua.

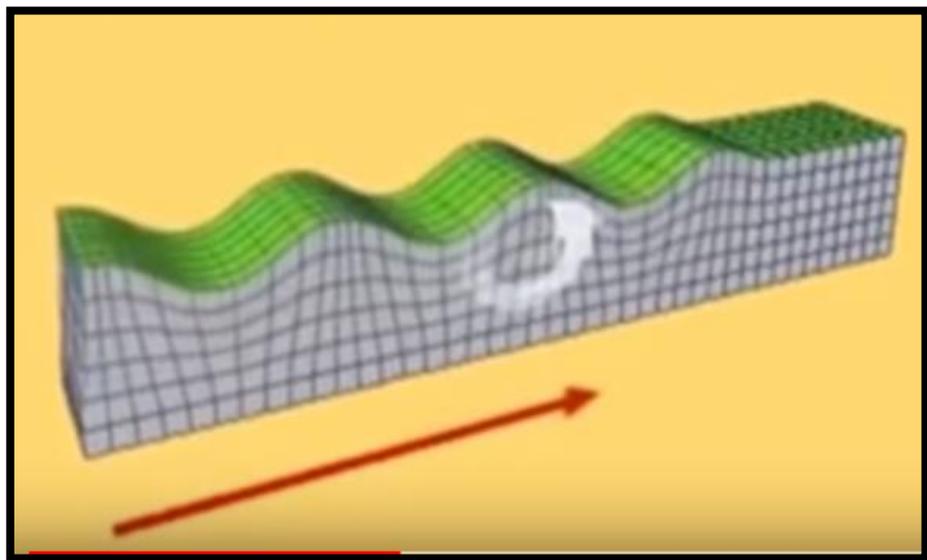


Figura 4: Deformaciones producidas por una onda R Extraído “Geotechnical Earthquake Engineering”, of the University of Washington, por Kramer, S. L. (1996).

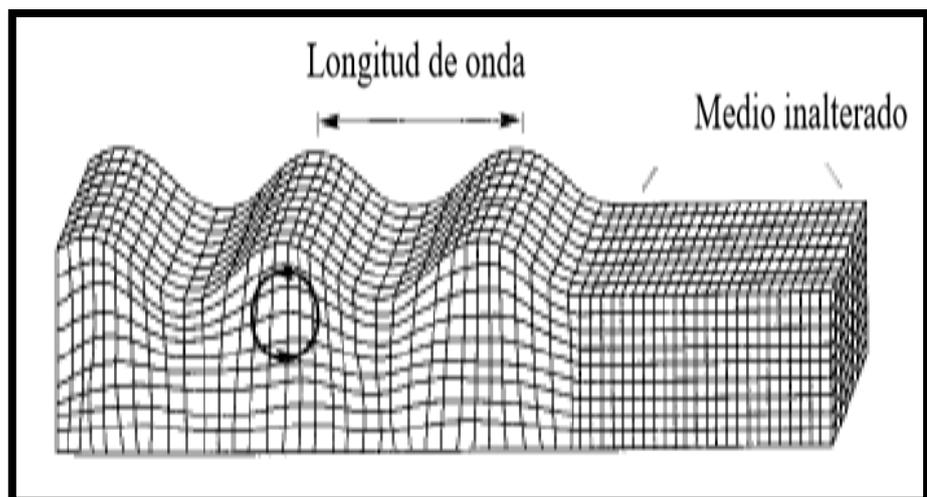


Figura 5: Deformaciones producidas por una onda R. Extraído “Geotechnical Earthquak Engineering”, of the University of Washington, por Kramer, S. L. (1996).

❖ Ondas Love (L)

Según Kramer (1996, p. 20) menciona que : “Las ondas love, L, son otro tipo de ondas superficiales, resultan de la interacción de las ondas SH con una capa superficial, asimismo, no tienen componente vertical del movimiento de la partícula”.

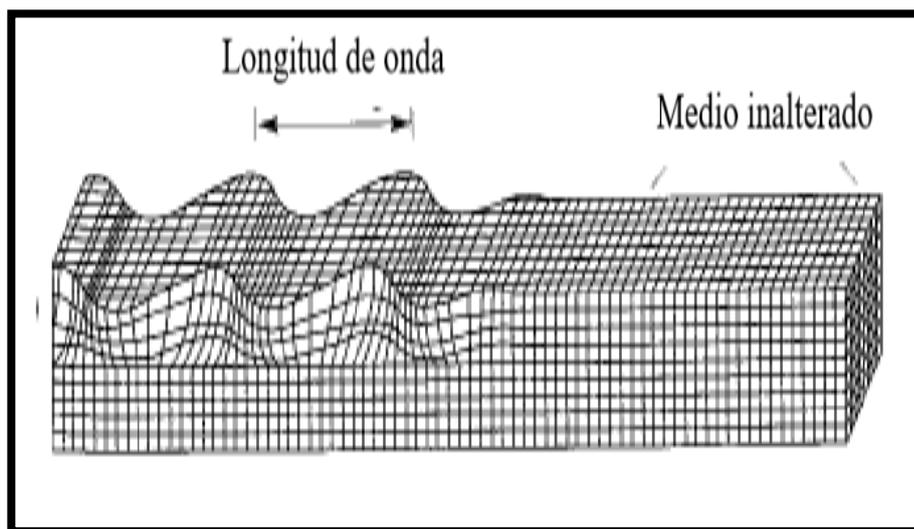


Figura 6: Deformaciones producidas por una onda L. Extraído “Geotechnical Earthquake Engineering”, of the University of Washington, por Kramer, S. L. (1996).

A.3. MEDICION DE LOS SISMOS

❖ Magnitud Local (ML) o Escala Sismológica de Richter

Según Clemente (2010) da mención a:

La magnitud local hace referencia a una escala conocida como escala de Richter, que se aplica a distancias inferiores a 500 km, aunque originalmente se tabuló para distancias de 100 km. Se utiliza como referencia la escala de Richter llamada "magnitud cero", que corresponde a la amplitud máxima de la traza sísmica registrada en el tambor de un sismógrafo de torsión horizontal Wood Anderson (WA)

con un período de oscilación de 0, segundos, una magnificación de 2800 y una posición de una distancia de 100 km. Es la amplitud máxima es igual a un micrómetro y corresponde a la magnitud de un terremoto. En estas condiciones, la magnitud en la escala de Richter se define como: (p. 15)

$$ML = \text{Log } A (\Delta) - \text{Log } A_0 (\Delta)$$

Donde:

A: Representa la amplitud máxima en el registro del sismo para el cual se desea calcular su magnitud.

A0: Es la amplitud del sismo de magnitud cero.

Δ : Es la distancia epicentral.

Es una medida de la cantidad de energía liberada durante un sismo, se basa en el registro sismográfico.

El instrumento que se usa para medir la magnitud de un sismo se denomina sismógrafo y se indica en dicha magnitud con números arábigos.

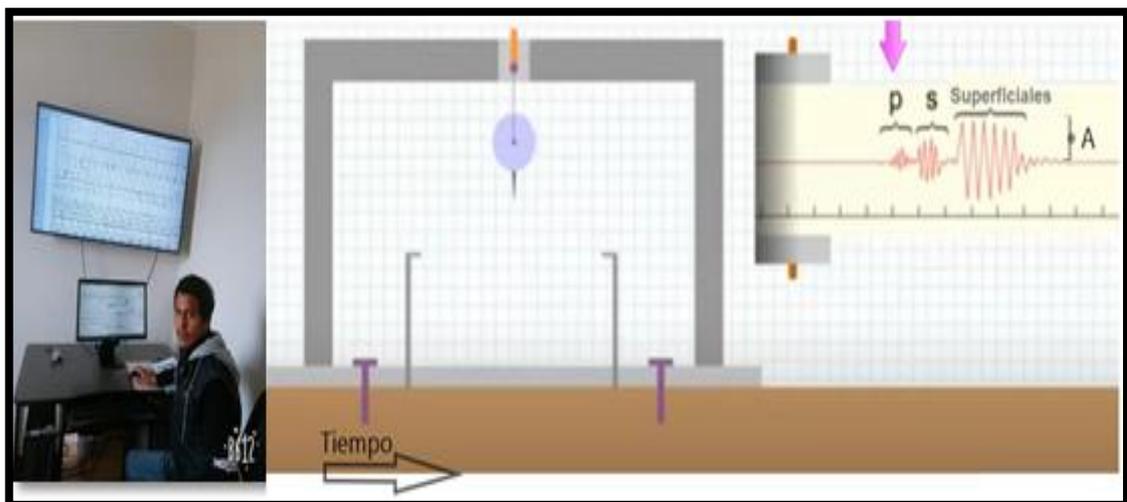


Figura 7: Sismograma del Instituto Geofísico del Perú (IGP). Fuente: Observatorio de Huancayo – Huayao.

Como se puede ver (Figura 7), que viene hacer el registro en un sismograma, entonces como se puede observar las ondas P llegan antes que las ondas S; este rango de tiempo entre las dos ondas sísmicas es Δt . este valor y la amplitud máxima (A) de las ondas S, han permitido al científico Charles Francis Richter poder calcular la magnitud de un sismo y/o terremoto.

Entonces es así que nace la escala de Richter o como también es llamado actualmente magnitud local (ML), esta es una escala logarítmica que asigna un número para poder cuantificar la cantidad de energía liberada de un sismo.

La sismología mundial usa la escala de Richter para determinar las fuerzas de sismo de magnitudes entre 2.0 a 6.5 y de 0 a 400 km de profundidad.

Se considera incorrecto de decir que un sismo de una magnitud igual o superior de 6.6 es en la escala de Richter, pues los sismos con magnitudes superiores a 6.5 se miden desde 1978 con la escala sismología de magnitud momento.

- Tabla de magnitudes

Antes de ver las magnitudes y su efecto, debo mencionar el mayor terremoto ocurrido en Junín fue el 01 de noviembre de 1947 con una magnitud momento (M_w) de 7.5, lo cual hubo una gran liberación de energía, ya pasaron 72 años a la fecha y aun se espera este sismo ya estos sismos de gran magnitud son cíclicos.

A continuación, se describen los efectos típicos de los sismos de diversas magnitudes, estos valores de la tabla 1, son solo estimaciones y deben ser tomados con mucha precaución, debido a que la intensidad no solo depende de la magnitud que tiene el sismo, es decir depende muchos factores como: el tipo de suelo, la distancia epicentral, distancia focal, las mismas condiciones geológicas, entre otras posibles influencias que se pueda presentar.

Tabla 1: *Efectos Típicos De Los Sismos De Diversas Magnitudes.*

Magnitud (M_w =Mayores de 6,9 M_L =De 2,0 a 6,9)	Descripción	Efectos de un sismo
Menos de 2,0	Micro	Los microsismos no son apreciables.
2,0-2,9		Generalmente no son apreciables.
3,0-3,9	Menor	apreciables a menudo, pero rara vez provocan daños. Movimiento de objetos en las casas que genera ruido. Sismo significativo pero con daño poco probable.
4,0-4,9	Ligero	Puede causar daños mayores en construcciones débiles o mal construidas. En construcciones bien diseñadas los daños son leves.
5,0-5,9	Moderado	Pueden llegar a destruir áreas pobladas, en hasta unos 160 kilómetros a la redonda.
6,0-6,9	Fuerte	Puede causar serios daños en extensas zonas.
7,0-7,9	Mayor	Puede causar graves daños en zonas de varios cientos de kilómetros.
8,0-8,9	Cataclismo	Destrucción.
9,0-9,9		

Fuente: Wikipedia

Nota: Magnitud de los sismos y los efectos típicos que provoca. Extraído para el entendimiento más sencillo del lector, de cómo es el efecto de un sismo en la población según su magnitud, por ello no se desecha la información ya que no tiene nada de irracional. Así mismo en el “Catálogo general de isosistas para sismos peruano”, por Tavera et. al, 2014, p. 16; en su tabla esta que en Junín - Satipo en el año 1947 ocurre el más grande sismo de la historia con una magnitud momento de 7.5 ($M_w = 7.5$).

❖ Escala de Mercalli

Según el IGP (2000), menciona que: “La intensidad medida en la escala de Mercalli no se basa en los registros sismográficos, sino en el daño producido en las estructuras y en la sensación percibida por la gente y se expresa con números romanos”.

Tabla 2: *Escala De Intensidad Mercalli Modificada Abreviada, 1999.*

Grado	Descripción
I	No sentido.
II	Este grado es sentido por escasas personas que se encuentren en reposo, en especial en pisos superiores de una edificación.
III	Es sentido sensiblemente por personas de edificaciones de pisos superiores, pero pueden confundir con algún otro movimiento que no sea tal vez un sismo.
IV	Es sentido por muchos, se presentan algunas grietas en edificaciones antiguas, automóviles parados se balancean ligeramente, hay ciertos materiales de casa que caen al piso por el movimiento sísmico que se da.
V	Es sentido por una gran cantidad de personas, objetos que se caen producto del movimiento, grietas y posibles desprendimiento de edificaciones, carreteras.
VI	Es sentido por muchos, personas salen al exterior de sus viviendas, cosas que se vuelcan al interior de las casas, este movimiento sísmico puede considerarse como daño leve, dependerá ya de la energía liberada con la distancia epicentral.
VII	Es un movimiento ya sentido por toda la población lo cual salen de sus casas, edificaciones con grietas, fisuras y algunas de mal diseño pasan a derrumbarse, conductores en movimiento sienten y bajan de su vehículo.
VIII	Es un movimiento fuerte sentido por toda la población, grandes edificaciones ya tienden a fallar con desprendimiento, grietas, fisuras etc. Conductores entorpecidos por el movimiento sísmico fuerte lo cual salen de sus vehículos a ponerse a salvo.
IX	Movimiento fuerte sentido por toda la población, fallas en edificaciones, edificaciones se superan de su cimentación, grietas notorias, grietas ya notables en el suelo.
X	Movimiento fuerte sentido por toda la población, ya hay colapsos de servicios básicos, grietas en el suelo, edificaciones con fallas notorias, se expande el pánico total en la sociedad, gran cantidad de heridos y muertes de seres vivos.
XI	Movimiento muy fuerte sentido por toda la población, estructuras civiles fallan, puentes, carreteras, saneamiento, desprendimiento de laderas, pánicos total en toda la población gran cantidad de muertes, heridos.
XII	Destrucción total.

Fuente: Instituto Geofísico del Perú, citado por Rojas (2017, p.37).

Nota: la intensidad de Mercalli es medida en base a la percepción humana, daños estructurales observados y cambios en la naturaleza.

I	Muy debil
II	Debil
III	
IV	Moderado
V	Fuerte
VI	Bastante Fuerte
VII	Muy fuerte
VIII	
IX	Ruinoso
X	Desastroso
XI	Muy desastroso
XII	Destruccion total

Figura 8: Intensidad en la Escala de Mercalli. Extraído del “Instituto Geofísico del Perú”, 2018.

Tabla 3: *Tabla Comparativa De Escala De Intensidad vs. Escala De Magnitud.*

Escala de Intensidad Escala modificada de Mercalli		Escala de Magnitud Magnitud local o de Richter	
I	No sentido.	2.5	Nos es sentido en general, pero es registrado por sismógrafos.
II	Este grado es sentido por escasas personas.		
III	Es sentido sensiblemente por personas de edificaciones de pisos superiores.	3.5	Sentido por mucha gente.
IV	Es sentido por muchos, se presentan algunas grietas en edificaciones antiguas, automóviles parados se balancean ligeramente		
V	Es sentido por una gran cantidad de personas, objetos que se caen producto del movimiento, grietas y posibles desprendimiento de edificaciones, carreteras.		
VI	Sentido por todos; mucha gente sale corriendo de sus viviendas; los muebles se desplazan y daños menores se observa.	4.5	Puede causar daños menores en la localidad.
VII	Todos salen al exterior; se observan daños considerables en estructuras de pobre construcción. Daños menores en edificios bien construidos.		
VIII	Daños ligeros en estructuras de buen diseño; otro tipo de estructuras colapsan,	6.0	Sismo destructivo.
IX	Todos los edificios resultan con severos; muchas edificaciones son desplazadas de su cimentación ; grietas notorias en el suelo.		
X	Muchas estructuras son destruidas. El suelo resulta considerablemente fracturado.	7.0	Terremoto o sismo mayor.
XI	Casi todas las estructuras caen. Puentes destruidos. Grandes grietas en el suelo.	8.0	Grandes terremotos.
XII	Destrucción total.	o ma yor	

Fuente: Instituto Geofísico del Perú, para el IGP, citado por Rojas (2017, p.38).

La escala de Richter mide la fuerza de los terremotos de acuerdo a su magnitud, es decir, la cantidad de energía liberada durante el sismo. Esta medición que son las ondas sísmicas se registran en los sismógrafos, mientras que la escala de Mercalli da a conocer la intensidad en base a la percepción de los seres vivos.

A.4. PARAMETROS UTILIZADOS

❖ Magnitud Local

Richter (1935), menciona en su discurso que la magnitud es expresada numéricamente y este es estimada debido a la cantidad de energía que liberan los sismos con el fin de comparar con otros sismos.

❖ Distancia Hipocentral (R) y Epicentral (r)

Suponiendo que la tierra es esférica, la distancia entre dos puntos se mide a lo largo del gran círculo formado por esos puntos (Figura 9). Ya que conocemos las coordenadas geográficas Para eventos y temporadas, la distancia del epicentro se puede calcular usando la ley de los cosenos de triángulos esféricos diagonales descritos en la ecuación (1) y la ecuación (2). (Vidales , 2013 p. 26)

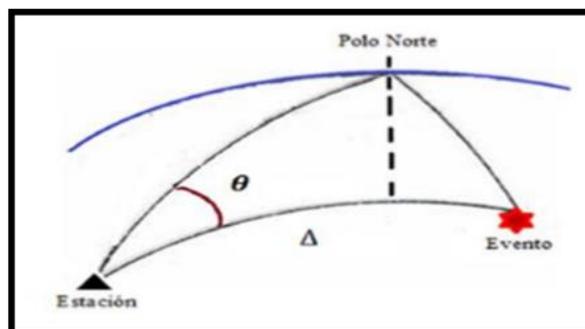


Figura 9: Parámetros sísmicos distancia epicentral (Δ o R). Extraído de “Estudio de atenuación sísmica en la región centro-sur del golfo de california”, por Vidales, 2013, p.26.

$$\checkmark \text{Cos}(\Delta) = \text{sen}(\text{lat1}) * \text{sen}(\text{lat2}) + \text{cos}(\text{lat1}) * \text{cos}(\text{lat2}) \times \text{cos}(\Delta\text{lon}) \dots$$

(1)

$$\checkmark \Delta = 6371 * \text{Acos}[\text{sen}(\text{lat1}) * \text{sen}(\text{lat2}) * \text{cos}(\Delta\text{lon}) + \text{cos}(\text{lat1}) * \text{cos}(\text{lat2})] \dots \dots \dots (2)$$

La primera fórmula es de Vidales (2013) y la segunda es la ecuación de Haversine y es utilizada para conocer la distancia entre dos puntos de una esfera si conoces la latitud y longitud de los dos puntos y el radio de la esfera, para este caso el radio será de la tierra (radio terrestre = 6371 km)

Donde Δ es la distancia epicentral, es el back- azimuth, lat1, lon1, lat2, lon2 y $\Delta\text{lon} = \text{lon1} - \text{lon2}$, son las coordenadas de la estación y del evento respectivamente.

Pero en este caso para obtener la distancia epicentral (R) o como otros autores lo denomina como el símbolo Δ , se tiene que conocer esta distancia. Si se requiere conocer la aceleración de que llega el sismo a grandes distancias se utiliza la distancia epicentral o hipocentral.

Sin embargo, se tuvo que buscar otro autor para obtener la distancia epicentral y comparar, entonces según la autora Gómez et al. (2005) que da mención a lo siguiente:

la distancia epicentral de la forma más fácil a usar es con la siguiente fórmula (3). Por ese motivo en este trabajo se utilizó como medida de la distancia a la fuente, es decir se tomará la distancia epicentral (R).

$$R = \sqrt{[(LAT\ est - LAT\ sis)^2 + (LONG\ est - LONG\ sis)^2] * 110} \dots (3)$$

donde Lat est es la latitud de la estación de registro, Long est es la longitud de la estación de registro, Lat sis es la latitud de la coordenada epicentral del sismo, Long sis es la longitud de la coordenada epicentral del sismo y 110 es aproximadamente un grado terrestre. (p. 4)

La localización de los 27 eventos usados en su tesis, muestra que ocurrieron a una profundidad menor que 10 km, al realizar los cálculos para obtener la distancia hipocentral, se encuentra que difiere por centésimas con respecto a las distancias epicentrales, por lo que será indistinto que distancia se use para realizar el análisis. (Vidales, 2013, p. 27)

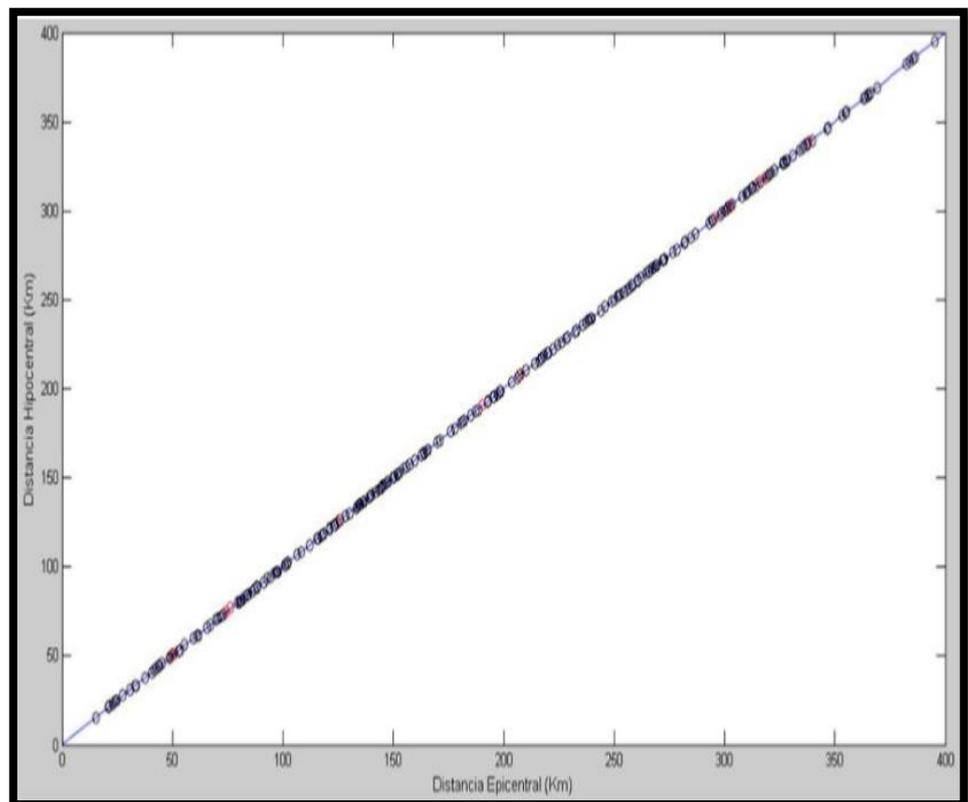


Figura 10: Relación entre las distancias epicentrales e hipocentrales. Extraído de “Estudio de atenuación sísmica en la región centro – sur del Golfo de California”, por C. Vidales, 2013, p. 27. Esquema la cual muestra una correlación casi perfecta de r vs R.

❖ Latitud y Longitud

Es tener las coordenadas de un punto específico. La latitud es la distancia con respecto a la línea ecuatorial y la longitud es con respecto al meridiano.

❖ Tipo de suelo

- Ensayo granulométrico NTP 339.128 (ASTM D422) y la clasificación de SUCS, con la NTP 339.134 (ASTM D2487).
- Se clasifican los suelos de las estaciones de registro de acuerdo a la categorización de la Norma Peruana de Diseño Sísmico de Edificios, la cual contempla 5 grupos de acuerdo al perfil del suelo (So, S1, S2, S3, S4).

A.5 FUENTES SISMOGENICAS EN PERU

La tectónica del Perú está relacionada principalmente con el proceso de subducción de la placa oceánica (placa de nazca) debajo de la continental (placa sudamericana); tal como se muestra en la figura 11. Las primeras de estas placas se desplazan hacia el Este con una velocidad aproximadamente de 8 cm/año (DeMets et al. 1990) y es causante del plegamiento del levantamiento del borde occidental de sudamericana dando origen a una superficie topográfica muy accidentada que alcanza alturas de 7000 metros sobre el nivel del mar. Esta estructura es conocida como la cordillera de los andes. (IGP, 2000)



Figura 11: Placa de Nazca con la placa sudamericana. Extraído del “Instituto Geofísico del Perú (IGP)”. Proceso de convergencia de las placas. F1 y F2 indican la dirección de desplazamiento de las placas.

Según el autor Contreras (2009) que menciona lo siguiente:

Según la teoría de la tectónica de placas, la superficie de la Tierra se divide en grandes placas rígidas (la litosfera) que se mueven sobre capas más plásticas y densas (la astenosfera) a temperaturas más altas. La litosfera se divide en actualmente consta de ocho losas grandes con dos docenas de losas más pequeñas. Las ocho placas principales son las placas africana, antártica, euroasiática, indoaustraliana, de Nazca, norteamericana, del Pacífico y sudamericana. La alta plasticidad de la astenosfera permite fragmentos de la litosfera o las placas tectónicas pueden moverse de 5 a 10 cm/año

e interactuar entre sí. Esta interacción es la causa principal de la actividad sísmica en la superficie terrestre. (pág. 4)

Según la tesis del autor Contreras (2009), los principales tipos de interacción entre los bordes de las placas tectónicas se clasifican de tres formas:

a) Divergentes: Esto corresponde a una separación relativamente paralela de las dos placas. Agregue a esto la formación de nuevo material de la corteza derivado de la astenosfera, creando una litosfera oceánica que se espesa y se enfría a medida que se mueven las placas.

b) Transcurrentes: Corresponde a un movimiento relativo paralelo entre dos placas o alternativamente a una transformación (dentro de la misma placa) como en peines activos. En este tipo de interacción no se produce ni la formación ni la destrucción de material cortical.

c) Convergentes:

- Colisión: Continente-Continente: Poco comunes, corresponden a menos del 10% de los bordes convergentes en la superficie de la Tierra.

- Subducción: Pueden corresponder a la subducción de una placa oceánica debajo de otra placa oceánica cuando se está subduciendo una placa más antigua (fría y densa), o la subducción de una placa oceánica debajo de una placa continental, en cuyo caso una placa oceánica más densa es subduciendo la placa a una placa continental (...). (pág. 4)

Toda la costa del continente sudamericano el proceso principal es de convergencia entre la placa de Nazca y la Sudamericana con una

velocidad aproximada de 10 cm/año, esto significa que la placa de Nazca esta por debajo de la placa sudamericana, lo que se llama la subducción de la placa de Nazca con la sudamericana. Véase la Figura 12, donde se muestra un esquema de este proceso.

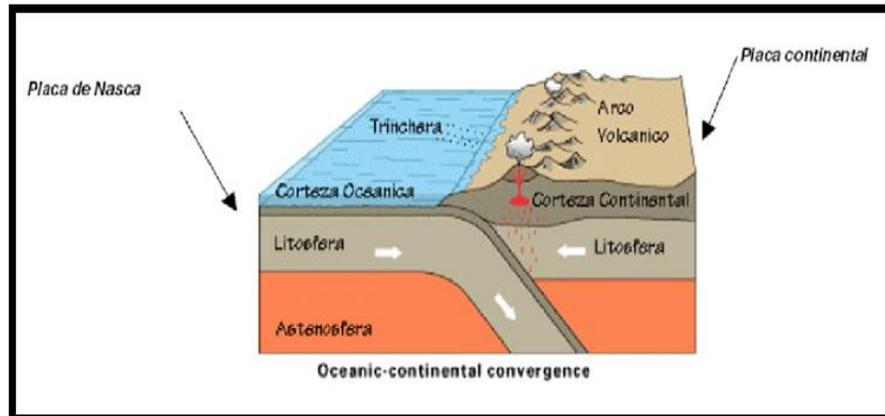


Figura 12: Esquema de la subducción sudamericana. Extraído de “Curvas de atenuación espectrales para sismos chilenos”, por V. Contreras, 2009, p. 5. Esquema de lo cual una placa subduce contra la otra de 5 a 10 cm/año.

Contreras (2009), menciona en su tesis que la placa tectónica del territorio nacional está afectada directamente por la subducción en todo lo largo de la costa del pacifico. Esta subducción de placas son de varios tipos lo cual depende de la profundidad, aquí se menciona lo siguientes tipos de carácter sub ductivo:

1. Superficial – Cortical: “Eventos ubicados en la Placa Continental, que se producen por lo general en la zona cordillerana a profundidades no mayores a 30 km” (Contreras, 2009, p. 5).
2. Ante-arco: “Eventos intraplaca oceánica, también conocidos como eventos “Outer-Rise”, de menor recurrencia, ocurren en la placa de Nazca en donde comienza a curvarse y a introducirse bajo la placa Sudamericana” (Contreras, 2009, p. 5).

3. Subducción Interplaca: Eventos que se asocian a la interacción interplaca, producto del contacto entre la Placa de Nazca con la Placa Sudamericana. La mayor parte de los grandes sismos en Chile son de este tipo, entre los más conocidos se encuentran: terremoto de Valparaíso de 1906 ($M_w=8.2$), Talca de 1928 ($M_w=7.6$), Valdivia de 1960 ($M_w=9.5$), La Ligua 1971 ($M_w=7.5$), Valparaíso 1985 ($M_w=7.9$), Antofagasta de 1995 ($M_w=8.0$) y Tocopilla 2007 ($M_w=7.7$).

4. Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia: Este ocurre al interior de la placa de nazca, lo cual es producido por el efecto de tracción sobre esta al soportar el peso de la porción de la placa continental sobre ella y a su propio peso. Esta zona se extiende desde el desacoplamiento de las placas, a una profundidad de 60 km aproximadamente, hasta profundidades no mayores a 250 km, ejemplos de estos sismos son los de Chillán 1939 ($M_s=7.8$), Santiago 1945 ($M_s=7.1$), La Ligua 1965 ($M_s=7.1$) y Punitaqui 1997 ($M_w=7.1$).

5. Subducción Intraplaca Profundo: Eventos que también ocurren al interior de la placa de Nazca, pero a una profundidad hipocentral mayor de 250 km.

En la Figura 13 se muestra un diagrama con los cinco mecanismos de falla típicos de los sismos chilenos, los cuales corresponden a la clasificación por sismogénesis utilizada en este trabajo, y los sismos que ocurren en Perú es debido a la subducción de la placa de Nazca. (Contreras, 2009, pág. 5)

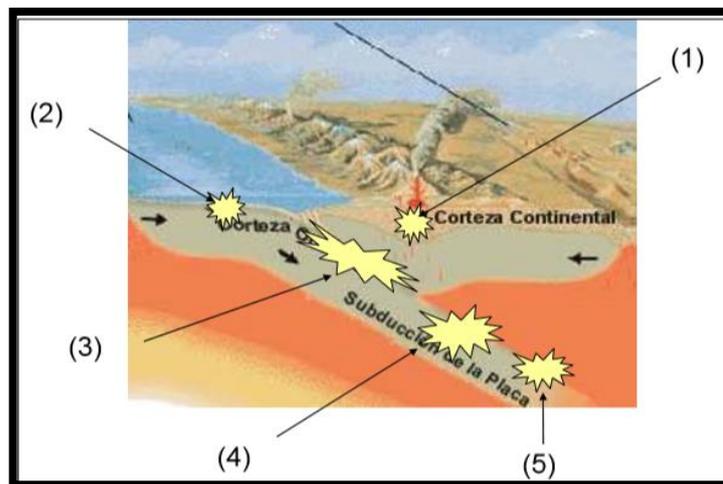


Figura 13: Mecanismos de Falla típicos en Perú. Extraído de “Curvas de atenuación espectrales para sismos chilenos”, por V. Contreras, 2009, p. 6.

A.6. SISMICIDAD EN JUNIN

Para Chávez (2011) citado por Rojas (2017, p. 48), sostiene que:

Al menos cinco fallas geológicas que han permanecido sísmicamente silenciosas durante más de cuarenta años amenazan al Valle del Mantaro, particularmente a la provincia de Huancayo. Señaló que una de las mayores fallas es la falla de Huaytapallana en Huancayo, que tiene unos 50 años de silencio sísmico luego de causar graves daños dos veces en Pariahuanca y Huancayo en 1969. Otra falla geológica es la Gran Pajonal en la provincia de Satipo, que provocó un movimiento sísmico de magnitud 7.5 en 1947, y en la actualidad se encuentra en periodo de retorno. Además de otras fallas como Ricrán (Jauja), Pampa (Huancavelica) y Yanahuanca (Pasco). “De producirse un movimiento sísmico de 8 grados en la escala de momento, los resultados serían devastadores, pues colapsarían las construcciones rústicas, por su antigüedad, incluso las viviendas de material noble que se

construyeron sin una dirección técnica y en lugares prohibidos, como pendientes o quebradas”, advirtió.

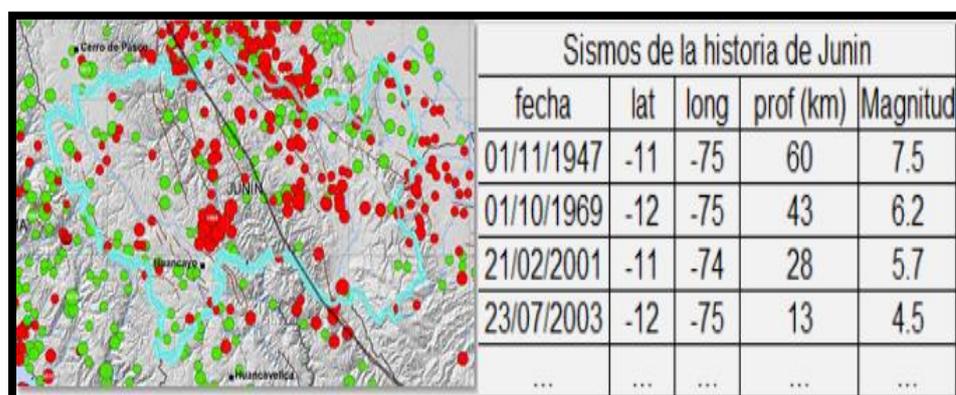


Figura 14: Mapa sísmico del Junín, periodo 1960 – 2021. Extraído de “Catálogo general de isosistas para sismos peruano”, por Tavera et. al, 2014, p. 16. y del “Instituto geofísico del Perú”.

Tabla 4: *Catálogo Sísmico De Junín.*

Fecha (dd/mm/aa)	Localidad	Magnitud	Intensidad Máxima	Fuente
01/11/1947	Junin	7.5	IX-X	Silgado (1948)
01/10/1969	Junin	6.2	VIII	Deza (1971)
21/02/2001	Junin	5.7	IV-V	Tavera, Agüero y Fernández (2014)
23/07/2003	Junin	4.5	IV	Tavera et. al (2014)
...
03-02-2010	Satipo- Junín	3.9	II	Rojas (2017)
17/02/2010	Oxapampa- Junín	3.7	II	Rojas (2017)
16/12/2010	Atalaya-Satipo- Junín	5.2	III	Rojas (2017)
31/03/2011	Jauja- Junín	4	II	Rojas (2017)
22/04/2011	La Merced- Junín	3.7	II	Rojas (2017)
11/10/2011	San Martín de Pangoa- Junín	4.9	III	Rojas (2017)
09/05/2012	Satipo- Junín	3.9	II	Rojas (2017)
30/06/2012	Satipo- Junín	4.2	II	Rojas (2017)
27/03/2013	Satipo- Junín	4.9	II	Rojas (2017)
20/08/2013	Canchamayo- Junín	4.2	II-III	Rojas (2017)
02/09/2013	Jauja-Junín	4.3	II	Rojas (2017)
05/09/2013	Jauja-Junín	4.2	II	Rojas (2017)
29/03/2014	Yauli- Junín	4.2	II	Rojas (2017)

14/04/2014	Huancayo-Junín	4.6	III	Rojas (2017)
18/04/2014	Junín- Junín	4.5	III	Rojas (2017)
01/09/2014	Junín- Junín	4.5	III	Rojas (2017)
04/11/2014	Huancayo- Junín	4.1	II	Rojas (2017)
05/06/2016	Satipo-Junin	4.7	II	Rojas (2017)
09/06/2016	Satipo-Junin	4.1	II	Rojas (2017)
15/08/2016	Tarma- Junín	3.9	II	Rojas (2017)
02/09/2016	La Merced- Junín	4	II	Rojas (2017)
17/09/2016	La Merced-Junín	4	II	Rojas (2017)
12/09/2016	Junín- Junín	4.2	III-IV	Rojas (2017)
20/12/2016	Tarma- Junín	3.6	II	Rojas (2017)
27/01/2016	Andamarca- Junín	4	II	Rojas (2017)
07/03/2017	Concepción- Junín	4.3	III	Rojas (2017)

Fuente: Los sismos son cíclicos y aun esta por volver a ocurrir lo de 1947 y del 1969. Adaptado de “Catálogo general de isosistas para sismos peruano”, por Tavera et. al, 2014, p. 16. y “Análisis del riesgo sísmico en las edificaciones informales en el sector 5 lado este de Chupaca”, por Y. Rojas, 2017, p. 49.

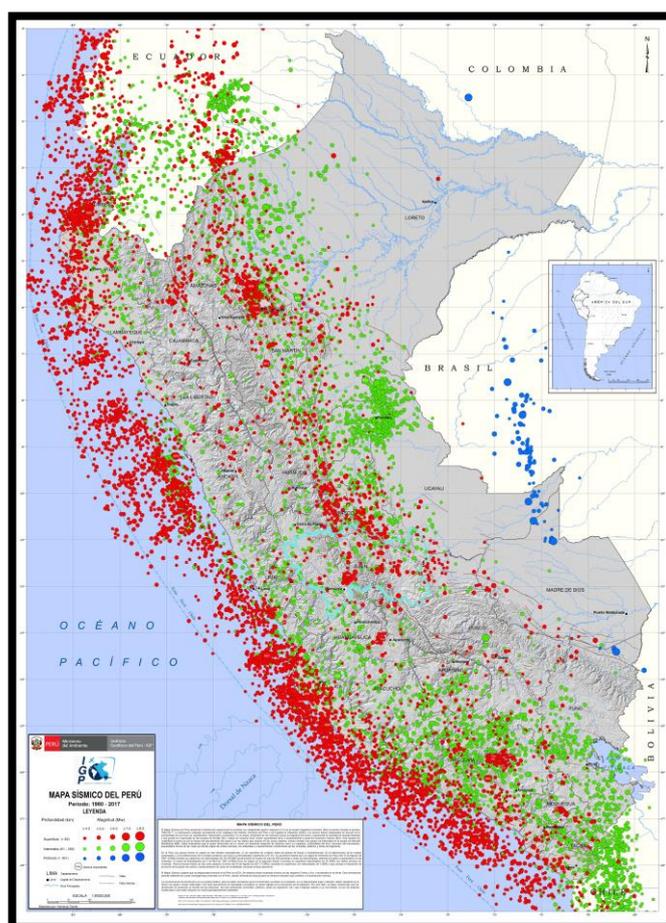


Figura 15: Mapa sísmico del Perú, periodo 1960 – 2021. Mapa respecto a la profundidad del sismo se tiene el de color rojo son sismos superficiales (< 60km), lo de color verde son sismos intermedios (61 – 300 km) y de color azul son sismos profundos (>301 km). Adaptado del “Instituto geofísico del Perú (IGP)”.

A.7. RED ACELEROGRAFICA DEL PERU

Chávez (2006), menciona en su tesis la existencia de instrumentos acelerograficos que se encuentran instalados en diferentes regiones del Perú, lo cual están en suelo; subsuelo y estructuras de gran importancia lo cual permite visualizar el comportamiento del suelo y estructuras en base a aceleraciones que son captados por la red de acelerógrafos y estos salen registrados en los instrumentos acelerograficos.

En el Perú, podemos identificar básicamente a dos instituciones nacionales que cuentan con una red acelerográfica; estos son el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Universidad Nacional de Ingeniería, y el Instituto Geofísico del Perú (IGP). (Chavez, 2006, p. 76)

Toda la información de las redes acelerograficas es demasiado importante ya que permite conocer el comportamiento del suelo en base a eventos sísmicos, es decir de tener aceleraciones máximas del suelo, y gracias a estos datos habrá un buen diseño sismo resistente para todas las construcciones (edificios, puentes, toda obra de infraestructura),

❖ Red Acelerografica del CISMID

Personalidad para Chavez (2006), “El Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), cuenta con una Red Acelerógrafica distribuidos en los departamentos de Lima, Arequipa, Moquegua y Tacna y la Provincia Constitucional del Callao” (p. 77).

Tabla 5: *Acelerógrafos que Componen La Red Acelerográfica del CISMID.*

Estación (Código)	Ubicación	LAT. °S	LONG °W	Elevación (m.s.n.m)	Condiciones locales del suelo
Jorge Alva Hurtado (CSM)	Universidad nacional de ingeniería (CISMID-UNI)	12.01327	77.05021	130	Grava gruesa densa a muy densa , poco profunda
Hidrografía (CAL)	Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú	12.06	77.15	36	Relleno granular sobre suelos finos estratificados
La Molina (MOL)	Casa del Dr. Javier Pique	12.10	76.89	145	Suelo arenosos sobre grava
ICA (ICA1)	Colegio de ingenieros del Perú – Filial Ica	14.18525	75.7299	407	Suelo arenoso
ICA (ICA2)	Lab. Mec. Suelos de Univ. Nac. San Luis Gonzaga de Ica	14.0887	75.7321	409	Suelo arenoso
UNAS (AQP1)	Campus de la Universidad Nacional San Agustín	16.40431	71.52429	2413	Deposito Aluvial
CHARACATO (AQP2)	Local del Instituto Geofísico de Characato.	16.466	71.4933	2499	Deposito piroclastico
VIZCARRA (MOQ1)	Centro recreativo CTAR	17.18676	70.92876	1461	Deposito aluvial (Grava Gruesa)
CHEN – CHEN MOQ2	Planta de tratamiento de agua potable Chen-Chen Moquegua	17.19550	70.92139	1562	Material gravoso con matriz arcilloso y limosa alternadamente
MOQ3	Gobierno Regional de Moquegua	17.19	70.92	1497	Material gravoso con matriz arcilloso y limosa alternadamente
BASADRE (TAC1)	Campus Universidad Nacional de Tacna	18.02461	70.24939	585	Deposito potente de grava aluvial
GIESECKE (TAC2)	Campus de la Universidad Privada de Tacna	18.00594	70.22609	672	Deposito potente de grava aluvial

Fuente: “Leyes de atenuación para aceleraciones espectrales en el Perú”, por J. Chávez, 2006, p. 78.

❖ Red Acelerografica del IGP

Según Chávez (2006), menciona que “El Instituto Geofísico del Perú - IGP, gracias a la colaboración de CERESIS, cuenta en la actualidad con una red de 15 estaciones acelerográficas digitales” (p. 80).

Estas redes que registran los movimientos de suelo no están a dominio público.

Tabla 6: *Acelerógrafos De Proyectos Y Cooperación Con CERESIS.*

Estación	Código nacional	Fecha instal	Lat. °S	Long °W	Elev msnm	observación
Tablachaca Tunel	TUN	04-94	12.464	74.781	2600	Represa Mantaro
Tablachaca presa	PRE	07-95	12.460	74.780	2550	Represa Mantaro
Camacho	CAM	10-96	12.075	76.969	274	IGP Lima
Jabonillo	JAB	11-99	12.378	74.736	3907	Campo Armiño
Camacho	CAM	03-00	12.075	76.969	274	IGP Lima
Catolica- Univ	UCA	04-00	12.074	77.080	87	Unv. Catolica Lima
Arequipa	AQP	06-01	16.376	71.545	2350	IGP Arequipa
Moquegua	MQU	06-01	17.183	70.917	1300	Museo Moquegua
Cusco	CUS	04-02	13.478	71.959	3858	Tambomachay
Estanque-1	ES1	05-02	12.033	76.795	279	Atarjea
Estanque-2	ES2	05-02	12.035	76.972	276	Atarjea
Ñaña	NNA	05-02	11.987	76.839	575	Tunel Ñaña
Huancayo	HUA	12-02	12.036	75.322	3330	Obs. Huancayo
La Molina	LMO	06-03	12.085	76.948	275	Univ Agraria Lima
Chiclayo	CHI	06-03	08.113	79.040	120	IGP Chiclayo

Fuente: “Leyes de atenuación para aceleraciones espectrales en el Perú”, por J. Chávez, 2006, p. 80.

En la actualidad existen 4 instituciones de red acelerográficas en el Perú, datos obtenidos de la red acelerografica del CIP y son:

Institución de acelerografo	Cantidad
✓ RED DE ACELERÓMETROS DEL IGP	42
✓ RED ACELEROGRÁFICA CISMID - FIC - UNI	18
✓ RED ACELEROGRÁFICA SENCICO	11
✓ RED ACELEROGRÁFICA CIP-UNI	15
Total	86

Y en la actualidad existen 4 redes acelerográficas que se encuentran en Junín y son:

Red acelerografica en Junín	Cantidad	Asiento
✓ CIP - Junín	1	Grava mal gradada
✓ POSGRADO FIC UNI (UNCP)	1	Grava
✓ SENCICO	1	-
✓ IGP	1	Sin información

No fue contando red acelerograficas de aquellas instituciones que puedan tener o algunas construcciones que por reglamento de la E – 030 deben tener, como en edificaciones con área techada igual o mayor a 10 000 m².

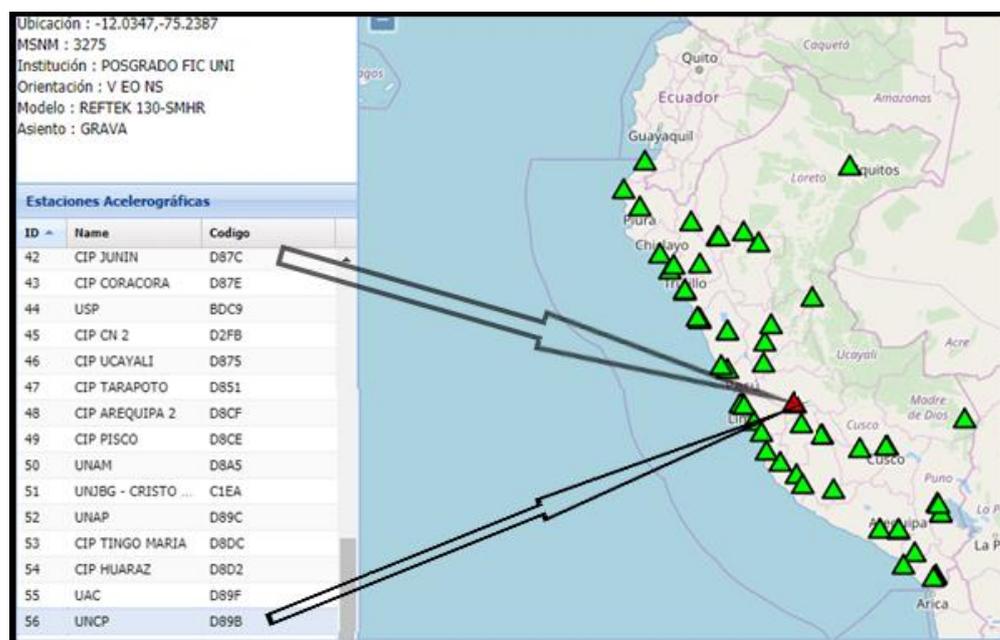


Figura 16: Distribución de las redes acelerograficas del CIP, extraído de: <http://www.red-acelerografica-peru.com/acelerografos/index>.

B. ACELERACIONES EN SUELOS INORGÁNICOS

Para Seed (1983), lo cual manifiesta un tema de gran interés como es la ingeniería sísmica, lo cual está sujeto a diferentes factores como es el lugar donde ocurre; magnitud del sismo; distancia epicentral y el tipo de suelo en lo cual estas ondas sísmicas se propagan a lo largo de la superficie terrestre e indicar el suelo tiene un comportamiento dinámico no lineal en base a esta propagación de ondas sísmicas.

Para Crespo (2004, p. 17), lo cual menciona “Como se ha podido constatar, por muchísimo tiempo y por muy diversas razones el hombre ha estudiado el suelo sobre el que vive, presentando variadas teorías y métodos en la solución de los problemas relativos al uso del mismo”.

Sin embargo, se puede asegurar que quien organizo conceptos y los hizo crecer hasta formar una nueva rama de la ingeniería civil fue el profesor y distinguido investigador Dr. Karl V. Terzaghi, que en cierta ocasión menciona: “Quien solo conoce la teoría de la mecánica de suelos y carece de experiencia práctica, puede ser un peligro público”. (Crespo, 2004, p. 17)

Crespo (2004) en su libro afirma que los suelos que provienen de la desintegración y alteración física y/o química de las rocas van a tener características muy diferentes. Y entonces el efecto que altera las rocas y se lleva a cabo por un medio físico se producirá un tipo de suelo con la misma composición de ellas. Sin embargo, cuando es efecto químico el proceso por medio del cual se produce el suelo, la constitución mineralógica de él es diferente a los que poseía la roca madre. Entre los agentes físicos que produce cambios en la roca figura el sol, el agua, el viento y los glaciares.

- El sol: actúa sobre las rocas lo cual calienta en su exterior más que su interior, esto hace provocar diferencia de expansión, lo cuales dan como resultado un rompimiento de la capa superficial y el desprendimiento de la misma. Este proceso se llama exfoliación y muy diferente para cada tipo de roca, también es diferente para cada localidad debido al clima, la altura entre otras características del lugar (...).
- El agua: También es elemento erosivo, al arrastrar los fragmentos angulosos de las rocas y provocar la fricción de unos con otros (...).
- El viento: también es elemento erosivo, cuando arrastra arenas, como el caso de los médanos y los loes (suelo eólico) (...).

Por lo tanto, los factores físicos son muy útiles en la formación del suelo, pero no pueden reducir los fragmentos de roca a tamaños individuales inferiores a 0,01 m. La degradación a dimensiones inferiores a 0,01 mm solo es posible en procesos químicos.

Además, podemos enumerar la oxidación, la carbonización y la hidratación como los factores químicos más importantes.

El efecto de los factores atmosféricos mencionados anteriormente es bien conocido en tecnología como meteorización y alteraciones que producen suelos inorgánicos. La erosión se refiere únicamente a los cambios superficiales que experimentan las rocas debido a la erosión, y las transformaciones son los cambios internos de las rocas que aparecen en forma de hidratar y promover la formación de nuevos minerales en el macizo rocoso preservando su individualidad e identidad geológica.

Entonces para Crespo (2004) la definición de suelo y su análisis por último es lo siguiente:

El suelo es por tanto una fina capa de material sobre la corteza terrestre, resultante de la descomposición y/o alteración física y/o química de la roca y los restos de los seres vivos que la habitan. Como puedes ver, la última parte de la definición nos dice que los restos de plantas y otras materias orgánicas, descompuestas por la acción de microorganismos para su propia alimentación, producen finas partículas de dimensiones coloidales, llamadas humus, como residuos que dejan detrás. en varios Piezas con partículas minerales, creando suelos orgánicos. (pp. 20, 21)

B.1 PRINCIPALES TIPOS DE SUELO

Crespo (2004), menciona que los suelos se dividen en dos grandes grupos: suelos inorgánicos (su formación se debe a la descomposición física y/o química de las rocas) y suelos orgánicos (que son principalmente de origen orgánico).

- Suelo inorganico: En estos suelos, el producto de la erosión de las rocas se queda donde se originó, creando suelo residual; o resulte en una transferencia de tierra, independientemente del medio de transporte.
- Suelo organico: estos suelos se forman casi siempre in situ. Muchas veces la cantidad de materia orgánica, ya sea en forma de humus o de materia no descompuesta, o en su estado de descomposición, es tan alta con relación a la cantidad de suelo inorgánico que las propiedades que pudieran derivar de la porción mineral quedan eliminadas.

A continuación, se mencionarán los suelos más comunes con los nombres utilizados por el ingeniero civil para su identificación.

- Gravas: con tamaño de grano entre 8-10 cm y 2mm, se caracterizan porque los granos observables directamente, no retienen el agua, y por su inactividad de su superficie y los grandes huecos existentes entre partículas.

- Arenas: con partículas comprendidas entre 2 y 0.060 mm, todavía son observables a simple vista, cuando se mezcla con el agua no se forman agregados continuos, sino que se separan con facilidad.

- Limos: con partículas comprendidas entre 0.060 y 0.002 mm, retienen el agua mejor que los granos más grandes y forma una pasta limo-agua.

- Arcillas: formado por partículas con tamaños inferiores a los limos (0.002mm), se trata de partículas tamaño gel y se necesita que haya habido transformaciones químicas para llegar a estos tamaños. Están formados por minerales silicatados unidos por enlaces covalentes débiles, pudiendo entrar las moléculas de agua entre las cadenas produciendo a veces aumento de volumen, todo ello hace que su capacidad de retención de agua sea muy grande.

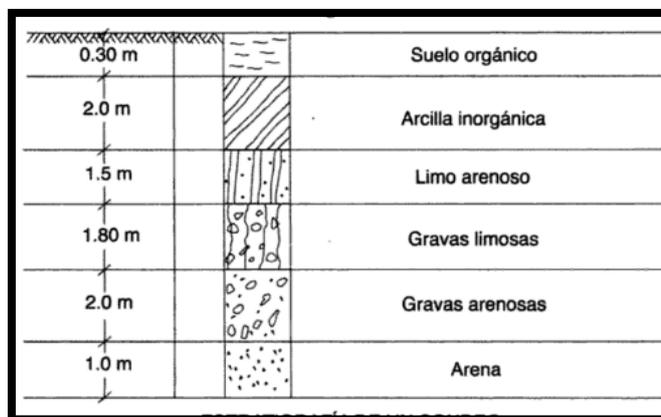


Figura 17: Estratigrafía de un sondeo. Extraído de Mecánica de suelos y Cimentaciones 5ta Edición, por C. Crespo, 2004, p. 27.

Menciono en el diario el correo el ingeniero Navarro (2017), explicó que “La Incontrastable ciudad de Huancayo tiene un suelo diversificado, sin embargo, El Tambo tiene las mejores condiciones”.



Figura 18: Tipo de suelo de Huancayo es diversificado. Extraída de la página siguiente “<https://diariocorreio.pe>”.

Las consecuencias de un sismo de gran magnitud no serán las mismas, debido a que el tipo de suelo influye bastante en los daños que pueda ocasionar el sismo. Es así que, no será lo mismo un suelo granular que un suelo blando, como tampoco son las construcciones que se apoyan sobre estos tipos de suelos, informó el ingeniero geólogo y docente de la Universidad Peruana Los Andes (Ing. Navarro) TIPO DE SUELO. Navarro Veliz, explicó que en Huancayo el tipo de suelo es diversificado, sin embargo, algunos sectores son más vulnerables a la ocurrencia de un terremoto, puesto que son suelos no compactos, medianamente compactos y bien compactos.

Por ejemplo, la zona norte de Huancayo, que vendría a ser donde se encuentra el distrito de El Tambo, es más seguro, puesto que el tipo de suelo es de caliche

(suelo firme), lo que da seguridad en las cimentaciones de 1.20 a 1.80 metros de profundidad. A diferencia de Huancayo y Chilca donde las profundidades varían.

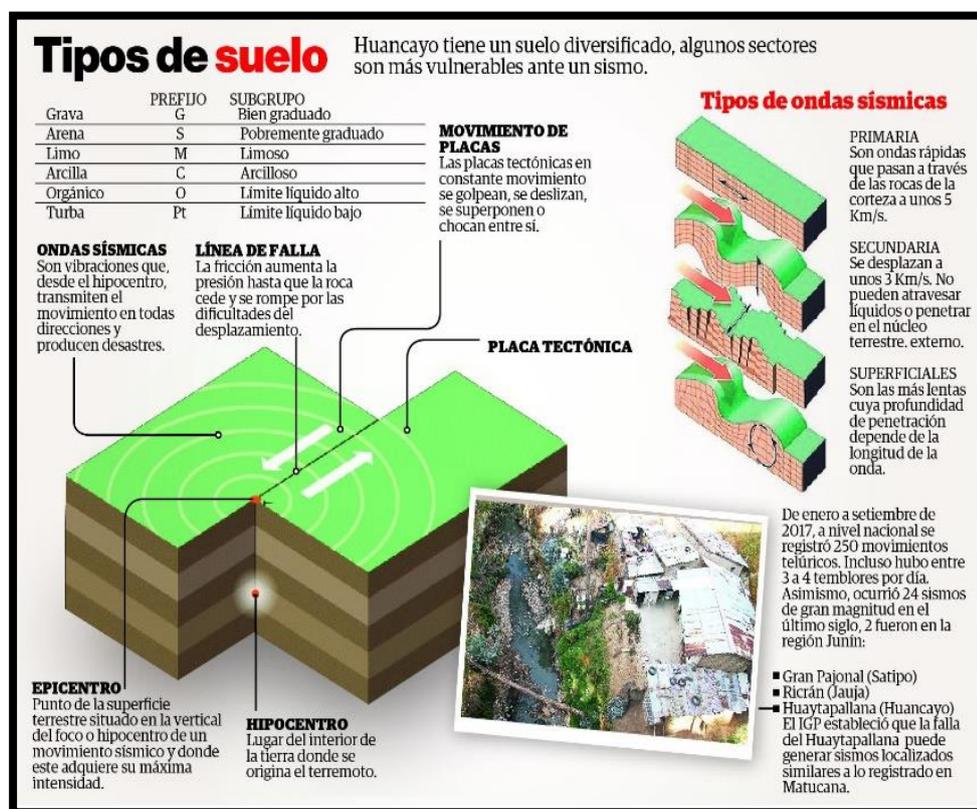


Figura 19: Tipos de suelo en Huancayo. Extraído de la página siguiente “<https://diariocorreo.pe>”.

Navarro Veliz, explicó que las zonas bajas de La Ribera, hay mayor riesgo porque poseen suelos débiles, al ser un suelo limo arcilloso. Las construcciones, no son las adecuadas. Al igual que en Palian, Torre, Pucará. En Chilca, hay suelo transportado y las condiciones geomorfológicas son diferentes.

Si el suelo es arcilloso, las viviendas no deberían de superar los dos pisos. “Debe existir una relación entre obra y terreno, sino, hay buen suelo, se acondiciona la cimentación”, determinó el geólogo.

El problema es mayor para las viviendas que están cerca de las cuencas del río Shullcas y río Mantaro. “Sucede otro fenómeno, la crecida de ríos que genera

erosión de suelo, que va debilitando la base. Un movimiento sísmico, debilitaría la infraestructura. Hay doble riesgo, deberían de respetar la distancia”, indicó.

¿Cómo saber si el suelo es seguro? El profesor de la UPLA dijo que se debe hacer un análisis de suelo; Si los resultados muestran el prefijo G es señal de seguridad, si es S entonces es medianamente resistente porque hay arena y la estructura crearía vacíos seguidos de filtraciones de agua, lo que haría que el edificio fuera inestable. En el grupo más peligroso, están los prefijos M y C, pues su capacidad portante es menor. “Es prioritario, que cuando las personas deseen comprar un departamento en un edificio de 10 pisos, soliciten el tipo de suelo”, resaltó.

Asimismo, es necesario contar con un estudio de zonificación, para así conocer las características del tipo de suelos y conocer la vulnerabilidad.

B.2 METODO DE EXPLORACION

Cuando inicia un proyecto de ingeniería civil, necesita conocer en primer lugar las características del área, en segundo lugar, el tipo de exploración y la técnica a utilizar y en tercer lugar el presupuesto disponible para dicha exploración. Se cuenta con métodos de exploración directa e indirecta, en esta investigación se usará la exploración directa.

❖ Método de Exploración Directa

Permite determinar las características geológicas y geotécnicas del sitio de estudio mediante la observación y el contacto con el suelo y las rocas del sitio, incluyendo la toma de las muestras pertinentes.

- Pozo a cielo abierto: Calicata

Este tipo de método exploratorio se practica con una excavación de 0.80m de ancho por 1.20 m de largo, o dimensiones suficientes para que el especialista pueda descender en ella, examinando los diferentes estratos que se presenta en su estado natural y poder muestrearlos. Con esta técnica de excavación se puede profundizar hasta 3 m.

La profundidad de las calicatas para carreteras, aeropuertos o zonas de estacionamiento deberá ser al menos 1.50 m por debajo del nivel de cota de la sub-rasante, pero por casos especiales del subsuelo deberán excavar por debajo de esta profundidad o disminuir esta profundidad.

Las excavaciones se pueden realizar con el uso de pico, lampa y barreta.

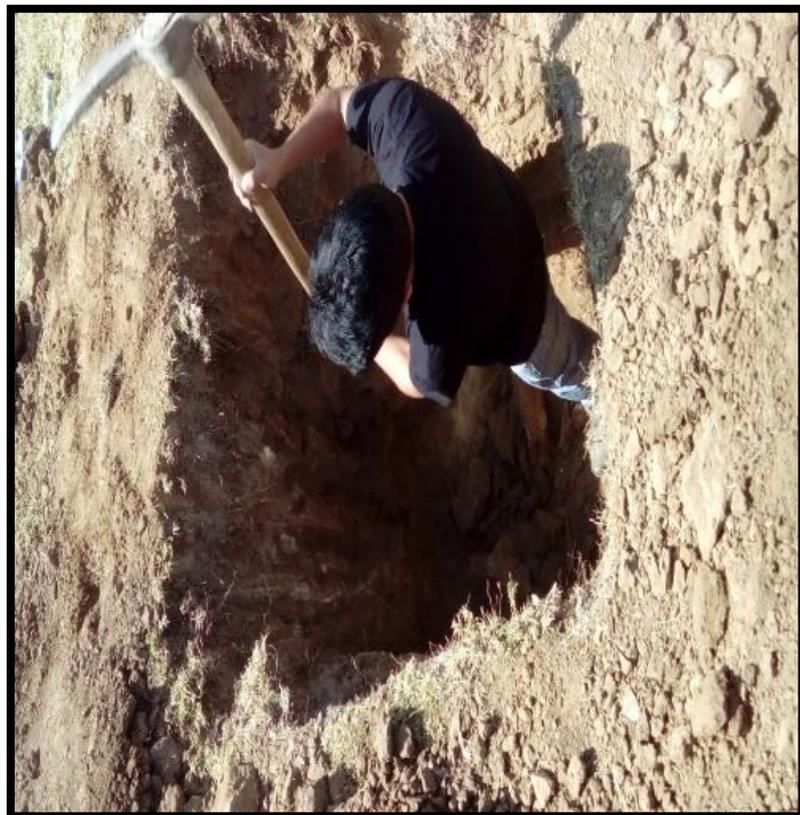


Figura 20: Excavación de la calicata a cielo abierto

Fuente: Elaboración propia, realización de las calicatas que se hizo en la zona de Umuto, 2022.

B.3. TOMA DE MUESTRA

Se considera los cuatro tipos de muestras que se indican en la Tabla 7, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

Tabla 7: *Tipos De Toma De Muestra.*

TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMA DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Bloques	Inalterada	Las propiedades físicas y mecánicas del suelo deben permanecer inalterables en su estado natural al momento del muestreo (aplica solo para suelos cohesivos, roca blanda o suelos finos suficientemente cementados para su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 (ASTM D1587) Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	La granularidad del suelo debe permanecer invariable en su estado natural en el momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones - RNE”, por E-050 (Suelo y cimentaciones), 2016, p. 406.

Nota: En el presente proyecto el tipo de muestra a obtener fue el Mab (Muestra alterada en bolsa de plástico), teniendo el estado de la muestra alterada para su respectiva granulometría.

B.4 ANALISIS POR CRIBADO O GRANULOMETRICO DEL SUELO

El análisis por cribado consiste en sacudir en sacudir la muestra de suelo a través de un conjunto de mallas que tienen abertura progresivamente más pequeña.

Los números de las mallas estándar con sus tamaños de abertura (usadas en Estados Unidos). primero el suelo se seca en horno, y luego todo el grumo se disgregan en partículas pequeñas antes de ser pasados por las mallas. La figura 21 muestra un conjunto de estas mallas para llevar a cabo la prueba en el laboratorio.

Al final del periodo de vibración se determina la masa de suelo soportada en cada rejilla. Cuando se prueban suelos cohesivos, es difícil descomponer los terrones en partículas individuales. La tierra se mezcla con agua el lodo que luego se lava a través de tamices.

Las porciones retenidas en cada malla se recolectan por separado y se secan en horno antes de que la masa retenida en cada malla sea determinada. (DAS BRAJA, 2013)

Los resultados del análisis por cribado se expresan generalmente como porcentaje del peso total de suelo que ha pasado por las diferentes mallas.



Figura 21: Juego de tamices para el ensayo granulométrico.

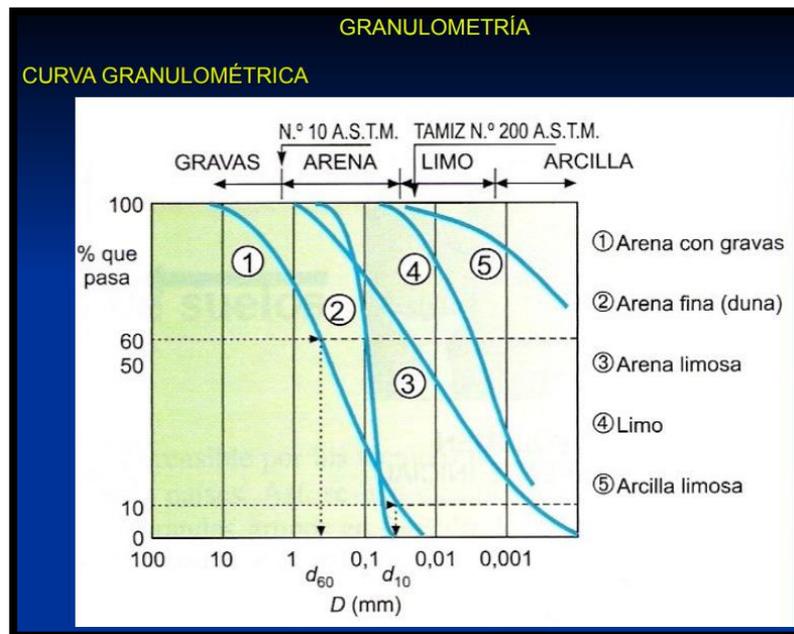


Figura 22: Curva granulométrica.

Fuente: Unidad IV – Identificación y Clasificación de suelos, por D. Bosch, 2006, p. 8.

B.5 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de

los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande. (Das, 2013)

Tabla 8: *Clasificación Modificada De Casagrande.*

Primera y/o segunda letra		Segunda letra	
Símbolo	Definición	Letra	Definición
G	grava	P	Pobremente graduado (tamaño de partícula uniforme)
S	arena	W	Bien graduado (tamaños de partícula diversos)
M	limo	H	Alta plasticidad
C	arcilla	L	Baja plasticidad
O	orgánico		

Fuente: Braja Das - Principios de Ingeniería de Cimentaciones (2013).

Si el suelo tiene entre un 5-12% de finos, pasantes del tamiz #200 se considera que ambas distribuciones de granos tienen un efecto significativo para las propiedades ingenieriles del material. Estaríamos hablando por ejemplo de gravas bien graduadas, pero con limos. En esos casos se recomienda usar doble notación, por ejemplo: GW-GM correspondiente a "grava bien graduada" y "grava con limo"

Si el suelo tiene más del 15% del peso retenido por el tamiz #4 ($R_{\#4} > 15\%$), hay una cantidad significativa de grava, y al sufijo "con grava" se le puede añadir el nombre del grupo, pero el símbolo del grupo no cambia. Por ejemplo, SP-SM con grava se refiere a "Arena pobremente graduada con limo y grava".

Tabla 9: *Clasificación De Tipo De Suelo.*

Divisiones mayores		Símbolo del grupo	Nombre del grupo		
Suelos granulares gruesos más del 50% retenido en el tamiz n°200 (0.075 mm)	Grava > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz n°4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	GW grava bien graduada, grava fina a gruesa		
			GP grava pobremente graduada		
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GM grava limosa		
			GC grava arcillosa		
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n°4	Arena limpia		SW Arena bien graduada, arena fina a gruesa.	
				SP Arena pobremente graduada	
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200		SM Arena limosa	
				SC Arena arcillosa	
		Limos y arcillas límite líquido < 50	inorgánico		ML limo
					CL arcilla
orgánico	OL Limo orgánico, arcilla orgánica				

	inorgánico	MH	limo de alta plasticidad, limo elástico
Limos y arcillas límite líquido ≥ 50		CH	Arcilla de alta plasticidad
	orgánico	OH	Arcilla orgánica, Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos		Pt	turba

Fuente: Principios de Ingeniería de Cimentaciones Braja Das, (2013).

B.6 PROPIEDADES DINÁMICAS DE LOS SUELOS

Para Seed et al (1983), lo cual indica en la ingeniería sísmica un problema de interés es el lugar sísmico para los diseños de estructuras. Pero sin embargo estos dependen de varios factores como la magnitud del sismo, distancia epicentral, características del suelo en lo cual estas ondas se propagan a lo largo de la superficie terrestre.

Para realizar el análisis de una estructura durante un sismo es necesario hacer la caracterización del subsuelo, por consiguiente, se deben tomar en cuenta las propiedades que más influyen en la propagación de onda (rigidez y amortiguamiento), debido a que los suelos tienen un comportamiento no lineal asociados a la deformación angular generados durante un sismo. A deformaciones pequeñas ($\gamma = 10^{-4} \%$) la respuesta de los suelos arcillosos es lineal por lo que se estima que el amortiguamiento es pequeño y el módulo de rigidez permanece constante, a este valor del módulo de rigidez se le conoce como módulo de rigidez al esfuerzo cortante máximo, G_{max} , aunque teóricamente no existe disipación de energía cuando el suelo tiene un

comportamiento lineal, se ha comprobado experimentalmente que incluso a niveles muy bajos de deformación algo de energía es disipada, por lo que la relación de amortiguamiento nunca es cero y mantiene un valor constante. A deformaciones ($\gamma > 10^{-2} \%$) el suelo comienza a disipar más energía por histéresis y el módulo de rigidez disminuye. (Seed et al., 1983)

B.7 MOVIMIENTOS FUERTES DEL SUELO

Chávez (2006) en su tesis da mención que a diario ocurren movimientos telúricos que una gran cantidad son de vibraciones débiles que ni los instrumentos pueden captar. Esta actividad sísmica es de gran importancia para los sismólogos lo cual cuantifican la liberación de energía en valor lo cual es llamado magnitud, sin embargo, para los ingenieros geotécnicos son de gran interés ya los fuertes movimientos lo cual se producen por sismos que afectan a construcciones y población.

Los sismólogos dan a conocer donde se da esta liberación de energía y lo cuantifican de acuerdo a la liberación de energía liberada, para estos utilizan redes como los sismógrafos y sismogramas.

El movimiento de la tierra causado por terremotos se puede describir mediante tres componentes de traslación y tres componentes de rotación. En la práctica, solo se consideran tres componentes del movimiento ortogonal, como se muestra a continuación:

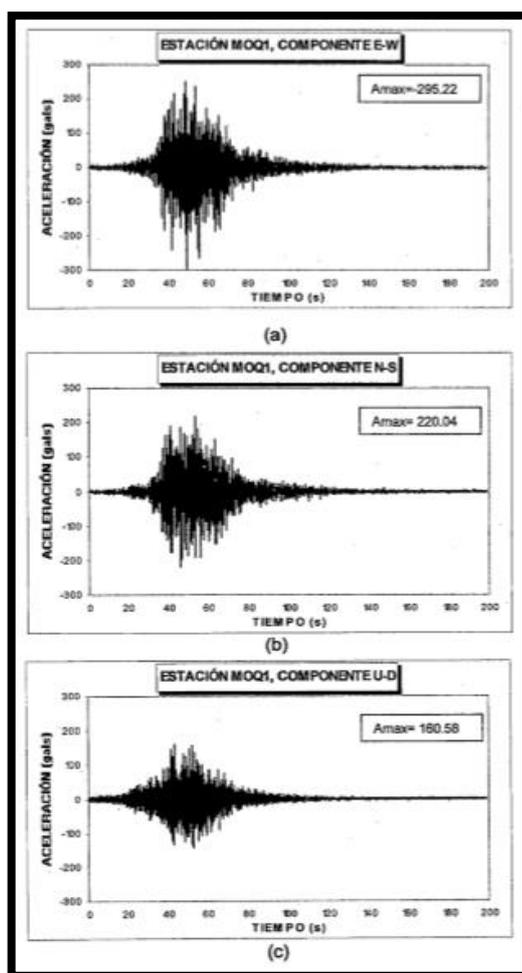


Figura 23: Tiempo e historia de la aceleraciones del sismo en sus componente. Aceleraciones registradas en el suelo debido a las ondas sísmicas. Adaptado de “Leyes de atenuación para aceleraciones espectrales en el Perú”, por J. Chávez, 2006, p. 12.

Para propósitos ingenieriles, son tres las características del movimiento del sismo que se requieren conocer: La amplitud, el contenido de frecuencia y la duración del movimiento.

- Duración

Para Chávez (2006) menciona que “Mientras que la longitud, o el área de la falla se incrementa, también se incrementa el tiempo requerido para la ruptura. Consecuentemente, la duración del movimiento fuerte aumenta con el incremento de la magnitud del sismo” (p. 39).

Chávez (2006), manifiesta que el acelerograma del sismo registra todas las aceleraciones desde que se produce un sismo hasta que este vuelva al nivel del ruido ambiental. Y para propósitos ingenieriles es de mayor importancia solo los movimientos fuertes de sismos. (p. 40)

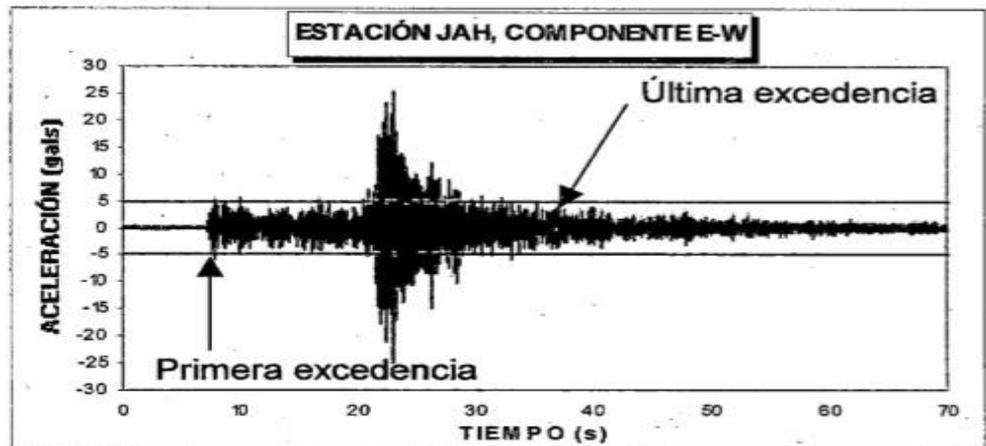


Figura 24: Aceleraciones obtenida de la estación acelerográfica J. Alva.

Nota: Determinación de la duración efectiva de la componente E-W del registro tiempo historia de aceleraciones. Adaptado de “Leyes de atenuación para aceleraciones espectrales en el Perú”, por J. Chávez, 2006, p. 40.

Según el autor Chavez (2006) menciona que:

La duración de un fuerte movimiento de tierra aumenta a medida que aumenta la magnitud del terremoto. Sin embargo, la forma en que la duración de un movimiento contundente varía con la distancia depende de cómo se defina la distancia. Dado que los valores de aceleración disminuyen con la distancia, la duración basada en el nivel absoluto de aceleración, al igual que la duración real, disminuye con la distancia; a cierta distancia, todas las aceleraciones caen por debajo del umbral de Krinitzsky (1997). confirmaron esto. (p. 41)

CAPITULO III

METODOLOGIA

El método general del informe fue el Método Científico. Según Ander (1984, p.56), “El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra “método” ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos”.

El método específico del informe fue el método analítico – sintético, porque se procederá a un análisis de todos los componentes de la propuesta tanto micro y macro.

Así mismo, el Método Científico es un instrumento que emplea el investigador para resolver diversos tipos de problemas que se plantean. Tamayo (1998, p.142) afirma: “Se define el método científico en función de los procedimientos o técnicas que se utilizan para resolver los problemas planteados. Uno de los objetivos básicos del método científico es llegar a la comprensión de los fenómenos o hechos que se estudian”.

3.1 TIPO DE ESTUDIO

A decir de Sierra (2008, p.123) el tipo de estudio del presente informe fue Aplicado.

Fue aplicado en razón que se utilizó conocimientos de ingeniería civil a fin de ser aplicados en obras civiles así dar la seguridad de una obra en ejecución.

3.2 NIVEL DE ESTUDIO

Basados en los criterios y según el tipo de estudio y la estrategia del informe, el nivel de investigación fue Descriptivo - Explicativo, porque es un estudio en el cual describe y explica las causas de los hechos o fenómenos como son las técnicas ingenieriles para la construcción de obras civiles

Según Sánchez (2002) menciona que:

Desde el nivel Descriptivo, porque el estudio descriptivo nos permite describir las manifestaciones de las variables.

Según Hernández (2014) menciona que:

Desde el nivel Explicativo, porque los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables (pág. 95)

3.3 DISEÑO DE ESTUDIO

Para visualizar de manera práctica y concreta las respuestas a las preguntas de la investigación, además de cubrir los objetivos fijados se realizó un plan y/o estrategia para obtener la información que se desea, para ello se planteó un diseño No Experimental

En este informe se adoptó la siguiente clasificación No Experimental en la cual se divide de acuerdo con las clásicas categorías en: transversales y longitudinales. Entonces se adopta para este informe según su categoría el de Transversal. (Campbell y Stanley, 1966)

Entonces el diseño de la investigación fue no experimental de corte transversal ya que no hacemos experimentos. Además, se observa fenómenos tal como se da en su contexto natural, para posteriormente analizarlo y transversal porque se da la recolección de datos en un único momento. (Hernández, p. 126)

3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION Y ANALISIS DE DATOS

Según Fidias, “Se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.” La técnica utilizada para el informe es la Observación según su medio es Estructurada ya que ello requiere de instrumentos para recopilación de los hechos a observar, asimismo consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática cualquier hecho, fenómeno que se produce en la naturaleza o sociedad, en función de los objetivos del informe pre establecidos. “Un instrumento de recolección de dato es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. Para el presente proyecto se utilizará una hoja de cálculo para la realización de las aceleraciones en suelo inorgánico debido a las ondas sísmicas superficiales donde se recolecta todas las formulas y datos necesarios para su dimensionado.

a) Técnicas

En relación a la naturaleza del informe se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

- Observación: Se realizó la observación de las aceleraciones en suelos inorgánico debido a las ondas sísmicas superficiales producto de sismos con epicentro en la región Junín.

También se tuvo en cuenta el análisis documental, donde se considerará las fichas bibliográficas, de resumen, de párrafo, páginas web, tesis; que nos servirán para estructurar el marco teórico referencial y conceptual del presente informe.

Asimismo, se tuvo presente las no documentadas como son los: certificados de los ensayos destructivos.

c) Instrumentos para la recolección de datos

Instrumentos: Ficha de observación, Hoja de cálculo, Ficha de trabajo, mapas, dispositivos mecánicos, certificados de los ensayos destructivos y las fichas de organización, sistematización e interpretación de datos obtenidos en los ensayos, que figura en la tabla 11 correspondiente.

Revisión bibliográfica:

- Tesis realizadas con anterioridad.
- Revistas
- Páginas web y otras fuentes relacionadas al tema.

Tabla 10: *Técnicas E Instrumentos De Investigación.*

TÉCNICA	INSTRUMENTO	DATOS QUE SE OBSERVARON
Observación	• Ficha de Observación	Se realizó la observación de las aceleraciones en suelos inorgánico debido a las ondas sísmicas superficiales producto de los sismos con epicentro en la región Junín.
Ensayos	• Certificado de Ensayos destructivos	Con la aplicación de estos instrumentos nos permitieron: analizar y evaluar mediante la exploración de ensayos destructivos, requerimiento de las propiedades mecánicas del material empleado, los cuales evidencian el tipo de suelo del lugar sea suelos granulares, cohesivos, firmes, sueltos entre otros, en el distrito de El Tambo – Umuto.
Evaluación	• Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos.	Al analizar los certificados de los ensayos destructivos es necesario organizar y tabular los datos obtenidos con el fin de realizar su evaluación técnica y su procesamiento e interpretación.

Fuente: Elaboración propia.

d) Procesamiento de la información

Para la elaboración y procesamiento de los datos se empleará:

- **Microsoft Excel:** Para exportar cuadros y datos estadísticos de los resultados y datos obtenidos de los ensayos destructivos.
- **Microsoft Word:** Para la elaboración de la parte descriptiva de las Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos.
- **AutoCAD:** Para la localización, delimitación, puntos de investigación y área de influencia del proyecto.

- **Paint 3D:** Para las imágenes de sismos ocurridos en la región Junín.

- **Google Maps:** Para obtener el área total de la zona de Umuto y/o el área de la zona de calicatas.

- **Global Mapper 16 (64-bit):** Para el plano de catastro de la zona y la ubicación de las calicatas.

e) Análisis de datos

Hernández (2003), nos dice que se debe decidir qué tipo de análisis de los datos se llevará a cabo: cuantitativo, cualitativo o mixto. Entonces el proyecto es de Análisis cuantitativo ya que se seleccionará las pruebas estadísticas apropiadas para analizar los datos. Para el análisis de estos datos se usará el método Inductivo - deductivo ya que estudia los fenómenos o problemas desde las partes hacia el todo, es decir, analiza los elementos del todo para llegar a un concepto o ley y deductivo porque estudia el fenómeno o problema desde el todo hacia las partes, es decir, analiza el concepto o ley para llegar a los elementos de ese todo. Los documentos oficiales incluyen registros, archivos estadísticos, mapas, fotografías, páginas web, anuncios oficiales e institucionales, etc. Se clasifican en internos y externos. Son producidos por el instituto geofísico del Perú (IGP) y por el colegio de ingenieros del Perú (CIP).

En este informe los análisis de documentos son utilizados como estrategia de investigación con distintos propósitos como: apoyo de la ficha de trabajo, validar y contrastar la información obtenida, como, por ejemplo, en el caso del informe en el estudio de campo. Por motivos de confidencialidad de la información, no quedan

recogidos en el presente informe, pero se citan las unidades de significado que hacen referencia a estos instrumentos analizados.

Consideraciones sobre el acceso, los documentos disponibles y el tratamiento de su información. En primera instancia, se accedió al instituto geofísico del Perú (IGP), ubicado en Huayao - Huancayo y al colegio de ingenieros del Perú (CIP), ubicado en Huancayo. Así como se obtuvo que acceder a la página web de sismos ocurridos con epicentro en Junín.

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL INFORME

4.1 RESULTADOS

El análisis y evaluación de las aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales fue en Umuto, distrito de El Tambo y está basada en el registro de redes acelerograficas ubicadas en diferentes departamentos adyacentes a la región Junín, así como el tipo de suelo en que están ubicadas estas redes acelerograficas. Es así que la determinación de aceleraciones máximas del suelo fue mediante la aplicación de las leyes de atenuación respecto al tipo de suelo que presentó el lugar de Umuto, determinada por el ensayo destructivo que consistió en la exploración de calicatas a cielo abierto y el ensayo granulométrico.

Para la zona de Umuto, se recopiló información sobre estudios previos de geotecnia y sismo obtenidos para el presente informe, a fin de que se consideró para proyectar los objetivos del presente estudio, además de que se complementó los resultados obtenidos.

Tabla 11: Datos Generales De La Zona A Estudiar.

Lugar	Umuto
Distrito	El Tambo
Provincia	Huancayo
Departamento	Junín
Tipo de suelo	Granular
Tipo de terreno	Plano y semi ondulado

Fuente: Elaboración propia.

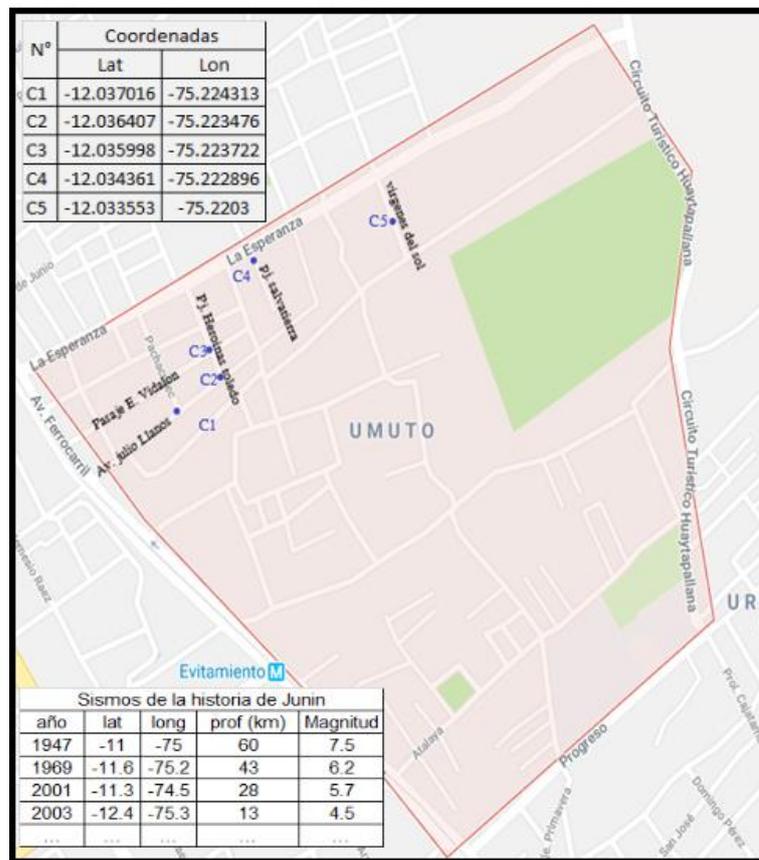


Figura 25: Esquema de localización del lugar de estudio.

Nota: Mapa de Umuto con el software Google Maps y la distribución de las calicatas realizadas por el muestreo no probabilístico por conveniencia. Adaptado de “Google Maps”, por el autor del presente informe, 2022.

La zona de Umuto se encuentra ubicada en la región Junín; por lo tanto, ha sido, es y será afectada en el tiempo por sismos de variada magnitud que pueden o no causar daños en superficie, como aún se espera el sismo del año de 1947 y el de 1969 con

magnitudes de 7.5 y 6.2 respectivamente, que fueron trágicos en la historia de la región Junín. De allí la importancia de conocer las características de la actividad sísmica de la zona. Entonces al conocer las aceleraciones en suelo inorgánico debido a las ondas sísmicas superficiales ayudara a modificar los parámetros sísmicos de diseño de las edificaciones es así que se podrá hacer una edificación más resistente.

4.1.1 Geotecnia

Según Tavera (2015) “los estudios geotécnicos tienen por finalidad analizar y cuantificar las características físicas de los suelos, siendo su comportamiento relevante al momento de utilizarlo como elemento de medida para el soporte de una estructura determinada (cimentaciones)”. (pág. 65)

Para el estudio de los suelos en la zona de Umuto se recolecto información según las siguientes técnicas:

4.1.2 Ensayo destructivo

- Calicatas - Norma ASTM D420

El ensayo destructivo consistió en la exploración de 5 calicatas a cielo abierto, con profundidad máxima de 1.70 m y la mínima de 1.50 m, así poder hacer su extracción del material para la realización del ensayo granulométrico NTP 339.128 (ASTM D422) y así se evaluó el tipo de suelo y su respectiva clasificación según el método para la clasificación de suelo con propósitos ingenieriles fue el SUCS, con la NTP 339.134 (ASTM D2487), en el distrito de El Tambo – Umuto.



Figura 26: Excavación de las calicatas para el presente proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

- Ensayo Granulométrico

a) Referencia

ASTM D-422, AASHTO T88, J.E. Bowles (Experimento N° 5), MTC E 107-2000

b) Objetivo

- La determinación cuantitativa de la distribución del tamaño de partículas de suelo.

- Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).

c) Aparatos

- Juego de tamices ASTM
- Balanza. Con sensibilidad de 0.1 g para pesar material.

- Cepillo y brocha, para el limpiado de las mallas de los tamices.
- Horno o estufa para el secado del material.
- Taras
- Cuarteador

d) Análisis granulométrico por tamizado - ASTM D422

En base a la información geotécnica recopilada de las calicatas (C1, C2, C3, C4, C5), y los resultados obtenidos de los ensayos granulométricos, se realiza la clasificación de suelos SUCS para la zona de Umuto. Se ha identificado la existencia de 2 tipos de suelos cuyas características se describen a continuación: véase también la Tabla 12.

- Suelos tipo GP: Estos suelos están conformados por gravas arenosas mal graduadas, además su permeabilidad es de media a alta y por ellos se les consideran como suelos compactos. Los materiales granulares sobrepasan el 62.91%; las arenas no superan el 30% y los finos no superan el 6%.

Estas gravas ocupan el 62.91 % de los suelos de la zona de Umuto. Han sido identificados en la mayor parte de la zona.

- Suelo tipo GP-GM: Los suelos están conformados por grava mal gradadas con presencia de limo y arena (calicata 5).

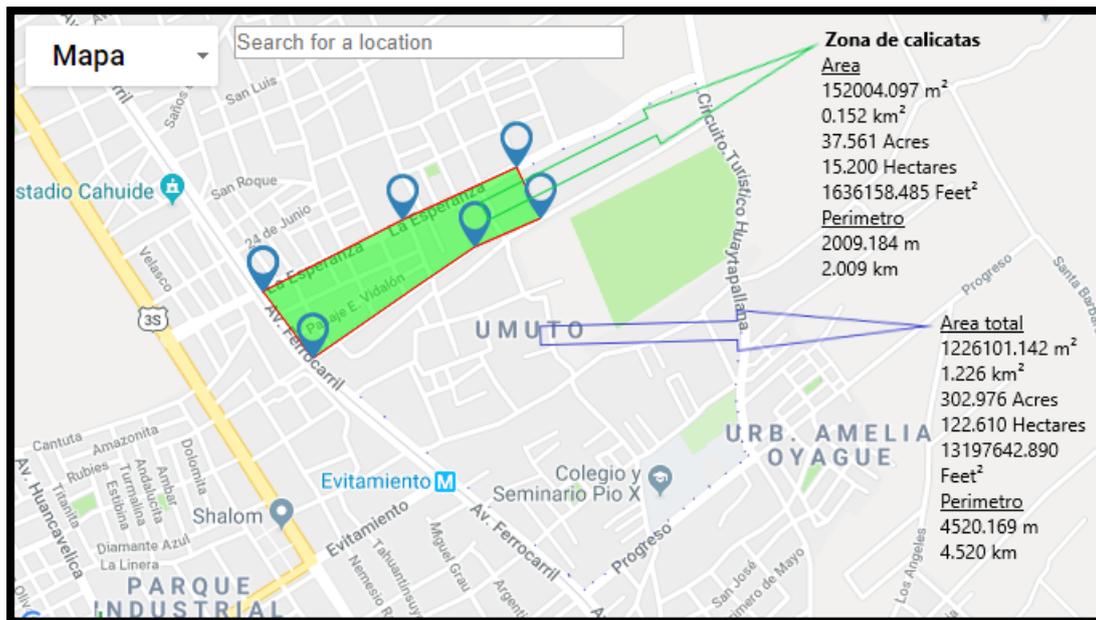


Figura 27: Mapa de la zona de estudio y realización de calicatas. Adaptado del “Software de Google Maps”, por el autor del presente informe, 2022.

Tabla 12: Tabla General De Clasificación De Suelos SUCS - AASHTO

ITEM	CALICATA	PROFUNDIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA	CLASIFICACION		NOMBRE DEL GRUPO
				SUCS	AASHTO	
1	C-1	1.60 m	1.60 m	GP	A-1-a	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
2	C-2	1.65 m	1.65 m	GP	A-1-a	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
3	C-3	1.50 m	1.50 m	GP	A-1-a	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
4	C-4	1.55 m	1.55 m	GP	A-1-a	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
5	C-5	1.70 m	1.70 m	GP - GM	A-1-a	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA

Fuente: Laboratorio INGEOTEC.

- ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LA CALICATA N° 1

CALICATA : C-1 - Entre A.V. Julio llanos y Pachacutec

MUESTRA N°: 1

PROFUNDIDAD: 1.60 m

Tabla 13: Análisis Granulométrico De La Calicata Número 1.

Tamiz	Abertura(mm)	%QP
3"	75	100
2 1/2"	63.5	100
2"	50.8	100
1 1/2"	38.1	90.02
1"	25.4	75.65
3/4"	19.05	68.73
1/2"	12.7	56.99
3/8"	9.5	50.87
1/4"	6.3	42.62
N° 4	4.76	38.24
10	2	21.12
20	0.85	13.12
40	0.425	7.87
60	0.25	6.62
140	0.106	5.37
200	0.075	4.98

CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
4.96%	32.13%	62.91%

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
%LIMITE LIQUIDO	N.P
%LIMITE PLASTICO	N.P
%INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

SUCS :	GP
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
AASHTO:	A-1-a

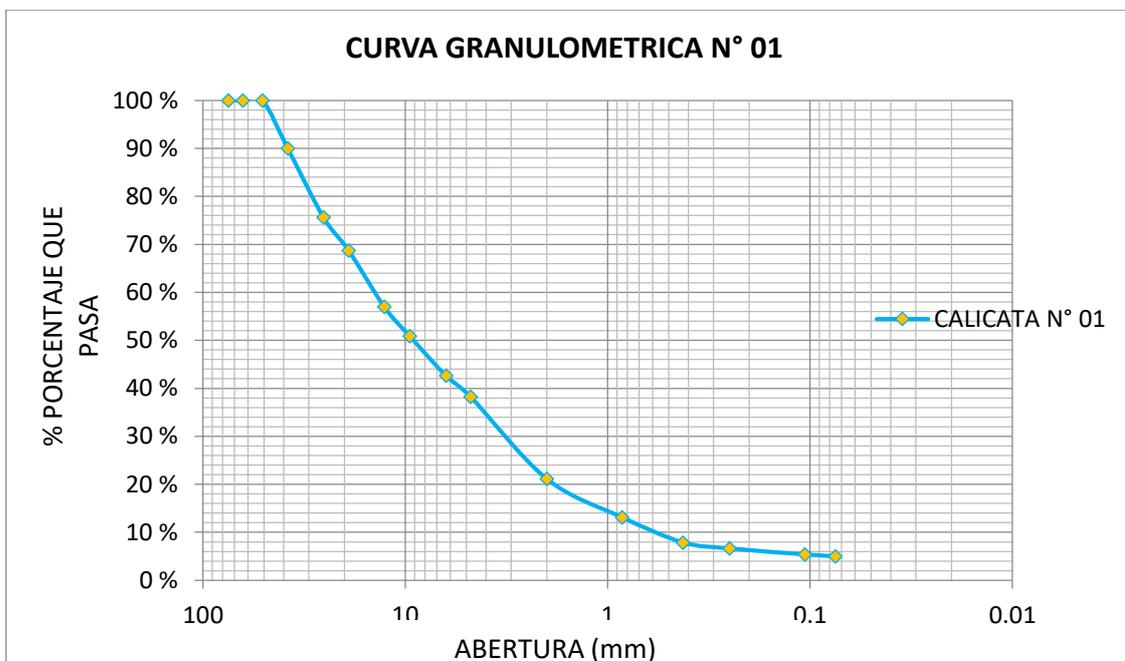


Gráfico 1: Curva granulométría de la calicata número 1. Laboratorio INGEOTECH.

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA N° 2

CALICATA : C-2 Entre A.V Julio llanos y P.J. Heroínas de Toledo

MUESTRA N°: 2

PROFUNDIDAD: 1.65 m

Tabla 14: Análisis Granulométrico De La Calicata Número 2.

Tamiz	Abertura(mm)	%QP
3"	75	100
2 1/2"	63.5	100
2"	50.8	94.91
1 1/2"	38.1	86.99
1"	25.4	68.37
3/4"	19.05	57.50
1/2"	12.7	48.39
3/8"	9.5	42.60
1/4"	6.3	36.50
N° 4	4.76	32.28
10	2	22.28
20	0.85	13.04
40	0.425	9.97
60	0.25	5.64
140	0.106	4.17
200	0.075	3.49

CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
3.71%	29.88%	66.41%

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
%LIMITE LIQUIDO	N.P
%LIMITE PLASTICO	N.P
%INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

SUCS :	GP
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
AASHTO:	A-1-a

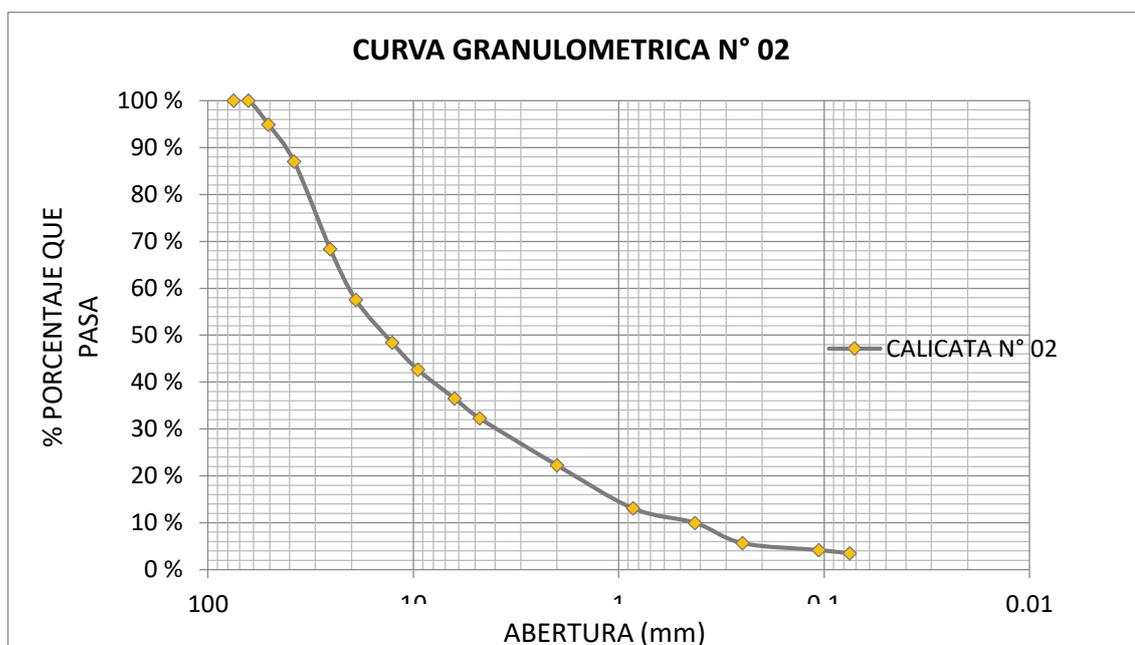


Gráfico 2: Curva granulométría de la calicata número 2. Laboratorio INGEOTEC.

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA N° 3

CALICATA : C-3 Entre P.J. E. Vidalon y P.J. Heroínas de Toledo

MUESTRA N°: 3

PROFUNDIDAD: 1.50 m

Tabla 15: Análisis Granulométrico De La Calicata Número 3.

Tamiz	Abertura(mm)	%QP
3"	75	100
2 1/2"	63.5	100
2"	50.8	86.27
1 1/2"	38.1	71.26
1"	25.4	60.27
3/4"	19.05	52.39
1/2"	12.7	42.812
3/8"	9.5	37.842
1/4"	6.3	32.662
N° 4	4.76	29.68
10	2	22.95
20	0.85	12.49
40	0.425	9.75
60	0.25	3.97
140	0.106	3.39
200	0.075	3.05

CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
2.90%	21.66%	75.44%

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
%LIMITE LIQUIDO	N.P
%LIMITE PLASTICO	N.P
%INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

SUCS :	GP
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
AASHTO:	A-1-a

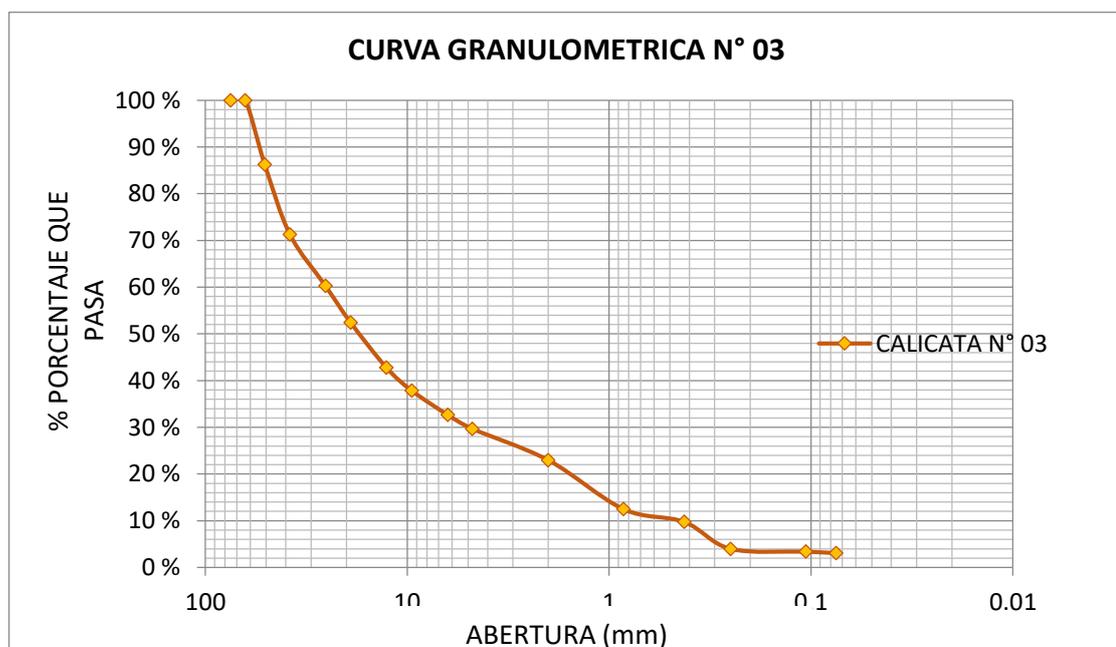


Gráfico 3: Curva granulométrica de la calicata número 3. Laboratorio INGEOTEC.

- ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LA CALICATA N° 4

CALICATA C-4 PJ. Salvatierra

MUESTRA N°: 4

PROFUNDIDAD: 1.55 m

Tabla 16: Análisis Granulométrico De La Calicata Número 4.

Tamiz	Abertura(mm)	%QP
3"	75	100
2 1/2"	63.5	100
2"	50.8	86.03
1 1/2"	38.1	70.8
1"	25.4	59.81
3/4"	19.05	52.09
1/2"	12.7	42.788
3/8"	9.5	37.818
1/4"	6.3	32.638
N° 4	4.76	29.44
10	2	22.49
20	0.85	12.03
40	0.425	9.45
60	0.25	3.67
140	0.106	3.09
200	0.075	2.75

CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
2.19%	25.48%	72.33%

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
%LIMITE LIQUIDO	22.75
%LIMITE PLASTICO	22.14
%INDICE DE PLASTICIDAD	0.62

SUCS :	GP
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
AASHTO:	A-1-a

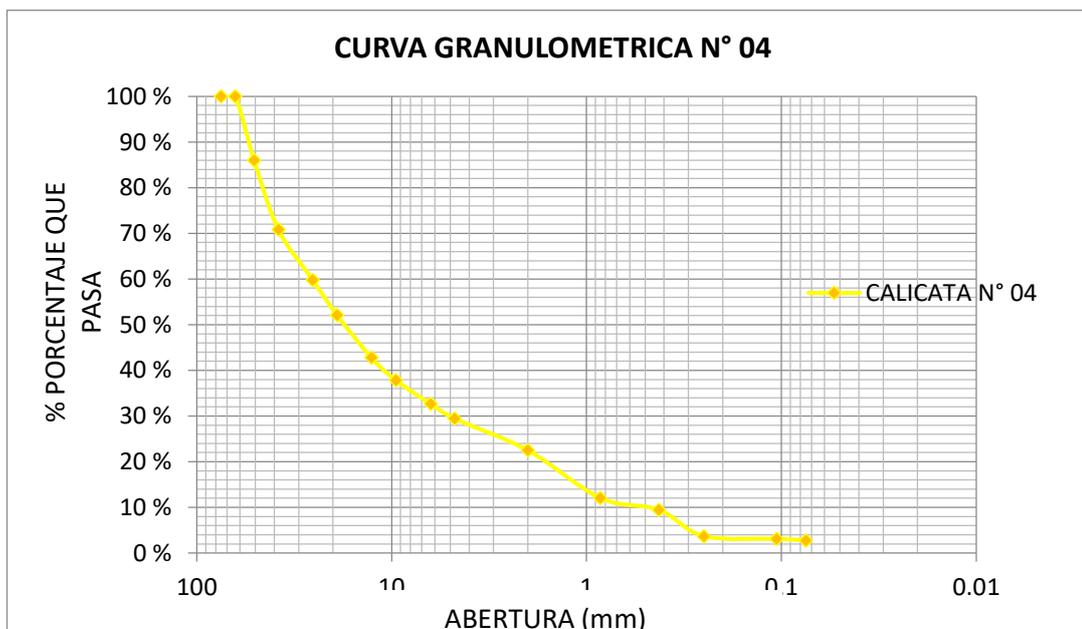


Grafico 4: Curva granulométría de la calicata número 4. Laboratorio INGEOTEC.

- ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LA CALICATA N° 5

CALICATA C-5 PJ. Vírgenes del sol

MUESTRA N°: 5

PROFUNDIDAD: 1.7 m

Tabla 17: Análisis Granulométrico De La Calicata Número 5.

Tamiz	Abertura(mm)	%QP
3"	75	100
2 1/2"	63.5	100
2"	50.8	100
1 1/2"	38.1	88.068
1"	25.4	70.758
3/4"	19.05	55.83
1/2"	12.7	47.8
3/8"	9.5	43.85
1/4"	6.3	40.288
N° 4	4.76	37.4
10	2	30.728
20	0.85	23.008
40	0.425	19.708
60	0.25	11.52
140	0.106	8.02
200	0.075	6.83

CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
5.98%	28.72%	65.30%

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
%LIMITE LIQUIDO	N.P
%LIMITE PLASTICO	N.P
%INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

SUCS :	GP-GM
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA
AASHTO:	A-1-a

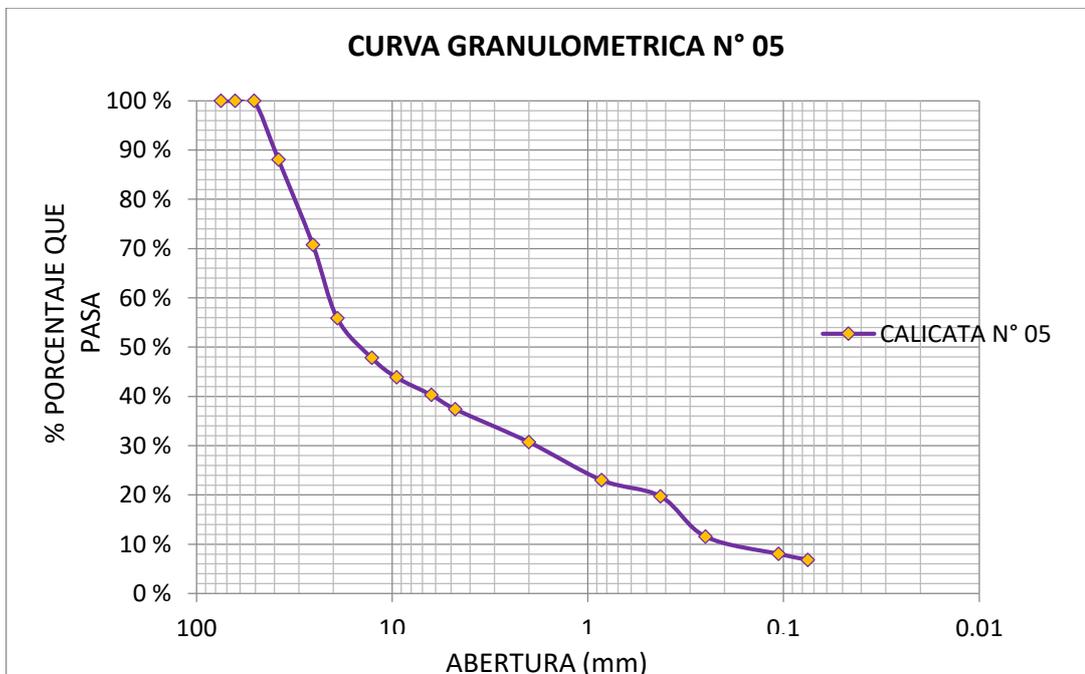


Gráfico 5: Curva granulométría de la calicata número 5. Laboratorio INGEOTEC.

4.1.3 Leyes de atenuación

En este informe fueron seleccionados las leyes de atenuación de acuerdo a la relación de la Magnitud y distancia epicentral para así poder obtener la aceleración en suelos granulares. Bajo estas condiciones y partiendo de las expresiones recopiladas por Douglas y Mesa y Toro, se eligieron un total de 18 leyes de atenuación consistente con la información y características deseadas.

Sin embargo, no fueron las únicas leyes recopiladas para este presente informe se añadieron 14 leyes de atenuación que se mencionara más adelante en la tabla 20; de la cual se utilizaron todas estas leyes matemáticas.

Adicionalmente a todas estas leyes de atenuación fue muy necesario emplear los métodos gráficos, método de coeficiente de variación y el método de diferencia absoluta, todos estos métodos para seleccionar la expresión o expresiones que más se ajustan a las condiciones geológicas de la región estudiada.

Para la obtención de estas leyes se tuvo que adicionar un nuevo método lo cual fue denominado de comparación instrumental múltiple y observar su resultado y compararlas con las leyes de atenuación y así poder obtener las leyes de atenuación que mejor se ajusten a nuestra realidad local.

Teniendo en cuenta 27 estaciones acelerograficas que registraron el movimiento del suelo, es así que se tiene como materia prima estos registros y el tipo de suelo de cada estación. Las 27 aceleraciones se verifico con las leyes de atenuación, asimismo se aplicará estas mismas leyes de atenuación en el distritito de El Tambo – Umuto, y ya seleccionados las leyes de atenuación que mejor se ajustan a la zona con el tipo de suelo característico de Umuto.

A. REGISTRO SISMICOS DEL INSTITUTO GEOFISICO DEL PERÚ (IGP) Y DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU (CIP) EN JUNIN DEL 2017 – 2021.

SISMO DE JUNIN-JUNIN DEL 02 DE AGOSTO DEL 2017

ML = 3.8 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
1	02/08/2017	05:40:06	-11.30	-76.04	10	III	JUNIN - JUNIN

ESTACIÓN ACELEROGRAFICA DEL CIP DEL 02 DE AGOSTO DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP HUANCAVELICA	HVCA,HVCA,ASCENSION	ARENOSO	201.016	0.12

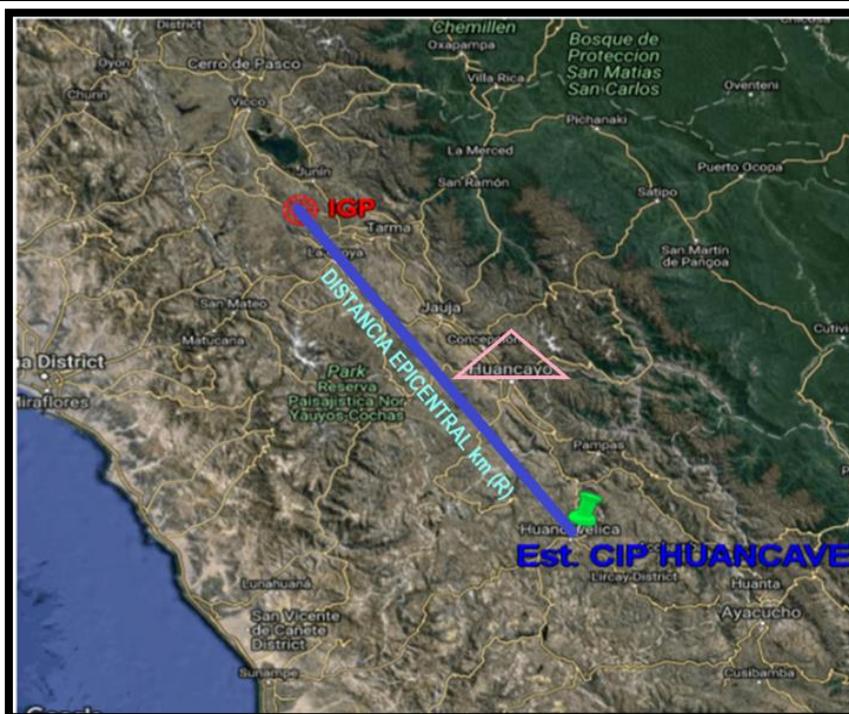


Figura 28: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.

Fuente: Adaptado IGP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe,2022.

SISMO DE MERCED-JUNIN DEL 14 DE AGOSTO DEL 2017

ML = 4.4 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
2	14/08/2017	08:13:30	-10.86	-75.36	9	III-IV	MERCED-JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DE CIP DEL 14 DE AGOSTO DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACIÓN ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP HUANUCO	HUANUCO, HUANUCO, HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	140.685	0.47
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL- UNI	CARAL	LIMA.BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	237.152	0.13



Figura 29: Epicentro y ubicación de las estaciones acelerográficas.

Fuente: Adaptado del IGP/USGS y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE TARMA-JUNIN DEL 01 DE SETIEMBRE DEL 2017

ML = 4.4 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
3	01/09/2017	18:16:28	-11.24	-75.56	103	-	TARMA - JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DE CIP DEL 01 DE SETIEMBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA, CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA	198.39	0.55
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UNI	CARAL	LIMA, BARRANCA, SUPE	GRAVA ARENOSA	218.65	0.43



Figura 30: Epicentro y ubicación de la estación acelerográfica.

Fuente: Adaptado del IGP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE LA OROYA-JUNIN DEL 18 DE SETIEMBRE DEL 2017

ML = 4.2 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
4	18/09/2017	06:10:47	-11.44	-76.07	115	II	OROYA-JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DE CIP DEL 18 DE SETIEMBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA, CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA	150.57	0.46
CIP / CISMID	CIP-CN	LIMA, LIMA, MIRAFLORES	GRAVA ALUVIAL	128.48	0.36
CIP	CIP-LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	128.74	0.34
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UNI	CARAL	LIMA, BARRANCA, SUPE	GRAVA ARENOSA	170.69	0.27

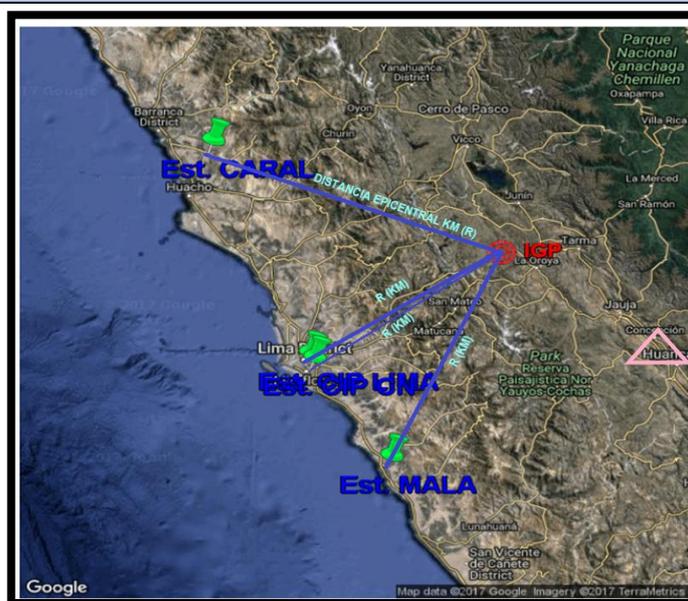


Figura 31: Epicentro y ubicación de la estación acelerográfica.

Fuente: Adaptado del IGP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE SATIPO-JUNIN DEL 30 DE OCTUBRE DEL 2017

ML = 5.6 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
5	30/10/2017	17:12:05	-10.74	-74.73	128	III	SATIPO-JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DE CIP DEL 30 DE OCTUBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amplitud (cm/s ²)
CIP	CIP HUANUCO	HUANUCO,HUANUCO,HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	188.05	15.01
CIP	CIP LIMA	LIMA,LIMA,SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	293.91	2.5
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UNI	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	306.51	2.45
POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA,CAÑETE,MALA	GRAVA SATURADA	299.59	2.13
POSGRADO FIC UNI/UNS	UNS	ANCASH,SANTA,NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	252.29	1.75
CIP	CIP CHIMBOTE	ANCASH,SANTA,NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	452.28	1.54
POSGRADO FIC UNI/UNAB	UNAB	LIMA,BARRANCA,BARRANCA	GRAVA ARENOSA	332.86	1.38
POSGRADO FIC UNI/UNASAM	UNASAM	ANCASH,HUARAZ,INDEPEN-DENCIA	ARCILLA DE BAJA COMPRESIBILIDAD	334.83	0.56
POSGRADO FIC UNI/UNSCH	UNSCH	AYACUCHO,HUAMANGA,AYACUCHO	GRAVA MAL GRADADA	271.98	0.55



Figura 32: Epicentro y ubicación de las estaciones acelerograficas.

Fuente: Adaptado del IGP/USGS y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE SATIPO-JUNIN DEL 04 DE DICIEMBRE DEL 2017

ML = 3.6 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
6	04/12/2017	07:25:00	-11.05	-74.7	14	-	SATIPO - JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DE CIP DEL 04 DE DICIEMBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
POSGRADO FIC UNI/UNS	UNS	ANCASH, SANTA, NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	469.7	0.42
CIP	CIP HUANCAVELICA	HUANCAVELICA, HUANCAVELICA, ASCENSION	ARENOSO	194.18	0.18



Figura 33: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.

Fuente: Adaptado del IGP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE SATIPO-JUNIN DEL 10 DE DICIEMBRE DEL 2017

ML = 3.5 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distanca focal)	Intensidad MAX	Localidad
7	10/12/2017	16:06:05	-10.81	-74.74	17	-	SATIPO - JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DE CIP DEL 10 DE DICIEMBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP NAZCA	ICA,NAZCA,VISTA ALEGRE	NO DETERMINADO	447.46	0.17



Figura 34: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.

Fuente: Adaptado del IGP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE HUASICANCHA-JUNIN DEL 16 DE DICIEMBRE DEL 2017

ML = 3.7 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
8	16/12/2017	20:27:19	-12.52	-75.3	111	-	Huasicancha - Junín

ESTACION ACELEROGRAFICA DEL CIP DEL 16 DE DICIEMBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s2)
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UN	CARAL	LIMA, BARRANCA, SUPE	GRAVA ARENOSA	302.78	0.11



Figura 35: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.

Fuente: Adaptado deln IGP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE LA MERCED-JUNIN DEL 23 DE MARZO DEL 2018

ML = 3.6 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
9	23/03/2018	05:09:09	-11.2	-75.45	127	-	MERCED-JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DE CIP DEL 23 DE MARZO DEL 2018

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
POSGRADO FIC UNI	PACASMAYO	LA LIBERTAD, PACASMAYO, PACASMAYO	GRAVA ARENOSA	617.26	0.3
CIP	CIP CN2	LIMA, LIMA, MIRAFLORES	GRAVA ALUVIAL	199.74	0.19



Figura 36: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.

Fuente: Adaptado del IGP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE LA MERCED, CHANCHAMAYO - JUNIN DEL 10 DE ABRIL DEL 2018

ML = 3.9 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
10	10/04/2018	00:57:58	-11.36	-75.36	35	II en la merced	MERCED, CHANCHAMAYO

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DE CIP DEL 10 DE ABRIL DEL 2018

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO,PASCO,PASCO	NO DETERMINADO	124.37	0.19

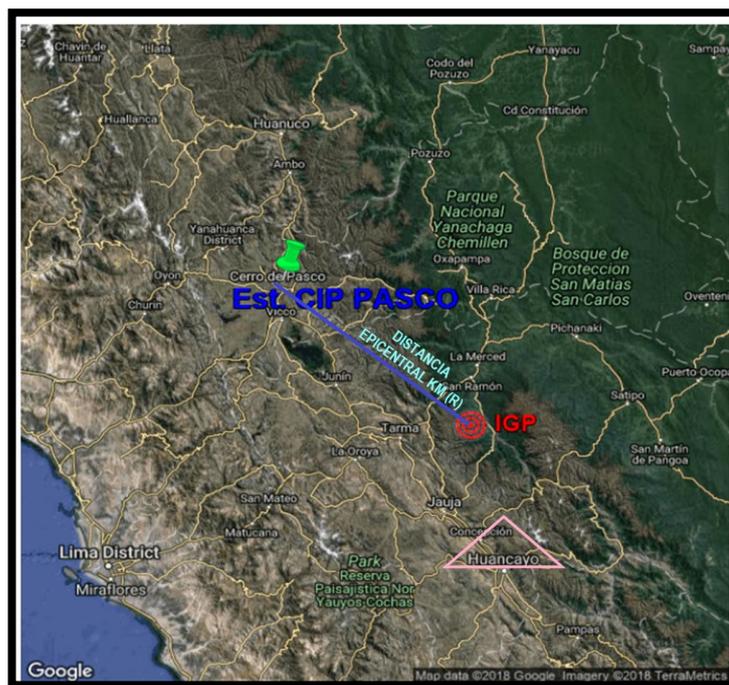


Figura 37: Epicentro y ubicación de la estación acelerográfica.

Fuente: Adaptado del CIP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE SATIPO, SATIPO - JUNIN DEL 13 DE MAYO DEL 2018

ML = 3.8 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km (distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
11	13/05/2018	04:24:40	-11.41	-74.78	49	-	SATIPO ,SATIPO-JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DE CIP DEL 13 DE MAYO DEL 2018

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO, PASCO, PASCO	NO DETERMINADO	180.91	0.1

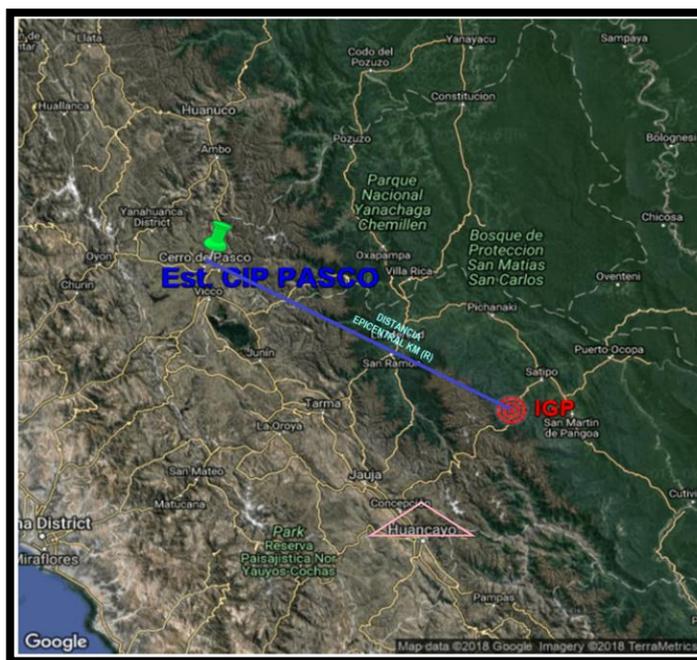


Figura 38: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.

Fuente: Adaptado del CIP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE SATIPO, SATIPO - JUNIN DEL 05 DE JUNIO DEL 2018

ML = 4.0 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
12	05/06/2018	21:00:39	-10.76	-74.63	38	-	SATIPO ,SATIPO-JUNIN

ESTACION ACELEROGRAFICA DEL CIP DEL 05 DE JUNIO DEL 2018

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO,PASCO,PASCO	CALIZA	177.81	0.2



Figura 39: Epicentro y ubicación de la estación acelerográfica.

Fuente: Adaptado del CIP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE SATIPO, SATIPO - JUNIN DEL 29 DE SETIEMBRE DEL 2018

ML = 4.1 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
13	29/09/2018	02:24:23	-10.86	-74.54	114	-	SATIPO ,SATIPO- JUNIN

ESTACION ACELEROGRAFICA DEL CIP DEL 29 DE SETIEMBRE DEL 2018

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
INSTITUCIÓN	ESTACIÓN	UBICACIÓN	LUGAR DE ASIENTO	distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP AYACUCHO	AYACUCHO, HUAMANGA, AYACUCHO	GRAVA ALUVIAL	255.6	0.49



Figura 40: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.

Fuente: Adaptado del CIP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE CAMPO ARMINO, TAYACAJA - HUANCVELICA DEL 14 DE FEBRERO DEL 2019
ML = 5.6 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
14	14/02/2019	14:33:18	-12.19	-74.35	20	V	Junín

Nota: Epicentro a 37 km al Norte Este de Campo Armino, Tayacaja, dando en territorio Junin el epicentro

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 14 DE FEBRERO DEL 2019.

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral 1 km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP HVCA	HVCA ASCENSION	ARENOSO	94.54	20.42
CIP	CIP AYACUCHO	AYACUCHO HUAMANGA	GRAVA ALUVIAL	107.04	4.09
POSGRADO FIC UNI/UNSCH	UNSCH	AYACUCHO HUAMANGA	GRAVA MAL GRADADA	106.8	3.89
CIP	CIP ICA	ICA, ICA, ICA	ARENA MEDIA	254.58	1.3

CIP	CIP HUANUCO	HUANUCO,HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	323.94	1.25
POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA,CAÑETE,MALA	GRAVA SATURADA	256.17	1.19
CIP	CIP UCAYALY	UCAYALI CORONEL PORTILLO CALLERIA	ARCILLA DE ALTA COMPENSIBILIDAD	421.47	1.05
CIP	CIP CAÑETE	SAN VICENTE DE CAÑETE	GRAVA LIMOSA	24219	0.93
CIP	PALPA	ICA,PALPA,PALPA	SUELO ARENOSO	274.59	0.92
POSGRADO FIC UNI/UNP	CALLAO	CALLAO,CALLAO LA PUNTA	ARENA LIMOSA	306.61	0.74
CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO PASCO	CALIZA	267.68	0.73
CIP	CIP PISCO	ICA, PISCO,PISCO	GRAVA MAL GRADADA	263.11	0.62
CIP	CIP AMAZONAS	AMAZONAS, CHACHAPOLLAS	ARCILLA DE ALTA COMPENSIBILIDAD	764.64	0.33
CIP	CIP LIMA	LIMA,LIMA,SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	293.94	0.32
CIP	CIP MADRE DE DIOS	MADRE DE DIOS,TAMBOPATA	ARENA ARCILLOSA	563.12	0.31
CIP	CIP CORACORA	AYACUCHO,PARINACOCHEAS	SUELO ARCILLOSO	318.44	0.18
POSGRADO FIC UNI/UNASAM	UNASAM	ANCASH HUARAZ, INDEPENDENCIA	ARCILLA DE ALTA COMPENSIBILIDAD	455.95	0.17



Figura 41: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.

Fuente: Adaptado del CIP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

**SISMO DE LA MERCED, CHANCHAMAYO - JUNIN DEL 19 DE FEBRERO DEL
2019**

ML = 4.4 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
15	19/02/2019	06:11:42	-11.09	-75.58	117	II	MERCED-JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 19 DE FEBRERO DEL 2019

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
POSGRADO FIC-UNI	MALA	LIMA,CAÑETE.MALA	GRAVA SATURADA	210.69	1.13
CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO	CALIZA	87.42	0.65
CIP	CIP HUANUCO	HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	146.83	0.65
POSGRADO FIC-UNI/UNAB	UNAB	LIMA, BARRANCA	GRAVA ARENOSA	243.09	0.49
CIP	CIP LIMA	LIMA,LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	194.76	0.46
POSGRADO FICUNI/UNP	CALLAO	CALLAO LA PUNTA	ARENA LIMOSA	204.06	0.3
CIP	CIP CHIMBOTE	ANCASH, SANTA N. CH.	ARENA MAL GRADADA	388.51	0.25
CIP	CIP UCAYALI	UCAYALI,CORONEL PORTILLO, C.	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	320.66	0.24
CIP	CIP CAÑETE	LIMA,CAÑETE,S.V DE CAÑETE	GRAVA LIMOSA	236.98	0.19
CIP	CIP PISCO	ICA, PISCO,PISCO	GRAVA MAL GRADADA	298.64	0.16
CIP	CIP HUARAZ	ANCASH,HUARAZ	GRAVA	274.45	0.14
CIP	CIP HVCA	HVCA,ASCENSION	ARENOSO	198.67	0.11
CIP	PALPA	ICA,PALPA,P.	SUELO ARENOSO	383.31	0.1



Figura 42: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.

Fuente: Adaptado del CIP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

**SISMO DE NAHUIMPUQUIO, TAYACAJA - HUANCAVELICA DEL 13 DE
MAYO DEL 2019**

ML = 5.5 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
16	13/05/2019	07:10:29	-12.23	-75.10	89	III-IV	JUNIN

Nota: Epicentro a 12 km al Norte de Nahuimpuquio, Tayacaja. Dando como epicentro en region Junin.

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 13 DE MAYO DEL 2019

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amplitud (cm/s ²)
POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA	175.95	7.4
CIP	CIP JUNIN	JUNIN, HYO,HYO	GRAVA ALUVIAL	21.73	5.29
CIP	CIP HVCA	HVCA,HVCA,A.	ARENOSO	62.81	4.75
CIP	PALPA	ICA,PALPA,PALPA	SUELO ARENOSO	254.98	3.9
CIP/CISMID	CIP CN	LIMA,LIMA,SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	210.33	3.47
CIP	CIP LIMA	LIMA,LIMA,SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	212.64	2.79
CIP	CIP ICA	ICA,ICA,ICA	ARENA MEDIA	215.14	2.73
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UNI	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	303.75	2.22
CIP	CIP PISCO	ICA,PISCO,PISCO	GRAVA MAL GRADADA	203.85	1.89
CIP	CIP AYACUCHO	AYACUCHO,HUAMANGA,AYACUCHO	GRAVA ALUVIAL	139.18	1.39
POSGRADO FIC UNI/UNAS	UNAS	LIMA,BARRANCA,BARRANCA	GRAVA ARENOSA	335.74	1.37
CIP	CIP HUANUCO	HUANUCO,HUANUCO,HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	282.81	1.35
POSGRADO FIC UNI/UNSCH UNIVERSIDAD SAN PEDRO	UNSCH	AYACUCHO,HUAMANGA,AYACUCHO	GRAVA MAL GRADADA	139.26	1.25
POSGRADO FIC UNI/UNSCH	USP	ANCAS, SANTA, CHIMBOTE	ARENOSO	518.97	0.99
CIP	UNS	ANCASH,SANTA,NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	508.1	0.63
CIP	CIP CHIMBOTE	ANCASH,SANTA NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	507.65	0.55
CIP	CIP AMAZONAS	AMAZONAS,CHACHAPOYAS,CHACHAPOYAS	ARCILLA DE ALTA	730.41	0.46

POSGRADO FIC UNI/UNTRM	UNTRM	AMAZONAS, CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS	COMPRESIBILIDAD ARCILLA DE ALTA	728.86	0.43
CIP	CIP HUARAZ LA	ANCASH, HUARAZ, HUARAZ	COMPRESIBILIDAD GRAVA	399.62	0.39
CIP/UPAO	LIBERTAD, TRUJILLO	LA LIBERTAD, TRUJILLO	ARENA ARCILLOSA	625.75	0.32
CIP	CIP UCAYALI	UCAYALI, CORONEL, PORTILLO, CALLERA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	429.96	0.28
POSGRADO FIC UNI/CERESIS	YUNGAY	ANCASH, YUNGAY, YUNGAY	ARENA ARCILLOSA	446.78	0.21
POSGRADO FIC UNI	PACASMAYO	LA LIBERTAD, PACASMAYO	GRAVA ARENOSA	724.74	0.21
POSGRADO FIC UNI/UNASAM	UNASAM	ANCASH, HUARAZ, INDEPENDENCIA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	400.39	0.19
CIP	CIP MOYOBAMBA	SAN MARTIN, MOYOBAMBA	ARCILLA	715.63	0.15
CIP	CIP TARAPOTO	SAN MARTIN, SAN MARTIN, TARAPOTO	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	654.51	0.12
CIP	CIP AREQUIPA 2	AREQUIPA, AREQUIPA	GRAVA ARENOSA	600.42	0.1



Figura 43: Epicentro y ubicación de la estación acelerografica.

Fuente: Adaptado del CIP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE LA MERCED, CHANCHAMAYO - JUNIN DEL 19 DE OCTUBRE DEL

2020

ML = 4.1 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
17	19/10/2020	16:50:38	-10.99	-75.53	25	III	JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 19 DE OCTUBRE DEL 2020

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
SENCICO	SENCICO HUANCAYO	JUNIN - HUANCAYO EL TAMBO	POR DETERMINAR	123.49	0.24



Figura 44: Epicentro y ubicación de la estación acelerográfica.

Fuente: Adaptado del CIP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

SISMO DE CONCEPCION, CONCEPCION - JUNIN DEL 10 DE JULIO DEL 2021

ML = 3.6 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km (distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
18	10/07/2021	12:49:28	-11.63	-75.20	13	III	JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 10 DE JULIO DEL 2021

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
SENCICO	SENCICO HUANCAYO	JUNIN - HUANCAYO EL TAMBO	POR DETERMINAR	47.79	1.7



Figura 45: Epicentro y ubicación de la estación acelerográfica.

Fuente: Adaptado del CIP y del “Colegio de Ingenieros del Perú”, extraído por el autor del presente informe, 2022.

Entonces en la recolección de datos del 2017 al 2021 se obtuvo 18 sismos con epicentro en la región Junín captados por sismógrafos y 87 aceleraciones captados por acelerógrafos. Lo cual se da en la tabla resumen (tabla 18), y están cronológicamente de manera ascendente, es decir desde el más antiguo hasta el más reciente.

Tabla 18: Sismos Ocurridos Con Epicentro En Junín Del 2017 - 2021.

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	IGP					CIP						
			Latitud	Longitud	Profundidad km (distancia focal)	ML	Intensidad MAX	Localidad	UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
									Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
1	02/08/2017	05:40:06	-11.30	-76.04	10	3.8	III	JUNIN - JUNIN	CIP	CIP HUANCVELICA	HVCA,HVCA,ASCENSION	ARENOSO	201.016	0.12
2	14/08/2017	08:13:30	-10.86	-75.36	9	4.4	III-IV	MERCED-JUNIN	CIP	CIP HUANUJO	HUANUJO,HUANUCO,HUANUCO	GRAVA AROLLOSA	140.685	0.47
									POSGRADO FIC UNICARAL/INICTE L-UNI	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	237.152	0.13
3	01/09/2017	18:16:28	-11.24	-75.56	103	4.4	TARMA-JUNIN	POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA,CAÑETE,MALA	GRAVA SATURADA	198.39	0.55	
								POSGRADO FIC UNICARAL/INICTE L-UNI	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	218.65	0.43	
4	18/09/2017	06:10:47	-11.44	-76.07	115	4.2	II	OROYA-JUNIN	POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA,CAÑETE,MALA	GRAVA SATURADA	150.57	0.46
									CIP / CISMID	CIP-ON	LIMA,LIMA,MIRAFLORES	GRAVA ALUVIAL	128.48	0.36
									CIP	CIP-LIMA	LIMA,LIMA,SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	128.74	0.34
									POSGRADO FIC UNICARAL/INICTE L-UNI	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	170.69	0.27
5	30/10/2017	17:12:05	-10.74	-74.73	128	5.6	III	SATIOPO-JUNIN	CIP	CIP HUANUJO	HUANUJO,HUANUCO,HUANUCO	GRAVA AROLLOSA	188.05	15.01
									CIP	CIP LIMA	LIMA,LIMA,SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	293.91	2.5
									POSGRADO FIC UNICARAL/INICTE L-UNI	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	306.51	2.45
									POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA,CAÑETE,MALA	GRAVA SATURADA	299.59	2.13
									POSGRADO FIC UNIUINS	UNS	ANCASH,SANTA,NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	252.29	1.75
									CIP	CIP CHIMBOTE	ANCASH,SANTA,NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	452.28	1.54
									POSGRADO FIC UNIUINAB	UNAB	LIMA,BARRANCA,BARRANCA	GRAVA ARENOSA	332.86	1.38
									POSGRADO FIC UNIUINASAM	UNASAM	ANCASH,HUARAZ,INDEPENDENCIA	ARCILLA DE BAJA COMPRENSIBILIDAD	334.83	0.56
6	04/12/2017	07:25:00	-11.05	-74.7	14	3.6	SATIOPO - JUNIN	POSGRADO FIC UNIUINS	UNS	ANCASH,SANTA,NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	469.7	0.42	
								CIP	CIP HUANCVELICA	HUANCAVELICA,HUANCAVELICA,ASCENSION	ARENOSO	194.18	0.18	
								CIP	CIP NAZCA	ICA,NAZCA,VISTA ALEGRE	NO DETERMINADO	447.46	0.17	
								POSGRADO FIC UNICARAL/INICTE L-UNI	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	302.78	0.11	
9	23/03/2018	05:09:09	-11.2	-75.45	127	3.6	MERCED-JUNIN	POSGRADO FIC UNI	PACASMAYO	LA LIBERTAD,PACASMAYO,PACASMAYO	GRAVA ARENOSA	617.26	0.3	
								CIP	CIP ON2	LIMA,LIMA,MIRAFLORES	GRAVA ALUVIAL	199.74	0.19	
10	10/04/2018	00:57:58	-11.36	-75.36	35	3.9	II en la merced	MERCED,CH ANCHAMAYO	CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO,PASCO,PASCO	NO DETERMINADO	124.37	0.19
11	13/05/2018	04:24:40	-11.41	-74.78	49	3.8		SATIOPO,SATIOPO-JUNIN	CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO,PASCO,PASCO	NO DETERMINADO	180.91	0.1
12	05/06/2018	21:00:39	-10.76	-74.63	38	4		SATIOPO,SATIOPO-JUNIN	CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO,PASCO,PASCO	CALIZA	177.81	0.2
13	29/09/2018	02:24:23	-10.86	-74.54	114	4.1		SATIOPO,SATIOPO-JUNIN	CIP	CIP AYACUCHO	AYACUCHO,HUAMANGA,AYACUCHO	GRAVA ALUVIAL	255.6	0.49

											CIP HVCA	HVCA ASCENSION	ARENOSO	94.54	20.42
											CIP AYACUCHO	HUAMANGA AYACUCHO	GRAVA ALUVIAL	107.04	4.09
											UNISCH	HUAMANGA AYACUCHO	GRAVA MAL GRADADA	106.8	3.89
											CIP ICA	ICA, ICA, ICA	ARENA MEDIA	254.58	1.3
											CIP HUANUCO	HUANUCO, HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	323.94	1.25
											POSGRADO FIC UNI	MALA LIMA, CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA ARCILLA DE	256.17	1.19
											CIP UCAYALI	UCAYALI CORONEL PORTILLO CALLERIA	ALTA COMPRESIBILIDAD	421.47	1.05
											CIP CAÑETE	SAN VICENTE DE CAÑETE	GRAVA LIMOSA	24219	0.93
											CIP PALPA	ICA, PALPA, PALPA	SUELO ARENOSO	274.59	0.92
14	14/02/2019	14:33:18	-12.19	-74.35	20	5.6	V	JUNIN			POSGRADO FIC UN/UNP	CALLAO	ARENALIMOSA	306.61	0.74
											CIP PASCO	CERRO DE PASCO PASCO	CALIZA	267.68	0.73
											CIP PISCO	ICA, PISCO, PISCO	GRAVA MAL GRADADA ARCILLA DE	263.11	0.62
											CIP AMAZONAS	AMAZONAS, CHACHAPOLLAS	ALTA COMPRESIBILIDAD	764.64	0.33
											CIP LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	293.94	0.32
											CIP MADRE DE DIOS	MADRE DE DIOS, TAMBOPATA	ARENA ARCILLOSA	563.12	0.31
											CIP CORACORA	AYACUCHO, PARINACOCCHAS	SUELO ARCILLOSO	318.44	0.18
											POSGRADO FIC UN/UNASAM	UNASAM ANCASH HUARAZ, INDEPENDENCIA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	455.95	0.17
											POSGRADO FIC UNI	MALA LIMA, CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA	210.69	1.13
											CIP PASCO	CERRO DE PASCO	CALIZA	87.42	0.65
											CIP HUANUCO	HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	146.83	0.65
											POSGRADO FIC UN/UNAB	UNAB LIMA, BARRANCA	GRAVA ARENOSA	243.09	0.49
											CIP LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	194.76	0.46
											POSGRADO FIC UN/UNP	CALLAO	ARENALIMOSA	204.06	0.3
15	19/02/2019	06:11:42	-11.09	-75.58	117	4.4	II	MERCED			CIP CHIMBOTE	ANCASH, SANTA N CH.	ARENA MAL GRADADA ARCILLA DE	388.51	0.25
											CIP UCAYALI	UCAYALI, CORONEL PORTILLO, C.	ALTA COMPRESIBILIDAD	320.66	0.24
											CIP CAÑETE	LIMA, CAÑETE, S.V DE CAÑETE	GRAVA LIMOSA	236.98	0.19
											CIP PISCO	ICA, PISCO, PISCO	GRAVA MAL GRADADA	298.64	0.16
											CIP HUARAZ	ANCASH, HUARAZ	GRAVA	274.45	0.14
											CIP HVCA	HVCA, ASCENSION	ARENOSO	198.67	0.11
											CIP PALPA	ICA, PALPA, P.	SUELO ARENOSO	383.31	0.1
											POSGRADO FIC UNI	MALA LIMA, CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA	175.95	7.4
											CIP JUNIN	JUNIN, HYO, HYO	GRAVA ALUVIAL	21.73	5.29
											CIP HVCA	HVCA, HVCA, A.	ARENOSO	62.81	4.75
											CIP PALPA	ICA, PALPA, PALPA	SUELO ARENOSO	254.98	3.9
											CIP OISMID	CIP CN LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	210.33	3.47
											CIP LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	212.64	2.79
											CIP ICA	ICA, ICA, ICA	ARENA MEDIA	215.14	2.73
											POSGRADO FIC UN/UNICARAL/NICTE L-UNI	CARAL LIMA, BARRANCA, SUPE	GRAVA ARENOSA	303.75	2.22
											CIP PISCO	ICA, PISCO, PISCO	GRAVA MAL GRADADA	203.85	1.89
											CIP AYACUCHO	AYACUCHO, HUAMANGA, AYACUCHO	GRAVA ALUVIAL	139.18	1.39
											POSGRADO FIC UN/UNAS	UNAS LIMA, BARRANCA, BARRANCA	GRAVA ARENOSA	335.74	1.37
											CIP HUANUCO	HUANUCO, HUANUCO, HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	282.81	1.35
											POSGRADO FIC UN/UNISCH	UNISCH AYACUCHO, HUAMANGA, AYACUCHO	GRAVA MAL GRADADA	139.26	1.25
											UNIVERSIDAD SAN PEDRO	USP ANCASH, SANTA, CHIMBOTE	ARENOSO	518.97	0.99
											POSGRADO FIC UN/UNISCH	UNISCH ANCASH, SANTA, NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	508.1	0.63
16	13/05/2019	07:10:29	-12.23	-75.1	89	5.5	III - IV	JUNIN			CIP CHIMBOTE	ANCASH, SANTA, NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	507.65	0.55
											CIP AMAZONAS	AMAZONAS, CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS	ARCILLA DE COMPRESIBILIDAD	730.41	0.46
											POSGRADO FIC UN/UNTRM	UNTRM AMAZONAS, CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	728.86	0.43
											CIP HUARAZ	ANCASH, HUARAZ, HUARAZ	GRAVA	399.62	0.39
											CIP PUAO	LIBERTAD, TRUJILLO LIBERTAD, TRUJILLO	ARENA ARCILLOSA	625.75	0.32
											CIP UCAYALI	UCAYALI, CORONEL PORTILLO, CALLERIA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	429.96	0.28
											POSGRADO FIC UN/CERESIS	YUNGAY YUNGAY, YUNGAY	ARENA ARCILLOSA	446.78	0.21
											POSGRADO FIC UNI	PACASMA Y LA LIBERTAD, PACASMA Y LA	GRAVA ARENOSA	724.74	0.21
											POSGRADO FIC UN/UNASAM	UNASAM ANCASH, HUARAZ, INDEPENDENCIA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	400.39	0.19
											CIP MOYOBAMBA	SAN MARTIN, MOYOBAMBA	ARCILLA	715.63	0.15
											CIP TARAPOTO	SAN MARTIN, TARAPOTO	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	654.51	0.12
											CIP AREQUIPA 2	AREQUIPA, AREQUIPA	GRAVA ARENOSA	600.42	0.1
17	19/10/2020	16:50:38	-10.99	-75.53	25	4.1	III	MERCED-CHANCHAMAYO	CENCICO	CENCICO HYO	JUNIN, HYO EL TAMBMO	POR DETERMINAR	123.49	0.24	
18	10/07/2021	12:49:28	-11.63	-75.2	13	3.5	III	CONCEPCION	CENCICO	CENCICO HYO	CONCEPCION, CONCEPCION	POR DETERMINAR	47.79	1.7	

Nota: Registro Sísmico General Según IGP y Registro De Aceleraciones. De la tabla 18 los datos que fueron usados como materia prima para el informe son: ML=magnitud local, Tipo de suelo o Lugar de asiento del acelerógrafo y Aceleraciones. Adaptado del "Instituto geofísico del Perú & del Colegio de ingenieros del Perú", extraído por el autor del presente informe, 2022.

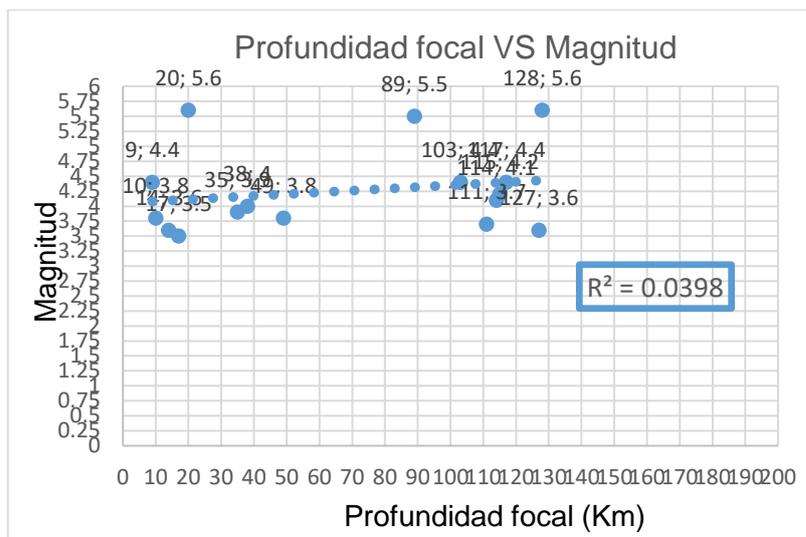


Grafico 6: Registro sísmico general según IGP y Registro de aceleraciones para sismos ocurridos con epicentro en Junín del 2017-2021. Elaboración propia.

El grafico 6, se observa que la magnitud de un sismo que sucede en nuestra región Junín tiene rango de 3.5 a 4.4 sin embargo hay un dato fuera de este rango con una magnitud de 5.6 que también ocurren, no obstante los grandes sismos de mayor o igual magnitud de 7.0 también van ocurrir, es cuestión de tiempo nada más, no olvidemos que los sismos grandes son cíclicos y estos ocurren cada 50 años a cada 100 años, aparte de ello ya son 72 años del sismo ocurrido en Junín en el año 1947 con magnitud 7.5, y no olvidando que en Junín hay tres fallas geológicas al activarse generarían un sismo grande (falla de Huaytapallana, falla de Ricran, falla de los Pajonales).

Por otro lado, la profundidad focal del sismo es muy disperso como mínimo de profundidad ocurrido es de 9 km y como máximo de 128 km según el registro sísmico obtenido.

Según el Mapa sísmico del IGP (1960 - 2021) “Sismos que ocurre en Junín respecto a su profundidad focal son superficiales e intermedios (sismos superficiales son de profundidad < 60 km y sismos intermedios son de profundidad de 61 a 300 km) “.

(pag.16)

Tabla 19: Registro De La Red Acelerografica Del CIP 2017 - 2021.

N°	Localidad DEL SISMO	ML	CIP				
			UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA				
			Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
1	JUNIN - JUNIN	3,8	CIP HUANCAVELICA	HVCA,HVCA,ASCENSION	ARENOSO	201.016	0.12
2	MERCED- JUNIN	4,4	CIP HUANUCO	HUANUCO,HUANUCO,HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	140.685	0.47
		4,4	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	237.152	0.13
3	TARMA - JUNIN	4,4	MALA	LIMA,CAÑETE,MALA	GRAVA SATURADA	198.39	0.55
		4,4	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	218.65	0.43
4	OROYA- JUNIN	4,2	MALA	LIMA,CAÑETE,MALA	GRAVA SATURADA	150.57	0.46
		4,2	CIP-CN	LIMA,LIMA,MIRAFLORES	GRAVA ALUVIAL	128.48	0.36
		4,2	CIP-LIMA	LIMA,LIMA,SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	128.74	0.34
		4,2	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	170.69	0.27
5	SATIOPO- JUNIN	5,6	CIP HUANUCO	HUANUCO,HUANUCO,HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	188.05	15.01
		5,6	CIP LIMA	LIMA,LIMA,SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	293.91	2.5
		5,6	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	306.51	2.45
		5,6	MALA	LIMA,CAÑETE,MALA	GRAVA SATURADA	299.59	2.13
		5,6	UNS	ANCASH,SANTA,NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	252.29	1.75
		5,6	CIP CHIMBOTE	ANCASH,SANTA,NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	452.28	1.54
		5,6	UNAB	LIMA,BARRANCA,BARRANCA	GRAVA ARENOSA	332.86	1.38
		5,6	UNASAM	ANCASH,HUARAZ,INDEPENDENCIA	ARCILLA DE BAJA COMPRESIBILIDAD	334.83	0.56
6	SATIOPO - JUNIN	5,6	UNSCH	AYACUCHO,HUAMANGA,AYACUCHO	GRAVA MAL GRADADA	271.98	0.55
		3,6	UNS	ANCASH,SANTA,NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	469.7	0.42
		3,6	CIP HUANCAVELICA	HUANCAVELICA,HUANCAVELICA,ASCENSION	ARENOSO	194.18	0.18
7	SATIOPO - JUNIN	3,5	CIP NAZCA	ICA,NAZCA,VISTA ALEGRE	NO DETERMINADO	447.46	0.17
8	huasicanhaj unin	3,7	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	302.78	0.11
9	MERCED- JUNIN	3,6	PACASMA YO	LA LIBERTAD,PACASMA YO,PACASMA YO	GRAVA ARENOSA	617.26	0.3
		3,6	CIP CN2	LIMA,LIMA,MIRAFLORES	GRAVA ALUVIAL	199.74	0.19
10	MERCED,CH ANCHAMAYO	3,9	CIP PASCO	CERRO DE PASCO,PASCO,PASCO	NO DETERMINADO	124.37	0.19
11	SATIOPO ,SATIOPO- JUNIN	3,8	CIP PASCO	CERRO DE PASCO,PASCO,PASCO	NO DETERMINADO	180.91	0.1
12	SATIOPO ,SATIOPO- JUNIN	4	CIP PASCO	CERRO DE PASCO,PASCO,PASCO	CALIZA	177.81	0.2
13	SATIOPO ,SATIOPO- JUNIN	4,1	CIP AYACUCHO	AYACUCHO,HUAMANGA,AYACUCHO	GRAVA ALUVIAL	255.6	0.49

	5.6	CIP HVCA	HVCA, ASCENSION	ARENOSO	94.54	20.42	
	5.6	CIP AYACUCHO	AYACUCHO HUAMANGA	GRAVA ALUVIAL	107.04	4.09	
	5.6	UNSCH	AYACUCHO HUAMANGA	GRAVA MAL GRADADA	106.8	3.89	
	5.6	CIP ICA	ICA, ICA, ICA	ARENA MEDIA	254.58	1.3	
	5.6	CIP HUANUCO	HUANUCO, HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	323.94	1.25	
	5.6	MALA	LIMA, CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA	256.17	1.19	
	5.6	CIP UCAYALI	UCAYALI CORONEL PORTILLO CALLERA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	421.47	1.05	
	5.6	CIP CAÑETE	SAN VICENTE DE CAÑETE	GRAVA LIMOSA	24219	0.93	
14	JUNIN	5.6	PALPA	ICA, PALPA, PALPA	SUELO ARENOSO	274.59	0.92
	5.6	CALLAO	CALLAO, CALLAO LA PUNTA	ARENA LIMOSA	306.61	0.74	
	5.6	CIP PASCO	CERRO DE PASCO PASCO	CALIZA	267.68	0.73	
	5.6	CIP PISCO	ICA, PISCO, PISCO	GRAVA MAL GRADADA	263.11	0.62	
	5.6	CIP AMAZONAS	AMAZONAS, CHACHAPOLLAS	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	764.64	0.33	
	5.6	CIP LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	293.94	0.32	
	5.6	CIP MADRE DE DIOS	MADRE DE DIOS, TAMBOPATA	ARENA ARCILLOSA	563.12	0.31	
	5.6	CIP CORACORA	AYACUCHO, PARINA COCHAS	SUELO ARCILLOSO	318.44	0.18	
	5.6	UNASAM	ANCASH HUARAZ, INDEPENDENCIA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	455.95	0.17	
	4.4	MALA	LIMA, CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA	210.69	1.13	
	4.4	CIP PASCO	CERRO DE PASCO	CALIZA	87.42	0.65	
	4.4	CIP HUANUCO	HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	146.83	0.65	
	4.4	UNAB	LIMA, BARRANCA	GRAVA ARENOSA	243.09	0.49	
	4.4	CIP LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	194.76	0.46	
	4.4	CALLAO	CALLAO LA PUNTA	ARENA LIMOSA	204.06	0.3	
	4.4	CIP CHIMBOTE	ANCASH, SANTA N. CH.	ARENA MAL GRADADA	388.51	0.25	
15	MERCED	4.4	CIP UCAYALI	UCAYALI, CORONEL PORTILLO, C.	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	320.66	0.24
	4.4	CIP CAÑETE	LIMA, CAÑETE, S.V DE CAÑETE	GRAVA LIMOSA	236.98	0.19	
	4.4	CIP PISCO	ICA, PISCO, PISCO	GRAVA MAL GRADADA	298.64	0.16	
	4.4	CIP HUARAZ	ANCASH, HUARAZ	GRAVA	274.45	0.14	
	4.4	CIP HVCA	HVCA, ASCENSION	ARENOSO	198.67	0.11	
	4.4	PALPA	ICA, PALPA, P.	SUELO ARENOSO	383.31	0.1	
	5.5	MALA	LIMA CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA	175.95	7.4	
	5.5	CIP JUNIN	JUNIN, HYO, HYO	GRAVA ALUVIAL	21.73	5.29	
	5.5	CIP HVCA	HVCA, HVCA, A.	ARENOSO	62.81	4.75	
	5.5	PALPA	ICA, PALPA, PALPA	SUELO ARENOSO	254.98	3.9	
	5.5	CIP CN	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	210.33	3.47	
	5.5	CIP LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	212.64	2.79	
	5.5	CIP ICA	ICA, ICA, ICA	ARENA MEDIA	215.14	2.73	
	5.5	CARAL	LIMA, BARRANCA, SUPE	GRAVA ARENOSA	303.75	2.22	
	5.5	CIP PISCO	ICA, PISCO, PISCO	GRAVA MAL GRADADA	203.85	1.89	
	5.5	CIP AYACUCHO	AYACUCHO, HUAMANGA, AYACUCHO	GRAVA ALUVIAL	139.18	1.39	
	5.5	UNAS	LIMA, BARRANCA, BARRANCA	GRAVA ARENOSA	335.74	1.37	
	5.5	CIP HUANUCO	HUANUCO, HUANUCO, HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	282.81	1.35	
	5.5	UNSCH	AYACUCHO, HUAMANGA, AYACUCHO	GRAVA MAL GRADADA	139.26	1.25	
16	JUNIN	5.5	USP	ANCAS, SANTA, CHIMBOTE	ARENOSO	518.97	0.99
	5.5	UNS	ANCASH, SANTA, NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	508.1	0.63	
	5.5	CIP CHIMBOTE	ANCASH, SANTA NUEVO CHIMBOTE	ARENA MAL GRADADA	507.65	0.55	
	5.5	CIP AMAZONAS	AMAZONAS, CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	730.41	0.46	
	5.5	UNTRM	AMAZONAS, CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	728.86	0.43	
	5.5	CIP HUARAZ	ANCASH, HUARAZ, HUARAZ	GRAVA	399.62	0.39	
	5.5	A LIBERTAD, TRUJILLO	LA LIBERTAD, TRUJILLO	ARENA ARCILLOSA	625.75	0.32	
	5.5	CIP UCAYALI	UCAYALI, CORONEL, PORTILLO, CALLERA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	429.96	0.28	
	5.5	YUNGAY	ANCASH, YUNGAY, YUNGAY	ARENA ARCILLOSA	446.78	0.21	
	5.5	PACASMAYO	LA LIBERTAD, PACASMAYO	GRAVA ARENOSA	724.74	0.21	
	5.5	UNASAM	ANCASH, HUARAZ, INDEPENDENCIA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	400.39	0.19	
	5.5	CIP MOYOBAMBA	SAN MARTIN, MOYOBAMBA	ARCILLA	715.63	0.15	
	5.5	CIP TARAPOTO	SAN MARTIN, SAN MARTIN, TARAPOTO	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	654.51	0.12	
	5.5	CIP AREQUIPA 2	AREQUIPA, AREQUIPA	GRAVA ARENOSA	600.42	0.1	
17	4.1	SENCICO HYO	JUNIN, HYO, EL TAMBO	POR DETERMINAR	123.49	0.24	
18	3.5	SENCICO HYO	CONCEPCION, CONCEPCION, HYO	POR DETERMINAR	47.79	1.17	

Nota: De la tabla 19 la N° 4 y N° 5, se tiene registro acelerografica de 4 estaciones y de 9 estaciones respectivamente con un tipo de suelo granular. Adaptado del "Instituto geofisico del Perú & del Colegio de ingenieros del Perú", extraído por el autor del presente informe, 2022.

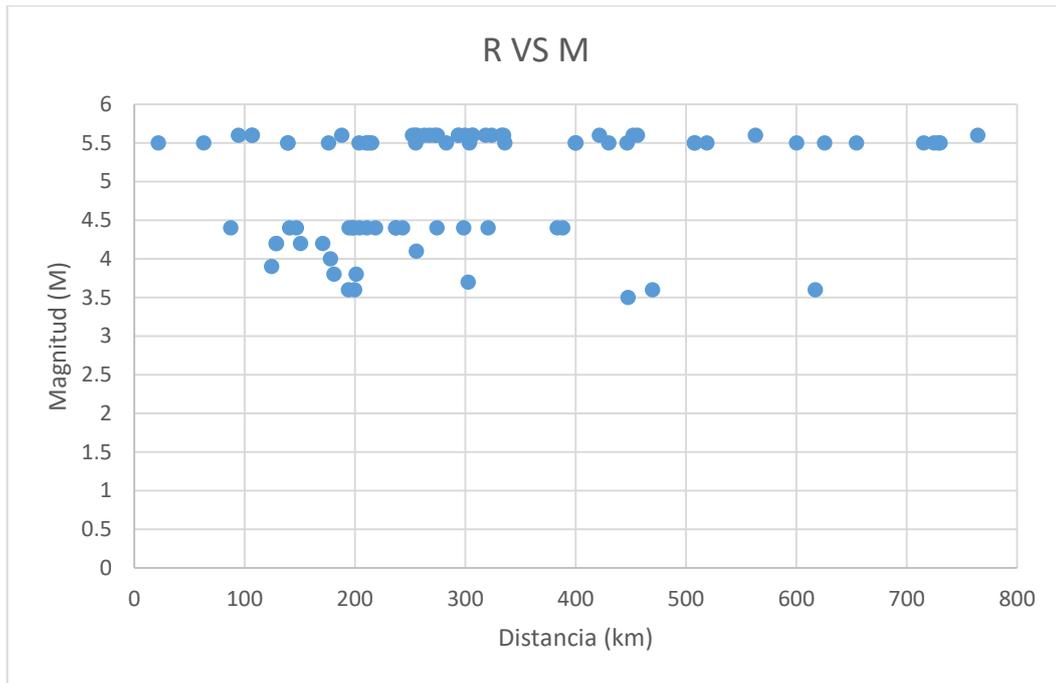


Grafico 7: Distancia epicentral (R en km) VS Magnitud de los sismos de la base final de datos. Elaboración propia.

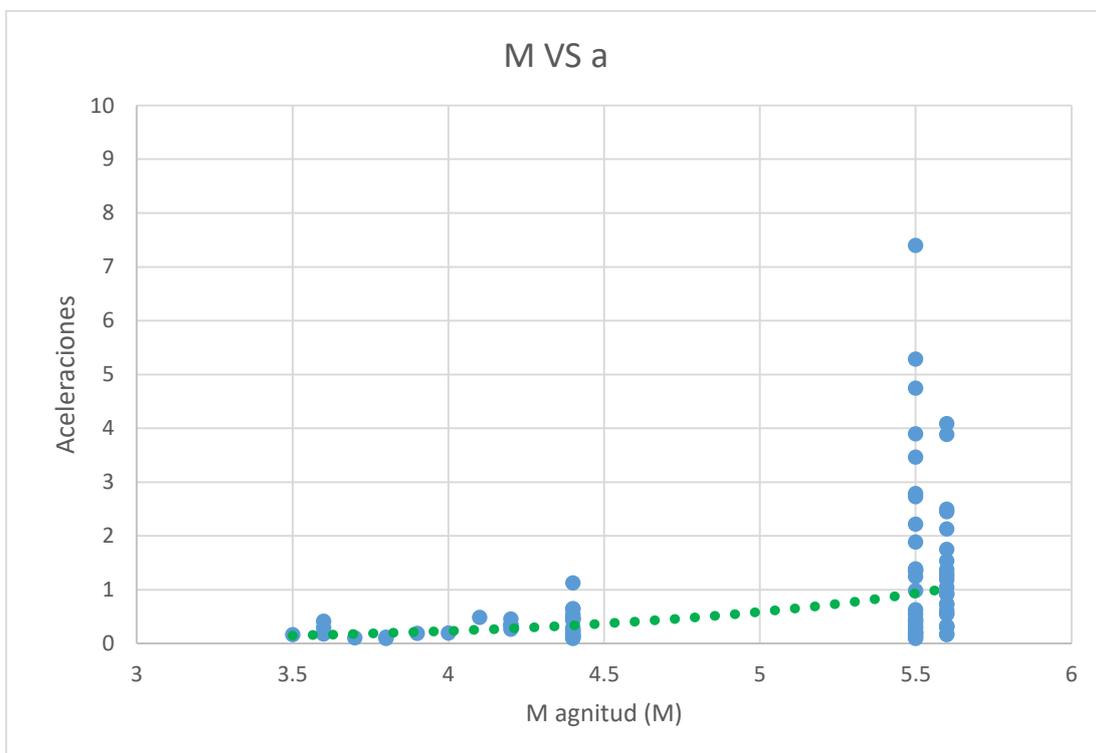


Grafico 8: Aceleración (en cm/s²) vs Magnitud de los sismos de la base final de datos. Elaboración propia.

B. Criterios para la selección de leyes de atenuación

Las siguientes leyes de atenuación es una expresión semi empírica y se eligieron teniendo como parámetros conocidos lo que viene hacer la magnitud local, el epicentro y luego debe ser conocidos la distancia epicentral al lugar de estudio (estación) y el tipo de suelo, bajo estos datos fueron elegidos las leyes que describirán la forma de disipación de energía que se libera en el epicentro. Lo cual tuvo como el objetivo más relevante de determinar los resultados de aceleraciones en suelos inorgánicos que se provocarán debido a un sismo de magnitud “M”, a una distancia establecida.

“Las relaciones de atenuación son desarrolladas mediante análisis de regresiones en bases de datos de registros sísmicos, por lo tanto, las relaciones de atenuación cambian con el tiempo a medida que la base de datos de los registros se incrementa”. (Kramer, 1996)

Se tomó las recopilaciones de Douglas y Mesa y Toro, de esto se clasificaron las primeras 18 leyes de atenuación y de ahí se tuvo la necesidad de extraer más leyes de diferentes autores adicionales eso se evidenciará en la tabla 20, para la certeza y la cercanía de los datos comparados con lo de registro y estas leyes de atenuación.

Teniendo como base los registros sísmicos como materia prima principal para lograr una curva de predicción de aceleraciones o ley de atenuación.

Se han evaluado 32 leyes de atenuación, que se encuentran detalladas en la Tabla 20 con sus respectivas ecuaciones, las leyes que se evaluaron son: Esteva -1967; Milne y Davenport -1969; Esteva – 1970; Davenport -1972; Esteva-Villaverde -

1973; Donovan -1973; McGuire -1974; Goldsack -1976; Donovan y Bornstein - 1978; Ohsaki -1980; Kawashima y otros -1984 (suelos blandos); Kawashima y otros -1984(suelos medianos); Kawashima y otros -1984 (suelos firmes); Crouse -1991; Huo&Hu -1991;Taylor -1992; Rinaldis -1998; Smit -2000; Casaverde y Vargas 1980 (cm/s²); Huaco 1980;Ruiz 1999; Donovan 1 (D1) (Aguiar 2000), Donovan 3 (D3) (Chavez 2010), Gómez-Ordaz-Tena-1 (GOT1) (USGS 2012), Gómez-Ordaz-Tena-2 (GOT2) (USGS 2012), Ordaz-Jara-Singh (OJS) (Gomez et al. 2005), Singh (Si), Grases 1 (G1) (Chavez 2010), Grases 2 (G2) (Chavez 2010), Aguiar 1 (A1) (Chavez 2010) y Aguiar 2 (A2) (Chavez 2010), Saragoni (Sa) (Chávez 2010).

Tabla 20: *Leyes De Atenuación Utilizadas En El Proyecto.*

REFERENCIA	LEYES DE ATENUACION (cm/seg ²)
Esteva -1967:	$a = \frac{2000 * e^{0.8*M}}{R^2}$
Milne y Davenport - 1969:	$a = \frac{0.69 * e^{1.64*M}}{1.1 * e^{1.10*M} + \Delta^2}$
Esteva – 1970:	$a = \frac{1230 * e^{0.8*M}}{(R + 25)^2}$
Davenport - 1972	$a = \frac{273.4 * e^{0.8*M}}{R^{1.64}}$
Esteva- Villaverde - 1973:	$a = \frac{5600 * e^{0.8*M}}{(R + 40)^2}$
Donovan -1973:	$a = \frac{1080 * e^{0.5*M}}{(R + 25)^{1.32}}$
McGuire -1974:	$a = \frac{472.3 * e^{0.64*M}}{(R + 25)^{1.301}}$

Goldsack -1976:	$a = \frac{4290 * e^{0.8*M}}{\{(R^2 + 20^2)\}^{0.5} + 25\}^2}$
Donovan y Bornstein - 1978:	$a = \frac{2154000 * R^{-2.1} * e^{(0.064+0.445*Log(R))*M}}{(R + 25)^{(2.515-0.486*Log(R))}}$
Ohsaki -1980	$a = 10^{0.440*M-1.381*Log(R)+1.04}$
Kawashima y otros -1984: (suelos blandos)	$a = \frac{403.8 * 10^{0.265*M}}{(\Delta + 30)^{1.218}}$
Kawashima y otros -1984: (suelos medianos)	$a = \frac{232.5 * 10^{0.313*M}}{(\Delta + 30)^{1.218}}$
Kawashima y otros -1984: (suelos firmes).	$a = \frac{987.4 * 10^{0.216*M}}{(\Delta + 30)^{1.218}}$
Crouse -1991:	$\ln(a) = 6.36 + 1.76M - 2.73\ln(R + 1.58e^{0.608*M}) + 0.00916 * 30$
Huo&Hu -1991:	$\ln(a) = 1.135 + 0.462M - 1.322\log(R + 0.231e^{0.626*M})$
Taylor -1992:	$a = e^{0.339+0.455M-0.67Log(R)-0.00207R} * 100$
Rinaldis -1998:	$a = e^{5.57+0.82M-1.59Log(R+15)-0.14-0.18}$
Smit -2000:	$a = 10^{0.72+0.44M-Log(R)-0.00231R}$
Casaverde y Vargas 1980 (cm/s ²)	$a = \frac{68.7 * e^{0.8*Ms}}{R + 25}$
Huaco 1980	$a = \frac{e^{(0.38+0.41Ms)}}{(R + 40)^{1.2}}$
Ruiz 1999	$a = \frac{e^{(6.15+0.285Ms)}}{R^{2.14}}$

Donovan 1 (D1)	$a = \frac{1320 * e^{(0.58M)}}{(R + 25)^{1.520}}$
Donovan 3 (D3)	$\ln(ah) = 6.98 + 0.50M - 1.25*\ln(R + 25)$
Gómez, Ordaz y Tena (GOT1)	$\ln(ah) = 2.308 + 0.780M - 0.844\ln(R) - 0.004(R)$
Gómez, Ordaz y Tena (GOT2)	$\ln(ah) = 1.237 + 1.519M - 0.0313M^2 - 0.844\ln(R) - 0.004(R)$
Ordaz, Jara y Singh (O.J.S.)	$\log_{10}(ah) = 1.760 + 0.30M - \log_{10}(R) - 0.00310(R)$
Singh (Si)	$\log_{10}(ah) = -0.148 + 0.623M - \log_{10}(R) - 0.00320(R)$
Grases 1 (G1)	$\ln(ah) = 3.75 + 0.470M - 0.570(\ln(R + 10) - 0.670)$
Grases 2 (G2)	$\ln(ah) = 3.75 + 0.470M - 0.570(\ln(R + 10) + 0.670)$
Aguiar 1 (Ag.1)	$\ln(ah) = 6.35 + 0.99M - 1.76 * \ln(R + 40) - 0.6$
Aguiar 2 (Ag.2)	$\ln(ah) = 6.35 + 0.99M - 1.76 * \ln(R + 40) + 0.6$
Sarangoni (Sa)	$\ln(ah) = 8.54 + 0.570M - 1.73\ln(R + 60)$

Fuente: Revista boletín de la tierra, (Julián Munera D. estudiante de ingeniería civil) y (Martinez, 2007) (Aguiar, 2000) (Chavez, 2010) (Gómez, Ordaz, & Tena, 2005).

Donde:

a (cm/seg² o gals): Aceleración Máxima en el punto de estudio para un sismo de magnitud M y distancia R.

M: Magnitud Richter, M del sismo.

R (Km): Distancia entre el punto

C. Metodología

Con las leyes de atenuación indicadas en la Tabla 20 y el registro obtenido para el sismo de magnitud 5.5 ubicado con epicentro en Junín a 12 km al Norte de Ñahuimpuquio, se calcularon las aceleraciones respectivas. Los resultados fueron comparados con un registro de aceleraciones de 27 instrumentos de redes de acelerógrafos (Tabla 22). A continuación, se revisó la aproximación sobre cuál de las leyes puede estar más cerca a los valores obtenidos con los

instrumentos y finalmente cuál de estas es la que mejor se ajusta a las características del lugar de estudio mencionado.

Para dicha comparación que hay entre las aceleraciones obtenidas por medio de las leyes de atenuación y los registros obtenidos mediante instrumentación del territorio peruano se utilizaron los siguientes tres métodos:

Los tres métodos fueron extraídos de Munera (2012; pag. 4):

C.1 El coeficiente de variación (Tabla 23)

Consistió en comparar el coeficiente de variación de las relaciones entre los valores calculados por cada ecuación y el valor registrado instrumentalmente por cada una de las 27 distancias a las cuales estaban ubicados los acelerógrafos. La expresión que indique el menor coeficiente de variación es la que mejor representa las condiciones de filtrado de las ondas sísmicas en la región considerada.

C.2 La diferencia absoluta (Tabla 24)

En este método se determinó las diferencias entre los valores encontrados por cada una de las ecuaciones y las aceleraciones registradas instrumentalmente. A continuación, se realizó la sumatoria de estos valores considerando como mejor estimación aquella ecuación que registre el valor mínimo de la sumatoria.

C.3 El método gráfico (Gráfico 10)

En este método se graficó las ecuaciones consideradas en este informe y las ecuaciones de correlación obtenidas con la información instrumental.

Luego se realizó una inspección grafica para visualizar cual ecuación se ajusta mejor a los valores registrados con los equipos.

D. Cálculos numéricos

En primer momento para la elaboración del informe se ha realizado la tarea de recopilar, integrar y uniformizar todos los datos registrados por los acelerógrafos.

El sismo de 5.5 en la escala de Richter con epicentro en la región Junín, fue escogido para el análisis; ya que se puede contar con un número importante de registro de aceleración y el tipo de suelo es granular. Es así que el presente informe se contrasto la información proporcionada por las estaciones de medición frente a las 32 leyes de atenuación.

El sismo seleccionado fue el que ocurrió el 13 de mayo del 2019 a las 07:10:29 (Hora epicentral UTC) y se ubica a 12 km al Norte de Ñahuimpuquio, Tayacaja (Huancavelica), llegando a estar el epicentro en el área territorial de Junín (Lat.: -12.23; Long. -75.10).

Tabla 21: Sismo De Control Para La Comparación.

N°	Fecha (dd-mm-aa)	IGP			CIP		
		Hora Epicentral UTC	ML	Localidad	Ubicación de estación acelerografica		
					Lugar de asiento	R (km)	Amax (cm/s2)
16	13/05/2019	07:10:29	5.5	Huancayo (A 12 km al Norte de Ñahuinpuquio) - Junín	GRAVA SATURADA	175.95	7.4
					GRAVA MAL GRADADA	21.73	5.29
					ARENOSO	62.81	4.75
					SUELO ARENOSO	254.98	3.9
					GRAVA ALUVIAL	210.33	3.47
					GRAVA ALUVIAL	212.64	2.79
					ARENA MEDIA	215.14	2.73
					GRAVA ARENOSA	303.75	2.22
					GRAVA MAL GRADADA	203.85	1.89
					GRAVA ALUVIAL	139.18	1.39
					GRAVA ARENOSA	335.74	1.37
					GRAVA ARCILLOSA	282.81	1.35
					GRAVA MAL GRADADA	139.26	1.25
					ARENOSO	518.97	0.99
					ARENA MAL GRADADA	508.1	0.63
					ARENA MAL GRADADA	507.65	0.55
					ARCILLA DE ALTA COMPENSIBILIDAD	730.41	0.46
					ARCILLA DE ALTA COMPENSIBILIDAD	728.86	0.43
					GRAVA	399.62	0.39
					ARENA ARCILLOSA	625.75	0.32
					ARCILLA DE ALTA COMPENSIBILIDAD	429.96	0.28
					GRAVA ARCILLOSA	446.78	0.21
					GRAVA ARENOSA	724.74	0.21
					ARCILLA DE BAJA COMPENSIBILIDAD	400.39	0.19
ARCILLA	715.63	0.15					
ARCILLA DE ALTA COMPENSIBILIDAD	654.51	0.12					
GRAVA ARENOSA	600.42	0.1					

Fuente: Instituto **geofísico del Perú** (IGP) y Colegio de ingeniero del Perú (CIP).

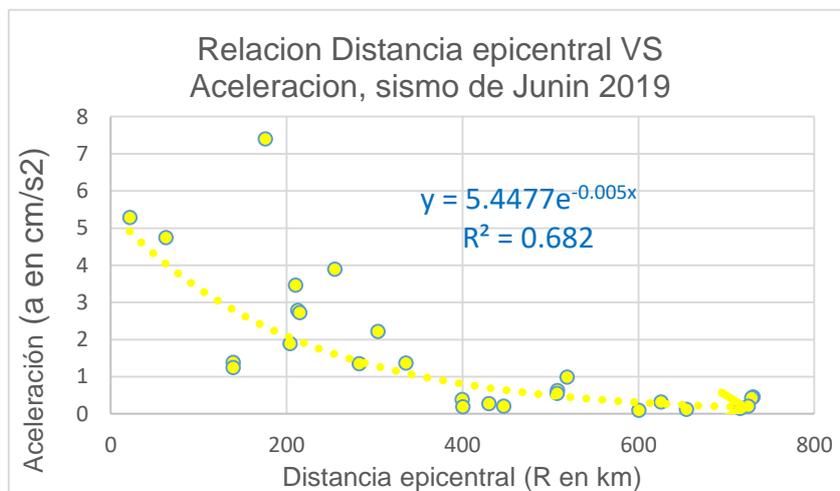


Grafico 9: Modelo de atenuación con regresión exponencial por lo cual se observa lo siguiente > R entonces < a y < R entonces > a .

D.1 Sismo de Huancayo (A 12 km al Norte de Ñahuinpuquio) - Junín del 13 de mayo del 2019 con magnitud 5.5 y profundidad focal de 89 km.

Tabla 22: Aceleraciones Calculadas Por Medio De Las Leyes De Atenuación.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) ubica su epicentro a 12 km al Norte de Nahuinpuquio, Tayacaja (Huancavelica), teniendo como epicentro en la provincia de Huancayo (Lat = -12.23 Y Long = -75.10).

		ML =	5.5	Aceleración estimada por medio de las Leyes de atenuacion (cm/s ²)																														
Estación	R (distancia epicentral)	Ac. Registrada																																
	Km	cm/s ²	Esteva 1967	Milne & Davenport 1969	Esteva 1970	Davenport 1972	Esteva - Villaverde 1973	Donovan 1973	McGuire 1974	Goldsack 1976	Donovan Y Bornstein 1978	Ohsaki 1980	Kawashima Y Otros - 1984 (suelos blandos)(cm/s ²)	Kawashima Y Otros - 1984 (suelos mediano)(cm/s ²)	Kawashima Y Otros - 1984 (suelos firmes)(cm/s ²)	Crouse 1991	Huo & Hu 1991	Taylor 1992	Rinaldis 1998	Smit 2000	Casaverde y Vargas 1980 a (cm/s ²)	Huaco (1980)	Ruiz (1999)	Donovan D1	Donovan D3	Gomez, Ordaz Y Tena 1	Gomez, Ordaz Y Tena 2	Ordaz, Jara Y Singh	Singh (SI)	Grases 1	Grases 2	Aguar 1 (cm/s ²)	Aguar 2 (cm/s ²)	Saragoni
1	175.95	7.4	5.26	0.18	2.48	4.63	9.78	15.40	16.09	8.56	6.85	2.29	17.60	18.61	23.14	4.86	1.98	37.28	4.09	3.08	27.85	0.02	0.04	10.12	22.22	4.62	35.77	4.33	2.95	42.03	19.58	5.67	18.82	9.23
2	21.73	5.29	344.99	6.08	45.88	142.86	119.70	105.65	107.35	117.50	87.58	41.07	94.70	100.13	124.50	128.59	5.72	208.30	56.28	56.59	119.74	0.10	3.09	92.94	137.62	50.03	387.35	101.80	74.46	115.15	53.65	51.36	170.53	57.81
3	62.81	4.75	41.29	1.29	12.99	25.06	43.15	45.95	47.25	42.27	24.48	9.48	46.47	49.14	61.09	34.58	3.44	93.95	17.06	15.74	63.72	0.05	0.32	35.63	62.55	17.33	134.18	26.52	19.03	71.72	33.42	20.93	69.49	28.58
4	254.98	3.9	2.51	0.09	1.28	2.52	5.24	9.94	10.45	4.43	4.52	1.37	11.85	12.53	15.58	2.11	1.61	24.69	2.36	1.39	19.99	0.02	0.02	6.11	14.68	2.46	19.07	1.63	1.14	34.35	16.00	3.27	10.87	5.60
5	210.33	3.47	3.68	0.13	1.81	3.45	7.28	12.51	13.10	6.26	5.58	1.79	14.58	15.42	19.17	3.27	1.80	30.80	3.15	2.14	23.78	0.02	0.02	7.96	18.24	3.46	26.82	2.72	1.92	38.16	17.78	4.37	14.51	7.30
6	212.64	2.79	3.60	0.12	1.77	3.39	7.15	12.35	12.94	6.14	5.51	1.76	14.41	15.24	18.95	3.19	1.79	30.43	3.10	2.09	23.55	0.02	0.02	7.84	18.02	3.40	26.33	2.65	1.86	37.93	17.67	4.30	14.28	7.19
7	215.14	2.73	3.52	0.12	1.74	3.33	7.01	12.18	12.76	6.01	5.44	1.73	14.24	15.05	18.71	3.11	1.77	30.04	3.04	2.04	23.30	0.02	0.02	7.72	17.79	3.33	25.81	2.57	1.81	37.69	17.56	4.23	14.03	7.08
8	303.75	2.22	1.77	0.06	0.93	1.89	3.86	8.04	8.48	3.22	3.76	1.08	9.78	10.34	12.85	1.40	1.46	19.85	1.81	0.90	17.02	0.01	0.01	4.79	12.01	1.75	13.53	0.97	0.67	31.19	14.53	2.50	8.30	4.37
9	203.85	1.89	3.92	0.14	1.91	3.63	7.67	12.98	13.59	6.62	5.78	1.87	15.08	15.94	19.82	3.51	1.83	31.88	3.30	2.29	24.45	0.02	0.03	8.31	18.89	3.65	28.26	2.94	2.07	38.81	18.08	4.68	15.20	7.61
10	139.18	1.39	8.41	0.29	3.72	6.80	14.21	20.11	20.93	12.74	9.05	3.16	22.36	23.65	29.40	8.00	2.25	47.07	5.75	4.73	34.08	0.03	0.06	13.76	28.61	6.52	50.51	6.84	4.89	47.65	22.20	7.87	26.14	12.38
11	335.74	1.37	1.45	0.05	0.77	1.60	3.23	7.12	7.52	2.68	3.40	0.94	8.74	9.25	11.50	1.10	1.38	17.37	1.56	0.69	15.51	0.01	0.01	4.16	10.70	1.41	10.94	0.70	0.48	29.51	13.75	2.14	7.10	3.77
12	282.81	1.35	2.04	0.07	1.06	2.12	4.38	8.77	9.24	3.67	4.05	1.19	10.58	11.19	13.91	1.65	1.52	21.74	2.02	1.08	18.18	0.01	0.01	5.29	13.04	2.02	15.63	1.21	0.84	32.45	15.12	2.79	9.28	4.84
13	139.26	1.25	8.40	0.29	3.71	6.79	14.19	20.10	20.92	12.73	9.04	3.16	22.35	23.63	29.38	7.99	2.25	47.04	5.75	4.73	34.07	0.03	0.06	13.75	28.59	6.52	50.47	6.83	4.89	47.64	22.19	7.87	26.12	12.37
14	518.97	0.99	0.60	0.02	0.34	0.78	1.46	4.14	4.41	1.18	2.28	0.51	5.33	5.64	7.01	0.38	1.08	8.88	0.80	0.17	10.29	0.01	0.00	2.23	6.40	0.47	3.64	0.12	0.08	23.16	10.79	1.06	3.53	1.95
15	508.1	0.63	0.63	0.02	0.35	0.81	1.52	4.25	4.52	1.23	2.32	0.53	5.46	5.78	7.18	0.40	1.09	9.21	0.82	0.18	10.50	0.01	0.00	2.30	6.56	0.50	3.87	0.13	0.09	23.44	10.92	1.10	3.65	2.02
16	507.65	0.55	0.63	0.02	0.35	0.81	1.52	4.25	4.53	1.23	2.32	0.53	5.47	5.78	7.19	0.40	1.10	9.22	0.83	0.18	10.51	0.01	0.00	2.30	6.57	0.50	3.88	0.14	0.09	23.45	10.92	1.10	3.66	2.02
17	730.41	0.46	0.31	0.01	0.18	0.45	0.77	2.68	2.87	0.61	1.74	0.32	3.59	3.79	4.71	0.16	0.89	4.56	0.47	0.04	7.41	0.00	0.00	1.35	4.25	0.15	1.17	0.02	0.01	19.12	8.91	0.60	2.01	1.14
18	728.86	0.43	0.31	0.01	0.18	0.45	0.77	2.69	2.88	0.61	1.74	0.32	3.59	3.80	4.73	0.16	0.89	4.58	0.47	0.04	7.42	0.00	0.00	1.36	4.26	0.15	1.18	0.02	0.01	19.14	8.92	0.61	2.01	1.14
19	399.62	0.39	1.02	0.04	0.56	1.21	2.36	5.74	6.08	1.93	2.87	0.74	7.19	7.60	9.45	0.72	1.25	13.50	1.19	0.41	13.18	0.01	0.01	3.25	8.72	0.95	7.32	0.37	0.25	26.80	12.48	1.62	5.39	2.91
20	625.75	0.32	0.42	0.01	0.24	0.58	1.03	3.27	3.49	0.82	1.95	0.40	4.29	4.54	5.65	0.23	0.97	6.28	0.60	0.08	8.60	0.01	0.00	1.70	5.12	0.26	2.03	0.05	0.03	20.86	9.72	0.78	2.59	1.46
21	429.96	0.28	0.88	0.03	0.48	1.07	2.07	5.24	5.56	1.68	2.69	0.67	6.61	6.99	8.70	0.60	1.20	12.11	1.07	0.33	12.30	0.01	0.01	2.92	8.00	0.79	6.09	0.28	0.19	25.73	11.99	1.44	4.79	2.61
22	446.78	0.21	0.82	0.03	0.45	1.00	1.92	4.99	5.30	1.57	2.59	0.63	6.33	6.69	8.32	0.55	1.18	11.40	1.01	0.29	11.86	0.01	0.00	2.77	7.65	0.71	5.51	0.24	0.16	25.18	11.73	1.36	4.50	2.46
23	724.74	0.21	0.31	0.01	0.18	0.45	0.78	2.71	2.90	0.62	1.75	0.32	3.62	3.83	4.76	0.16	0.90	4.64	0.48	0.04	7.46	0.00	0.00	1.37	4.29	0.16	1.21	0.02	0.01	19.21	8.95	0.61	2.03	1.15
24	400.39	0.19	1.02	0.04	0.55	1.20	2.35	5.72	6.07	1.93	2.87	0.73	7.17	7.58	9.43	0.72	1.25	13.50	1.19	0.41	13.15	0.01	0.01	3.24	8.70	0.94	7.28	0.37	0.25	26.77	12.47	1.62	5.37	2.91
25	715.63	0.15	0.32	0.01	0.18	0.46	0.80	2.75	2.95	0.64	1.77	0.33	3.67	3.88	4.83	0.17	0.90	4.76	0.48	0.04	7.56	0.00	0.00	1.39	4.35	0.16	1.26	0.02	0.01	19.34	9.01	0.63	2.08	1.18
26	654.51	0.12	0.38	0.01	0.22	0.54	0.95	3.08	3.30	0.76	1.89	0.37	4.08	4.31	5.36	0.21	0.95	5.74	0.56	0.06	8.23	0.01	0.00	1.59	4.85	0.22	1.74	0.04	0.02	20.34	9.47	0.73	2.41	1.36
27	600.42	0.1	0.45	0.02	0.26	0.62	1.11	3.44	3.67	0.89	2.02	0.42	4.51	4.76	5.92	0.26	1.00	6.80	0.64	0.09	8.95	0.01	0.00	1.80	5.38	0.30	2.32	0.06	0.04	21.35	9.94	0.84	2.78	1.56

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Coeficiente De Variación

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) ubica su epicentro a 12 km al Norte de Nahuimpuquio, Tayacaja (Huancavelica), teniendo como epicentro en la provincia de Huancayo (Lat = -12.23 Y Long = -75.10).

Estación	R (distancia epicentral) Km	Ac. Registrada cm/s2	ML = 5.5		Aceleración estimada (cm/s2) / Aceleración Registrada (cm/s2) (ae/ar)																													
			Esteva 1967	Milne & Davenport 1969	Esteva 1970	Davenport 1972	Esteva - Villaverde 1973	Donovan 1973	McGuire 1974 (cm/s2)	Golsack 1976	Donovan Y Bornstein 1978	Ohasaki 1980	Kawashim a Y Otros - 1984 (suelos blandos) (cm/s2)	Kawashim a Y Otros - 1984 (suelos medianos) (cm/s2)	Kawashim a Y Otros - 1984 (suelos firmes) (cm/s2)	Crouse 1991	Huo & Hu 1991	Taylor 1992	Rinaldis 1998	Smit 2000	Casaverde y Vargas 1980 a (cm/s2)	Huaco (1980)	Ruiz (1999)	Donovan D1	Donovan D3	Gomez Ordaz Y Tena 1	Gomez Ordaz Y Tena 2	Ordaz Jara Y Singh	Singh (SI)	Grases 1	Grases 2	Aguar 1 (cm/s2)	Aguar 2 (cm/s2)	Saragori
1	175.95	7.4	0.7	0.0	0.3	0.6	1.3	2.1	2.2	1.2	0.9	0.3	2.4	2.5	3.1	0.7	0.3	5.0	0.6	0.4	3.8	0.0	0.0	1.4	3.0	0.6	4.8	0.6	0.4	5.7	2.6	0.8	2.5	1.2
2	217.73	5.29	65.2	1.1	8.7	27.0	22.6	20.0	20.3	22.2	16.6	7.8	17.9	18.9	23.5	24.3	1.1	39.4	10.6	10.7	22.6	0.0	0.6	17.6	26.0	9.5	73.2	19.2	14.1	21.8	10.1	9.7	32.2	10.9
3	62.81	4.75	8.7	0.3	2.7	5.3	9.1	9.7	9.9	8.9	5.2	2.0	9.8	10.3	12.9	7.3	0.7	19.8	3.6	3.3	13.4	0.0	0.1	7.5	13.2	3.6	28.2	5.6	4.0	15.1	7.0	4.4	14.6	6.0
4	254.98	3.9	0.6	0.0	0.3	0.6	1.3	2.5	2.7	1.1	1.2	0.4	3.0	3.2	4.0	0.5	0.4	6.3	0.6	0.4	5.1	0.0	0.0	1.6	3.8	0.6	4.9	0.4	0.3	8.8	4.1	0.8	2.8	1.4
5	210.33	3.47	1.1	0.0	0.5	1.0	2.1	3.6	3.8	1.8	1.6	0.5	4.2	4.4	5.5	0.9	0.5	8.9	0.9	0.6	6.9	0.0	0.0	2.3	5.3	1.0	7.7	0.8	0.6	11.0	5.1	1.3	4.2	2.1
6	212.64	2.79	1.3	0.0	0.6	1.2	2.6	4.4	4.6	2.2	2.0	0.6	5.2	5.5	6.8	1.1	0.6	10.9	1.1	0.8	8.4	0.0	0.0	2.8	6.5	1.2	9.4	0.9	0.7	13.6	6.3	1.5	5.1	2.6
7	215.14	2.73	1.3	0.0	0.6	1.2	2.6	4.5	4.7	2.2	2.0	0.6	5.2	5.5	6.9	1.1	0.6	11.0	1.1	0.7	8.5	0.0	0.0	2.8	6.5	1.2	9.5	0.9	0.7	13.8	6.4	1.5	5.1	2.6
8	303.75	2.22	0.8	0.0	0.4	0.9	1.7	3.6	3.8	1.5	1.7	0.5	4.4	4.7	5.8	0.6	0.7	8.9	0.8	0.4	7.7	0.0	0.0	2.2	5.4	0.8	6.1	0.4	0.3	14.1	6.5	1.1	3.7	2.0
9	203.85	1.89	2.1	0.1	1.0	1.9	4.1	6.9	7.2	3.5	3.1	1.0	8.0	8.4	10.5	1.9	1.0	16.9	1.7	1.2	12.9	0.0	0.0	4.4	10.0	1.9	15.0	1.6	1.1	20.5	9.6	2.4	8.0	4.0
10	139.18	1.39	6.1	0.2	2.7	4.9	10.2	14.5	15.1	9.2	6.5	2.3	16.1	17.0	21.2	5.8	1.6	33.9	4.1	3.4	24.5	0.0	0.0	9.9	20.6	4.7	36.3	4.9	3.5	34.3	16.0	5.7	18.8	8.9
11	335.74	1.37	1.1	0.0	0.6	1.2	2.4	5.2	5.5	2.0	2.5	0.7	6.4	6.7	8.4	0.8	1.0	12.7	1.1	0.5	11.3	0.0	0.0	3.0	7.8	1.0	8.0	0.5	0.3	21.5	10.0	1.6	5.2	2.8
12	282.81	1.35	1.5	0.1	0.8	1.6	3.2	6.5	6.8	2.7	3.0	0.9	7.8	8.3	10.3	1.2	1.1	16.1	1.5	0.8	13.5	0.0	0.0	3.9	9.7	1.5	11.6	0.9	0.6	24.0	11.2	2.1	6.9	3.6
13	139.26	1.25	6.7	0.2	3.0	5.4	11.4	16.1	16.7	10.2	7.2	2.5	17.9	18.9	23.5	6.4	1.8	37.6	4.6	3.8	27.3	0.0	0.0	11.0	22.9	5.2	40.4	5.5	3.9	38.1	17.8	6.3	20.9	9.9
14	518.97	0.99	0.6	0.0	0.3	0.8	1.5	4.2	4.4	1.2	2.3	0.5	5.4	5.7	7.1	0.4	1.1	9.0	0.8	0.2	10.4	0.0	0.0	2.3	6.5	0.5	3.7	0.1	0.1	23.4	10.9	1.1	3.6	2.0
15	508.1	0.63	1.0	0.0	0.6	1.3	2.4	6.7	7.2	1.9	3.7	0.8	8.7	9.2	11.4	0.6	1.7	14.6	1.3	0.3	16.7	0.0	0.0	3.6	10.4	0.8	6.1	0.2	0.1	37.2	17.3	1.7	5.8	3.2
16	507.65	0.55	1.1	0.0	0.6	1.5	2.8	7.7	8.2	2.2	4.2	1.0	9.9	10.5	13.1	0.7	2.0	16.8	1.5	0.3	19.1	0.0	0.0	4.2	11.9	0.9	7.1	0.2	0.2	42.6	19.9	2.0	6.7	3.7
17	730.41	0.46	0.7	0.0	0.4	1.0	1.7	5.8	6.2	1.3	3.8	0.7	7.8	8.2	10.2	0.3	1.9	9.9	1.0	0.1	16.1	0.0	0.0	2.9	9.2	0.3	2.5	0.0	0.0	41.6	19.4	1.3	4.4	2.5
18	728.86	0.43	0.7	0.0	0.4	1.0	1.8	6.3	6.7	1.4	4.1	0.7	8.4	8.8	11.0	0.4	2.1	10.7	1.1	0.1	17.3	0.0	0.0	3.2	9.9	0.4	2.7	0.0	0.0	44.5	20.7	1.4	4.7	2.7
19	399.62	0.39	2.6	0.1	1.4	3.1	6.1	14.7	15.6	5.0	7.4	1.9	18.4	19.5	24.2	1.8	3.2	34.7	3.1	1.1	33.8	0.0	0.0	8.3	22.4	2.4	18.8	1.0	0.6	68.7	32.0	4.2	13.8	7.5
20	625.75	0.32	1.3	0.0	0.7	1.8	3.2	10.2	10.9	2.6	6.1	1.2	13.4	14.2	17.6	0.7	3.0	19.6	1.9	0.2	26.9	0.0	0.0	5.3	16.0	0.8	6.3	0.1	0.1	65.2	30.4	2.4	8.1	4.6
21	429.96	0.28	3.1	0.1	1.7	3.8	7.4	18.7	19.8	6.0	9.6	2.4	23.6	25.0	31.1	2.1	4.3	43.2	3.8	1.2	43.9	0.0	0.0	10.4	28.6	2.8	21.8	1.0	0.7	91.9	42.8	5.2	17.1	9.3
22	446.78	0.21	3.9	0.1	2.1	4.8	9.2	23.8	25.2	7.5	12.4	3.0	30.1	31.9	39.6	2.6	5.6	54.3	4.8	1.4	56.5	0.0	0.0	13.2	36.4	3.4	26.3	1.1	0.8	119.9	55.9	6.5	21.4	11.7
23	724.74	0.21	1.5	0.1	0.8	2.2	3.7	12.9	13.8	3.0	8.3	1.5	17.2	18.2	22.7	0.8	4.3	22.1	2.3	0.2	35.5	0.0	0.0	6.5	20.4	0.7	5.7	0.1	0.1	91.5	42.6	2.9	9.7	5.5
24	400.39	0.19	5.3	0.2	2.9	6.3	12.4	30.1	31.9	10.1	15.1	3.9	37.7	39.9	49.6	3.8	6.6	71.1	6.3	2.2	69.2	0.0	0.0	17.0	45.8	5.0	38.3	1.9	1.3	140.9	65.6	8.5	28.3	15.3
25	715.63	0.15	2.1	0.1	1.2	3.1	5.3	18.4	19.7	4.2	11.8	2.2	24.5	25.9	32.2	1.1	6.0	31.8	3.2	0.3	50.4	0.0	0.0	9.3	29.0	1.1	8.4	0.1	0.1	128.9	60.1	4.2	13.8	7.9
26	654.51	0.12	3.2	0.1	1.8	4.5	7.9	25.7	27.5	6.3	15.7	3.1	34.0	35.9	44.6	1.7	7.9	47.8	4.6	0.5	68.6	0.0	0.0	13.2	40.4	1.9	14.5	0.3	0.2	169.5	79.0	6.0	20.1	11.3
27	800.42	0.1	4.5	0.2	2.6	6.2	11.1	34.4	36.7	8.9	20.2	4.2	45.1	47.6	59.2	2.6	10.0	68.0	6.4	0.9	89.5	0.1	0.0	18.0	53.8	3.0	23.2	0.6	0.4	213.5	99.4	8.4	27.8	15.6
PROMEDIO			4.77	0.12	1.48	3.49	5.59	11.82	12.49	4.83	6.59	1.75	14.54	15.37	19.11	2.68	2.64	25.22	2.76	1.33	26.66	0.02	0.04	6.96	17.82	2.11	16.32	1.82	1.30	56.35	26.25	3.52	11.68	5.95
DESVIACION ESTANDAR (Sx)			12.3	0.2	1.7	5.1	4.9	8.9	9.5	4.6	5.4	1.6	11.4	12.1	15.0	4.7	2.6	18.8	2.4	2.1	22.5	0.0	0.1	5.2	13.7	2.1	16.0	3.8	2.8	54.9	25.6	2.6	8.8	4.3
COEFICIENTE DE VARIACION			2.6	1.8	1.1	1.5	0.9	0.8	0.8	1.0	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	1.8	1.0	0.7	0.9	1.6	0.8	0.8	3.0	0.7	0.8	1.0	1.0	2.1	2.2	1.0	1.0	0.8	0.8	0.7
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			257.1	175.8	114.4	145.0	88.0	75.5	75.8	96.1	81.9	93.2	78.5	78.5	78.5	175.5	96.9	74.4	85.4	160.4	84.6	80.5	301.8	74.8	77.0	98.0	98.0	209.5	215.1	97.3	97.3	75.0	75.0	72.0
			CV max (%) = 301.8														CV min (%) = 72.0																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Diferencia Absoluta

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) ubica su epicentro a 12 km al Norte de Nahuimpuquio, Tayacaja (Huancavelica), teniendo como epicentro en la provincia de Huancayo (Lat = -12.23 Y Long = -75.10).

Estación	R (distancia epicentral)	Ac. Registrada	Aceleración estimada por medio de la diferencia absoluta (cm/s ²) (ar - ae)																																
	Km	cm/s ²	Esteva 1967	Milne & Davenport 1969	Esteva 1970	Davenport 1972	Esteva - Villaverde 1973	Donovan 1973	McGuire 1974(cm/s ²)	Golsack 1976	Donovan Y Bornstein 1978	Ohsaki 1980	Kawashim a Y Otros - 1984 (suelos blandos)(cm/s ²)	Kawashim a Y Otros - 1984 (suelos mediano)(cm/s ²)	Kawashim a Y Otros - 1984 (suelos firmes)(cm/s ²)	Crouse 1991	Huo & Hu 1991	Taylor 1992	Rinaldis 1998	Smit 2000	Casaverde y Vargas 1980 a (cm/s ²)	Huaco (1980)	Ruiz (1999)	Donovan D1	Donovan D3	Gomez, Ordaz Y Tena 1	Gomez, Ordaz Y Tena 2	Ordaz, Jara Y Singh	Singh (Sj)	Grases 1	Grases 2	Aguar 1(cm/s ²)	Aguar 2 (cm/s ²)	Saragori	
1	175.95	7.4	2.14	7.22	4.92	2.77	2.38	8.00	8.69	1.16	0.55	5.11	10.20	11.21	15.74	2.54	5.42	29.88	3.31	4.32	20.45	7.38	7.36	2.72	14.82	2.78	28.37	3.07	4.45	34.63	12.18	1.73	11.42	1.83	
2	21.73	5.29	339.70	0.79	40.59	137.57	114.41	100.36	102.06	112.21	82.29	35.78	89.41	94.84	119.21	123.30	0.43	203.01	50.99	51.30	114.45	5.19	2.20	87.65	132.33	44.74	382.06	96.51	69.17	108.86	48.36	46.07	165.24	52.52	
3	62.81	4.75	36.54	3.46	8.24	20.31	38.40	41.20	42.50	37.52	19.73	4.73	41.72	44.39	56.34	29.83	1.31	89.20	12.31	10.99	58.97	4.70	4.43	30.88	57.80	12.58	129.43	21.77	14.28	66.97	28.67	16.18	64.74	23.83	
4	254.98	3.9	1.39	3.81	2.62	1.38	1.34	6.04	6.55	0.53	0.62	2.53	7.95	8.63	11.68	1.79	2.29	20.79	1.54	2.51	16.09	3.88	3.88	2.21	10.78	1.44	15.17	2.27	2.76	30.45	12.10	0.63	6.97	1.70	
5	210.33	3.47	0.21	3.34	1.66	0.02	3.81	9.04	9.63	2.79	2.11	1.68	11.11	11.95	15.70	0.20	1.67	27.33	0.32	1.33	20.31	3.45	3.45	4.49	14.77	0.01	23.35	0.75	1.55	34.69	14.31	0.90	11.04	3.83	
6	212.64	2.79	0.81	2.67	1.02	0.60	4.36	9.56	10.15	3.35	2.72	1.03	11.62	12.45	16.16	0.40	1.00	27.64	0.31	0.70	20.76	2.77	2.77	5.05	15.23	0.61	23.54	0.14	0.93	35.14	14.88	1.51	11.49	4.40	
7	215.14	2.73	0.79	2.61	0.99	0.60	4.28	9.45	10.03	3.28	2.71	1.00	11.51	12.32	15.98	0.38	0.96	27.31	0.31	0.69	20.57	2.71	2.71	4.99	15.06	0.60	23.08	0.16	0.92	34.96	14.83	1.50	11.30	4.35	
8	303.75	2.22	0.45	2.16	1.29	0.33	1.64	5.82	6.26	1.00	1.54	1.14	7.56	8.12	10.63	0.82	0.76	17.63	0.41	1.32	14.80	2.21	2.21	2.57	9.79	0.47	11.31	1.25	1.55	28.97	12.31	0.28	6.08	2.15	
9	203.85	1.89	2.03	1.75	0.02	1.74	5.78	11.09	11.70	4.73	3.89	0.02	13.19	14.05	17.93	1.62	0.06	29.99	1.41	0.40	22.56	1.87	1.86	6.42	17.00	1.76	26.37	1.05	0.18	36.92	16.19	2.69	13.31	5.72	
10	139.18	1.39	7.02	1.10	2.33	5.41	12.82	18.72	19.54	11.35	7.66	1.77	20.97	22.26	28.01	6.61	0.86	45.68	4.36	3.34	32.69	1.36	1.33	12.37	27.22	5.13	49.12	5.45	3.50	46.26	20.81	6.48	24.75	10.99	
11	335.74	1.37	0.08	1.32	0.60	0.23	1.86	5.75	6.15	1.31	2.03	0.43	7.37	7.88	10.13	0.27	0.01	16.00	0.19	0.68	14.14	1.36	1.36	2.79	9.33	0.04	9.57	0.67	0.89	28.14	12.38	0.77	5.73	2.40	
12	282.81	1.35	0.69	1.28	0.29	0.77	3.03	7.42	7.89	2.32	2.70	0.16	9.23	9.84	12.56	0.30	0.17	20.39	0.67	0.27	16.83	1.34	1.34	3.94	11.69	0.67	14.28	0.14	0.51	31.10	13.77	1.44	7.93	3.49	
13	139.26	1.25	7.15	0.96	2.46	5.54	12.94	18.85	19.67	11.48	7.79	1.91	21.10	22.38	28.13	6.74	1.00	45.79	4.50	3.48	32.82	1.22	1.19	12.50	27.34	5.27	49.22	5.58	3.64	46.39	20.94	6.62	24.87	11.12	
14	518.97	0.99	0.39	0.97	0.65	0.21	0.47	3.15	3.42	0.19	1.29	0.48	4.34	4.65	6.02	0.61	0.09	7.89	0.19	0.82	9.30	0.98	0.99	1.24	5.41	0.52	2.65	0.87	0.91	22.17	9.80	0.07	2.54	0.96	
15	508.1	0.63	0.00	0.61	0.28	0.18	0.89	3.62	3.89	0.60	1.69	0.10	4.83	5.15	6.55	0.23	0.46	8.58	0.19	0.45	9.87	0.62	0.63	1.67	5.93	0.13	3.24	0.50	0.54	22.81	10.29	0.47	3.02	1.39	
16	507.65	0.55	0.08	0.53	0.20	0.26	0.97	3.70	3.98	0.68	1.77	0.02	4.92	5.23	6.64	0.15	0.55	8.67	0.28	0.37	9.96	0.54	0.55	1.75	6.02	0.05	3.33	0.41	0.46	22.90	10.37	0.55	3.11	1.47	
17	730.41	0.46	0.15	0.45	0.28	0.01	0.31	2.22	2.41	0.15	1.28	0.14	3.13	3.33	4.25	0.30	0.43	4.10	0.01	0.42	6.95	0.46	0.46	0.89	3.79	0.31	0.71	0.44	0.45	18.66	8.45	0.14	1.55	0.68	
18	728.86	0.43	0.12	0.42	0.25	0.02	0.34	2.26	2.45	0.18	1.31	0.11	3.16	3.37	4.30	0.27	0.46	4.15	0.04	0.39	6.99	0.43	0.43	0.93	3.83	0.28	0.75	0.41	0.42	18.71	8.49	0.18	1.58	0.71	
19	399.62	0.39	0.63	0.35	0.17	0.82	1.97	5.35	5.69	1.54	2.48	0.35	6.80	7.21	9.06	0.33	0.86	13.15	0.80	0.02	12.79	0.38	0.38	2.86	8.33	0.56	6.93	0.02	0.14	26.41	12.09	1.23	5.00	2.52	
20	625.75	0.32	0.10	0.31	0.08	0.26	0.71	2.95	3.17	0.50	1.63	0.08	3.97	4.22	5.33	0.09	0.65	5.96	0.28	0.24	8.28	0.31	0.32	1.38	4.80	0.06	1.71	0.27	0.29	20.54	9.40	0.46	2.27	1.14	
21	429.96	0.28	0.60	0.25	0.20	0.79	1.79	4.96	5.28	1.40	2.41	0.39	6.33	6.71	8.42	0.32	0.92	11.83	0.79	0.05	12.02	0.27	0.27	2.64	7.72	0.51	5.81	0.00	0.09	25.45	11.71	1.16	4.51	2.33	
22	446.78	0.21	0.61	0.18	0.24	0.79	1.71	4.78	5.09	1.36	2.38	0.42	6.12	6.48	8.11	0.34	0.97	11.19	0.80	0.08	11.65	0.20	0.21	2.56	7.44	0.50	5.30	0.03	0.05	24.97	11.52	1.15	4.29	2.25	
23	724.74	0.21	0.10	0.20	0.03	0.24	0.57	2.50	2.69	0.41	1.54	0.11	3.41	3.62	4.55	0.05	0.69	4.43	0.27	0.17	7.25	0.21	0.21	1.16	4.08	0.05	1.00	0.19	0.20	19.00	8.74	0.40	1.82	0.94	
24	400.39	0.19	0.83	0.15	0.36	1.01	2.16	5.53	5.88	1.74	2.68	0.54	6.98	7.39	9.24	0.53	1.06	13.31	1.00	0.22	12.96	0.18	0.18	3.05	8.51	0.75	7.09	0.18	0.06	26.58	12.28	1.43	5.18	2.72	
25	715.63	0.15	0.17	0.14	0.03	0.31	0.65	2.60	2.80	0.49	1.62	0.18	3.52	3.73	4.68	0.02	0.75	4.61	0.33	0.11	7.41	0.15	0.15	1.24	4.20	0.01	1.11	0.13	0.14	19.19	8.86	0.48	1.93	1.03	
26	654.51	0.12	0.26	0.11	0.10	0.42	0.83	2.96	3.18	0.64	1.77	0.25	3.96	4.19	5.24	0.09	0.83	5.62	0.44	0.06	8.11	0.11	0.12	1.47	4.73	0.10	1.62	0.08	0.10	20.22	9.35	0.61	2.29	1.24	
27	600.42	0.1	0.35	0.08	0.16	0.52	1.01	3.34	3.57	0.79	1.92	0.32	4.41	4.66	5.82	0.16	0.90	6.70	0.54	0.01	8.85	0.09	0.10	1.70	5.28	0.20	2.22	0.04	0.06	21.25	9.84	0.74	2.68	1.46	
SUMATORIA			21.34	379.77	15.27	56.37	162.03	156.54	155.60	159.80	151.42	103.19	48.16	149.27	159.07	202.96	157.47	9.44	342.87	68.14	69.11	209.96	21.15	17.88	123.46	215.74	61.54	555.03	123.61	90.66	241.91	101.31	64.61	248.37	79.88
<= 21.34 Y/O Numero mas proximo																																			
NO SI NO SI SI NO																																			

Fuente: Elaboración propia

Nota: las leyes de atenuación a usarse serán de Huaco (1980), Ruiz (1999) y Milne & Davenport (1969) en este método de diferencia absoluta (DA) ya que son las que menores diferencias de valores se tiene una con otra respecto a las aceleraciones registradas por medio de la red de acelerógrafos.

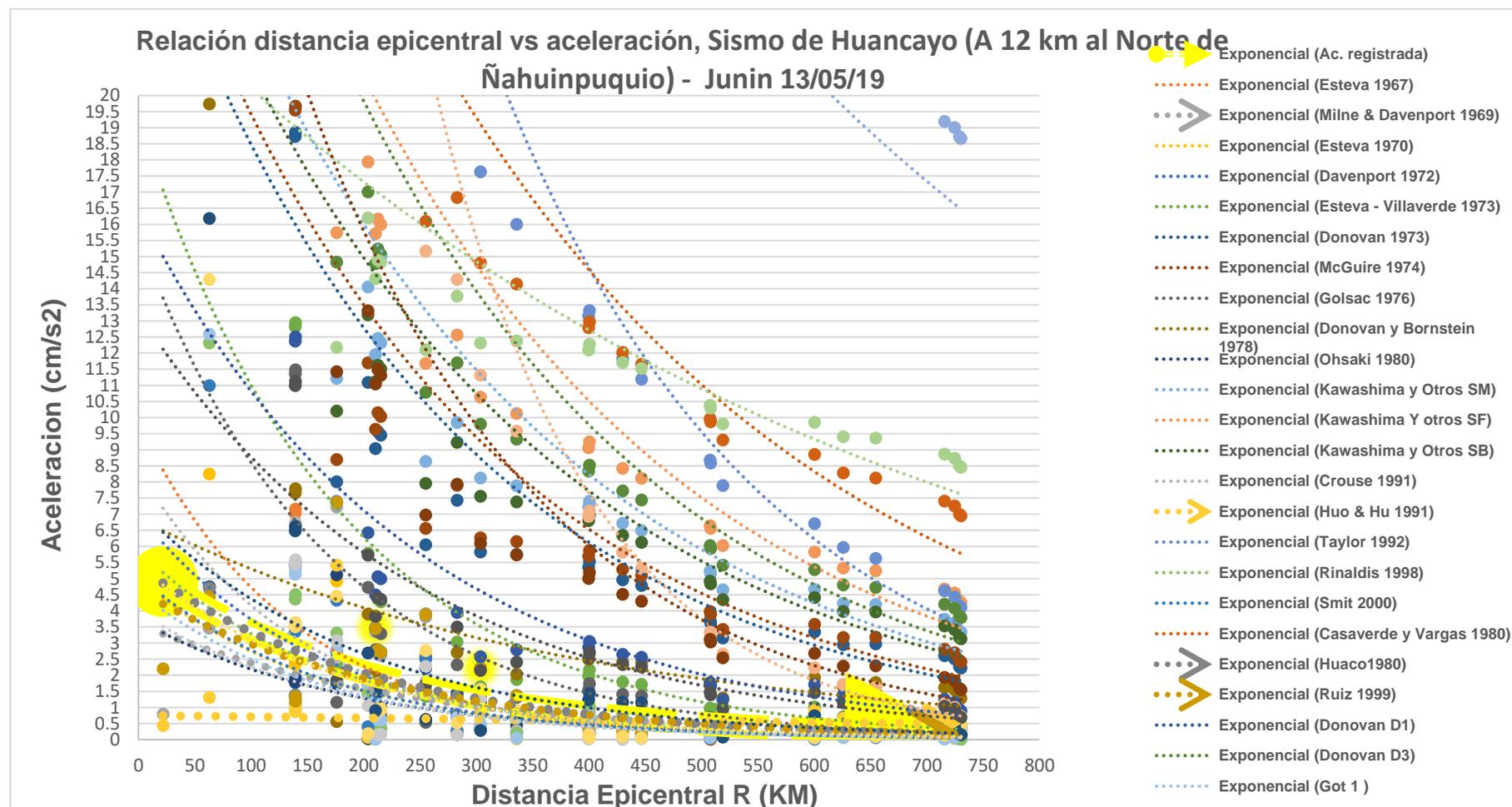


Gráfico 10: Método gráfico. Sismo de Huancayo (A 12 km al Norte de Ñahuinpuquio) - Junín del 13 de mayo del 2019 con magnitud 5.5 y profundidad focal de 89 km. En el gráfico queda demostrado las líneas de tendencias son descendentes es a mayor distancia epicentral menores aceleraciones y a menores distancias epicentrales mayores serán las aceleraciones ($> R$ entonces $< a$ y $< R$ entonces $> a$).

Nota: Del gráfico se dio a conocer las tres leyes de atenuación que mejor se ajustan a línea de tendencia exponencial (línea exponencial amarilla) y son: Huaco (1980), Ruiz (1999) y Milne & Davenport (1969).

D.2 Aceleraciones Obtenidas para el distrito de El Tambo - Umuto con los

Sismos registrados en el 2017 - 2021.

Para el cálculo respectivo de las aceleraciones se tuvo que conocer las distancias epicentrales es decir R (km), para eso el cálculo se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 25: *Cálculo De Distancia Epicentral De La Calicata N° 01.*

N°	Coordenadas del Epicentro			Coordenadas de la calicata			R (km)	
	Localidad	Lat ₁	long ₁	Calicata N°	Lat ₂	Long ₂	Ley de cosenos (2)	Formula (3)
1	Junin - Junin	-11.30	-76.04				120.86	120.93
2	Merced-Junin	-10.86	-75.36				131.71	130.33
3	Tarma -Junin	-11.24	-75.56				95.87	95.13
4	Oroya-Junin	-11.44	-76.07				113.51	113.87
5	Satipo-Junin	-10.74	-74.73				153.96	152.68
6	Satipo-Junin	-11.05	-74.7				123.73	122.94
7	Satipo-Junin	-10.81	-74.74				146.29	145.11
8	Huasicancha-Junin	-12.52	-75.3				54.33	53.78
9	Merced-Junin	-11.2	-75.45	C1			96.26	95.36
10	Merced,Chanchamayo	-11.36	-75.36		-12.037016	-75.224313	76.72	75.95
11	Satipo ,Satipo - Junin	-11.41	-74.78				84.86	84.53
12	Satipo ,Satipo - Junin	-10.76	-74.63				156.08	154.94
13	Satipo ,Satipo - Junin	-10.86	-74.54				150.63	149.76
14	Satipo (A 53 km NE de Campo de Arminio) - Junin	-12.19	-74.35				96.56	97.64
15	Merced, Chanchamayo - Jui	-11.09	-75.58				112.21	111.28
16	Hyo (A 12 KM al N de Ñahuinpuquio) - Junin	-12.23	-75.1				25.36	25.25
17	Junin - Hyo - El Tambo	-10.99	-75.53				121.09	119.98
18	Concepcion - Hyo	-11.63	-75.2				45.34	44.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Calculo De Distancia Epicentral De La Calicata N° 02.

N°	Coordenadas del Epicentro			Coordenadas de la calicata			R (km)	
	Localidad	Lat ₁	long ₁	Calicata N°	Lat ₂	Long ₂	Ley de cosenos (2)	Formula (3)
1	Junin - Junin	-11.30	-76.04				120.88	120.95
2	Merced-Junin	-10.86	-75.36				131.65	130.27
3	Tarma -Junin	-11.24	-75.56				95.84	95.10
4	Oroya-Junin	-11.44	-76.07				113.54	113.91
5	Satipo-Junin	-10.74	-74.73				153.86	152.59
6	Satipo-Junin	-11.05	-74.7				123.62	122.84
7	Satipo-Junin	-10.81	-74.74				146.20	145.01
8	Huasicancha-Junin	-12.52	-75.3				54.41	53.86
9	Merced-Junin	-11.2	-75.45				96.22	95.32
10	Merced,Chanchamayo	-11.36	-75.36				76.67	75.91
11	Satipo ,Satipo - Junin	-11.41	-74.78	C2	-12.036407	-75.223476	84.75	84.43
12	Satipo ,Satipo - Junin	-10.76	-74.63				155.98	154.84
13	Satipo ,Satipo - Junin	-10.86	-74.54				150.53	149.66
14	Satipo (A 53 km NE de Campo de Arminio) - Junin	-12.19	-74.35				96.49	97.56
15	Merced, Chanchamayo - Junin	-11.09	-75.58				112.17	111.25
16	Hyo (A 12 KM al N de Ñahuinpuquio) - Junin	-12.23	-75.1				25.37	25.26
17	Junin - Hyo - El Tambo	-10.99	-75.53				121.05	119.94
18	Concepcion - Hyo	-11.63	-75.2				45.26	44.78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Calculo De Distancia Epicentral De La Calicata N° 03.

N°	Coordenadas del Epicentro			Coordenadas de la calicata			R (km)	
	Localidad	Lat ₁	long ₁	Calicata N°	Lat ₂	Long ₂	Ley de cosenos (2)	Formula (3)
1	Junin - Junin	-11.30	-76.04				120.83	120.90
2	Merced-Junin	-10.86	-75.36				131.61	130.23
3	Tarma -Junin	-11.24	-75.56				95.79	95.05
4	Oroya-Junin	-11.44	-76.07				113.49	113.86
5	Satipo-Junin	-10.74	-74.73				153.83	152.55
6	Satipo-Junin	-11.05	-74.7				123.60	122.81
7	Satipo-Junin	-10.81	-74.74				146.16	144.98
8	Huasicancha-Junin	-12.52	-75.3				54.45	53.90
9	Merced-Junin	-11.2	-75.45				96.17	95.27
10	Merced,Chanchamayo	-11.36	-75.36				76.62	75.86
11	Satipo ,Satipo - Junin	-11.41	-74.78	C3	-12.035998	-75.223722	84.73	84.40
12	Satipo ,Satipo - Junin	-10.76	-74.63				155.95	154.81
13	Satipo ,Satipo - Junin	-10.86	-74.54				150.50	149.63
14	Satipo (A 53 km NE de Campo de Arminio) - Junin	-12.19	-74.35				96.52	97.59
15	Merced, Chanchamayo - Junin	-11.09	-75.58				112.12	111.20
16	Hyo (A 12 KM al N de Ñahuinpuquio) - Junin	-12.23	-75.1				25.42	25.31
17	Junin - Hyo - El Tambo	-10.99	-75.53				121.00	119.89
18	Concepcion - Hyo	-11.63	-75.2				45.22	44.74

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: *Calculo De Distancia Epicentral De La Calicata N° 04.*

N°	Coordenadas del Epicentro			Coordenadas de la calicata			R (km)	
	Localidad	Lat ₁	long ₁	Calicata N°	Lat ₂	Long ₂	Ley de cosenos (2)	Formula (3)
1	Junin - Junin	-11.30	-76.04				120.77	120.85
2	Merced-Junin	-10.86	-75.36				131.44	130.06
3	Tarma -Junin	-11.24	-75.56				95.65	94.92
4	Oroya-Junin	-11.44	-76.07				113.46	113.83
5	Satipo-Junin	-10.74	-74.73				153.63	152.35
6	Satipo-Junin	-11.05	-74.7				123.39	122.61
7	Satipo-Junin	-10.81	-74.74				145.96	144.78
8	Huasicancha-Junin	-12.52	-75.3				54.65	54.09
9	Merced-Junin	-11.2	-75.45				96.02	95.12
10	Merced, Chanchamayo	-11.36	-75.36				76.46	75.70
11	Satipo ,Satipo - Junin	-11.41	-74.78	C4	-12.034361	-75.222896	84.53	84.20
12	Satipo ,Satipo - Junin	-10.76	-74.63				155.74	154.61
13	Satipo ,Satipo - Junin	-10.86	-74.54				150.30	149.43
14	Satipo (A 53 km NE de Campo de Arminio) - Junin	-12.19	-74.35				96.47	97.53
15	Merced, Chanchamayo - Junin	-11.09	-75.58				111.98	111.06
16	Hyo (A 12 KM al N de Ñahuinpuquio) - Junin	-12.23	-75.1				25.53	25.41
17	Junin - Hyo - El Tambo	-10.99	-75.53				120.85	119.74
18	Concepcion - Hyo	-11.63	-75.2				45.03	44.55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: *Calculo De Distancia Epicentral De La Calicata N° 05.*

N°	Coordenadas del Epicentro			Coordenadas de la calicata			R (km)	
	Localidad	Lat ₁	long ₁	Calicata N°	Lat ₂	Long ₂	Ley de cosenos (2)	Formula (3)
1	Junin - Junin	-11.30	-76.04				120.92	121.00
2	Merced-Junin	-10.86	-75.36				131.38	130.00
3	Tarma -Junin	-11.24	-75.56				95.68	94.95
4	Oroya-Junin	-11.44	-76.07				113.64	114.01
5	Satipo-Junin	-10.74	-74.73				153.44	152.17
6	Satipo-Junin	-11.05	-74.7				123.18	122.40
7	Satipo-Junin	-10.81	-74.74				145.78	144.59
8	Huasicancha-Junin	-12.52	-75.3				54.78	54.22
9	Merced-Junin	-11.2	-75.45				96.00	95.11
10	Merced, Chanchamayo	-11.36	-75.36				76.42	75.67
11	Satipo ,Satipo - Junin	-11.41	-74.78	C5	-12.033553	-75.220300	84.29	83.97
12	Satipo ,Satipo - Junin	-10.76	-74.63				155.54	154.41
13	Satipo ,Satipo - Junin	-10.86	-74.54				150.08	149.21
14	Satipo (A 53 km NE de Campo de Arminio) - Junin	-12.19	-74.35				96.20	97.27
15	Merced, Chanchamayo - Junin	-11.09	-75.58				112.00	111.08
16	Hyo (A 12 KM al N de Ñahuinpuquio) - Junin	-12.23	-75.1				25.46	25.34
17	Junin - Hyo - El Tambo	-10.99	-75.53				120.84	119.74
18	Concepcion - Hyo	-11.63	-75.2				44.93	44.45

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30: *Calculo De Distancia Epicentral Promedio De Las Calicatas.*

N°	Localidad del epicentro	C1	C2	C3	C4	C5	Promedio
		R (Km)					
1	Junin - Junin	120.93	120.95	120.90	120.85	121.00	120.92
2	Merced-Junin	130.33	130.27	130.23	130.06	130.00	130.18
3	Tarma -Junin	95.13	95.10	95.05	94.92	94.95	95.03
4	Oroya-Junin	113.87	113.91	113.86	113.83	114.01	113.90
5	Satipo-Junin	152.68	152.59	152.55	152.35	152.17	152.47
6	Satipo-Junin	122.94	122.84	122.81	122.61	122.40	122.72
7	Satipo-Junin	145.11	145.01	144.98	144.78	144.59	144.89
8	Huasicancha-Junin	53.78	53.86	53.90	54.09	54.22	53.97
9	Merced-Junin	95.36	95.32	95.27	95.12	95.11	95.24
10	Merced,Chanchamayo	75.95	75.91	75.86	75.70	75.67	75.82
11	Satipo ,Satipo - Junin	84.53	84.43	84.40	84.20	83.97	84.31
12	Satipo ,Satipo - Junin	154.94	154.84	154.81	154.61	154.41	154.72
13	Satipo ,Satipo - Junin	149.76	149.66	149.63	149.43	149.21	149.54
14	Satipo (A 53 km NE de Campo de Arminio) - Junin	97.64	97.56	97.59	97.53	97.27	97.52
15	Merced, Chanchamayo - Ju	111.28	111.25	111.20	111.06	111.08	111.17
16	Hyo (A 12 KM al N de Ñahuinpuquio) - Junin	25.25	25.26	25.31	25.41	25.34	25.31
17	Junin - Hyo - El Tambo	119.98	119.94	119.89	119.74	119.74	119.86
18	Concepcion - Hyo	44.85	44.78	44.74	44.55	44.45	44.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: *Datos A Utilizar Para Obtener Las Aceleraciones.*

N°	Sismo				Umuto - Tambo	
	Localidad del epicentro	Fecha	Profundidad focal (km)	ML	Lugar de asien	R (Km)
1	Junin - Junin	02/08/2017	10	3.8	GP	120.92
2	Merced-Junin	14/08/2017	9	4.4	GP	130.18
3	Tarma -Junin	01/09/2017	103	4.4	GP	95.03
4	Oroya-Junin	18/09/2017	115	4.2	GP	113.90
5	Satipo-Junin	30/10/2017	128	5.6	GP	152.47
6	Satipo-Junin	04/12/2017	14	3.6	GP	122.72
7	Satipo-Junin	10/12/2017	17	3.5	GP	144.89
8	Huasicancha-Junin	16/12/2017	111	3.7	GP	53.97
9	Merced-Junin	23/03/2018	127	3.6	GP	95.24
10	Merced,Chanchamayo	10/04/2018	35	3.9	GP	75.82
11	Satipo ,Satipo - Junin	13/05/2018	49	3.8	GP	84.31
12	Satipo ,Satipo - Junin	05/06/2018	38	4	GP	154.72
13	Satipo ,Satipo - Junin	29/09/2018	114	4.1	GP	149.54
14	Satipo (A 53 km NE de Campo de Arminio) - Junin	14/02/2019	20	5.6	GP	97.52
15	Merced, Chanchamayo - Junin	19/02/2019	117	4.4	GP	111.17
16	Hyo (A 12 KM al N de Ñahuinpuquio) - Junin	13/05/2019	89	5.5	GP	25.31
17	Junin - Hyo - El Tambo	19/10/2020	25	4.1	por determinar	119.86
18	Concepcion - Hyo	10/07/2021	13	3.5	por determinar	44.67

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas anteriores fueron necesarias obtener las coordenadas de cada calicata, así como las coordenadas del sismo ocurrido (latitud y longitud); es así que se obtuvo las distancias epicentrales (R en km) a cada calicata explorada. Así mismo del gráfico 9 se empleó el modelo de atenuación con regresión exponencial, que emplea la relación de distancia epicentral VS aceleración, esta ley de atenuación exponencial solo involucra la distancia epicentral (R); mas no la magnitud (M), es así que ya luego también se grafica las tres leyes de atenuación obtenidas ya para el informe (Gráfico N° 11), esta magnitud (M) con distancia epicentral (R) está involucrado en las tres leyes de atenuación ya obtenidas y así dar mejor ajuste y veracidad de obtención de aceleraciones en base a sismos registrados.

Tabla 32: Aceleraciones Calculadas Por Medio De Las Leyes De Atenuación.

Aceleraciones Obtenidas para el distrito de El Tambo - Umuto con los Sismos registrados en el 2017 - 2021.

ESTACION	R (distancia epicentral)	ML	Regresion exponencial	<u>Aceleraciones por medio de las leyes de atenuación</u>		
	Km		cm/s2	1. Huaco (1980)	2. Ruiz(1999)	3. Milne y Davenport 1969
1	120.92	3.8	2.98	0.02	0.05	0.02
2	130.18	4.4	2.84	0.02	0.05	0.05
3	95.03	4.4	3.39	0.02	0.10	0.10
4	113.90	4.2	3.08	0.02	0.06	0.05
5	152.47	5.6	2.54	0.03	0.05	0.28
6	122.72	3.6	2.95	0.01	0.04	0.02
7	144.89	3.5	2.64	0.01	0.03	0.01
8	53.97	3.7	4.16	0.03	0.26	0.10
9	95.24	3.6	3.38	0.02	0.08	0.03
10	75.82	3.9	3.73	0.02	0.14	0.07
11	84.31	3.8	3.57	0.02	0.10	0.05
12	154.72	4	2.51	0.01	0.03	0.02
13	149.54	4.1	2.58	0.01	0.03	0.03
14	97.52	5.6	3.35	0.04	0.13	0.67
15	111.17	4.4	3.12	0.02	0.07	0.08
16	25.31	5.5	4.80	0.09	2.23	5.15
17	119.86	4.1	2.99	0.02	0.05	0.04
18	44.67	3.5	4.36	0.03	0.37	0.10

Fuente: Elaboración propia.

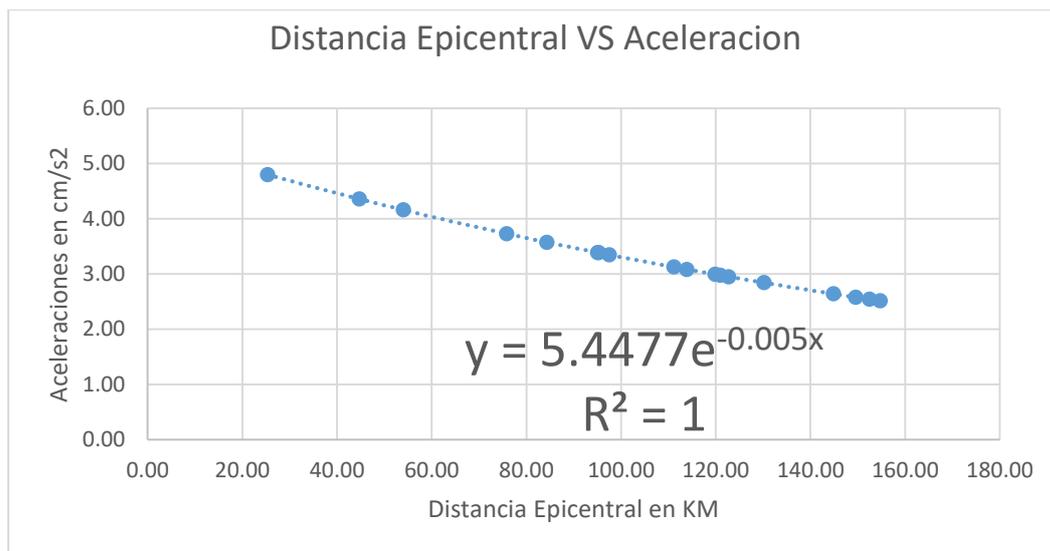


Gráfico 11: Modelo de atenuación con regresión exponencial, lo cumple > R entonces < a y < R entonces > a.

Tabla 33: Coeficiente De Variación

Aceleraciones Obtenidas para el distrito de El Tambo - Umuto con los Sismos registrados en el 2017 - 2021.

ESTACIÓ N	R (distancia epicentral)	ML	Aceleraciones		
	Km		1. Huaco (1980)	2. Ruiz(1999)	3. Milne y Davenport 1969
1	120.92	3.8	0.01	0.02	0.01
2	130.18	4.4	0.01	0.02	0.02
3	95.03	4.4	0.01	0.03	0.03
4	113.90	4.2	0.01	0.02	0.02
5	152.47	5.6	0.01	0.02	0.11
6	122.72	3.6	0.00	0.02	0.01
7	144.89	3.5	0.00	0.01	0.00
8	53.97	3.7	0.01	0.06	0.02
9	95.24	3.6	0.01	0.02	0.01
10	75.82	3.9	0.01	0.04	0.02
11	84.31	3.8	0.01	0.03	0.01
12	154.72	4	0.01	0.01	0.01
13	149.54	4.1	0.01	0.01	0.01
14	97.52	5.6	0.01	0.04	0.20
15	111.17	4.4	0.01	0.02	0.02
16	25.31	5.5	0.02	0.46	1.07
17	119.86	4.1	0.01	0.02	0.01
18	44.67	3.5	0.01	0.09	0.02
PROMEDIO			0.01	0.06	0.10
DESVIACION ESTANDAR			0.004	0.1	0.3
COEFICIENTE D EVARIACION			0.5	2.0	2.7
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			49.3	197.0	267.1

Fuente: elaboración propia

Tabla 34: Diferencia Absoluta.

Aceleraciones Obtenidas para el distrito de El Tambo - Umuto con los Sismos registrados en el 2017 - 2021.

ESTACION	R	ML	Aceleraciones		
	Km		1. Huaco (1980)	2. Ruiz(1999)	3. Milne y Davenport 1969
1	120.92	3.8	2.96	2.93	2.95
2	130.18	4.4	2.82	2.79	2.79
3	95.03	4.4	3.36	3.29	3.28
4	113.90	4.2	3.06	3.02	3.03
5	152.47	5.6	2.52	2.49	
6	122.72	3.6	2.94	2.91	2.93
7	144.89	3.5	2.63	2.61	2.63
8	53.97	3.7	4.13		
9	95.24	3.6	3.37	3.31	3.36
10	75.82	3.9	3.70	3.59	3.66
11	84.31	3.8	3.55	3.47	3.53
12	154.72	4	2.50	2.48	2.49
13	149.54	4.1	2.56	2.55	2.55
14	97.52	5.6	3.31	3.22	
15	111.17	4.4	3.10	3.06	3.05
16	25.31	5.5	4.71		
17	119.86	4.1		2.94	2.95
18	44.67	3.5	4.33		
SUMATORIA			49.77	38.93	33.47

Fuente: elaboración propia

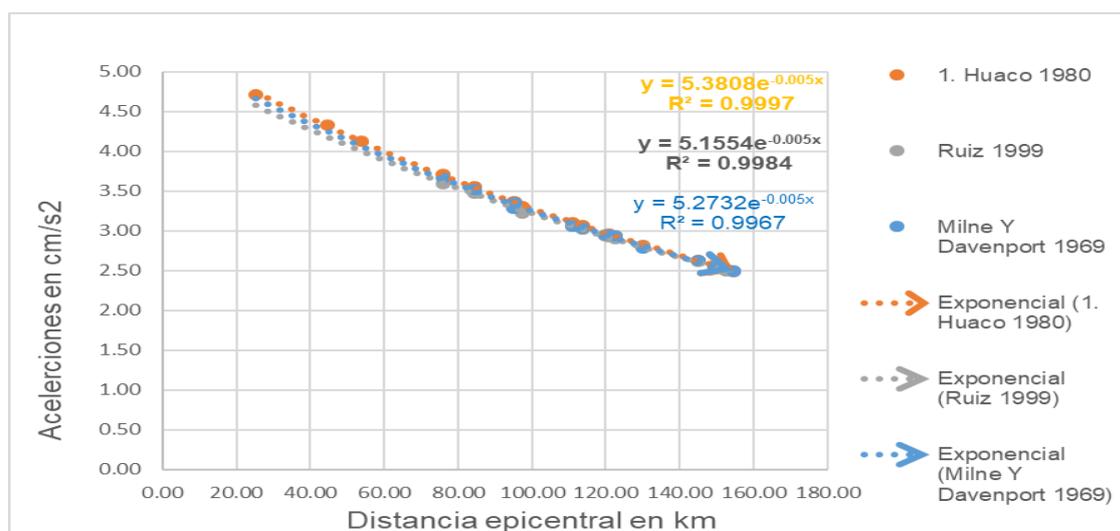


Gráfico 12: Método Grafico,.

D.3 Resultado Final Obtenido

En base al método de DIFERENCIA ABSOLUTA que fue utilizado para la obtención de aceleraciones con las leyes de atenuación de: (1) Huaco 1980, (2) Ruiz 1999 y de (3) Milne y Davenport 1969. Siendo leyes de atenuación para suelo GP (grava mal graduada con arena) en construcciones de cimentación activa hasta 1.70 m de profundidad de desplante.

Tabla 35: Leyes De Atenuación Designadas.

Autor	Ley de Atenuación
1. Huaco 1980	$a = \frac{e^{(0.38+0.41Ms)}}{(R + 40)^{1.2}}$
2. Ruiz 1999	$a = \frac{e^{(6.15+0.285Ms)}}{R^{2.14}}$
3. Milne y Davenport	$a = \frac{0.69 * e^{1.64M}}{1.1 * e^{1.1M} + R^2}$

Fuente: Revista boletín de la tierra, (Julián Munera D. estudiante de ingeniería civil) y Leyes de atenuación para aceleraciones espectrales en el Perú (Jorge Chávez O.).

Las aceleraciones están en cm/seg², y para el uso de las leyes de atenuación con el método de diferencia absoluta (DA) estuvieron ligados a las variaciones de las magnitudes (M) y distancias epicentrales (R), por lo tanto, fueron usados respetando los parámetros indicados en la tabla 36.

Tabla 36: Leyes De Atenuación A Usarse De Acuerdo A La “M” Y “R”

GRUPO	Uso Adecuado de las Leyes de Atenuación en DA, respecto a M y R				
	M	R	0 - 60 km	61 - 100 km	101 - 200 km
I	M ≤ 2.5		Milne y Dav.		
	M ≤ 6.7		Huaco		
	M ≥ 6.8		Milne y Dav.		
II	M ≤ 5.5			Milne y Dav.	
	M ≤ 6.2			Ruiz	
	M ≤ 7.1			Huaco	
	M ≥ 7.2			Milne y Dav.	
III	M ≤ 5.5				Milne y Dav.
	M ≤ 7.4				Huaco Y Ruiz
	M ≥ 7.5				Milne y Dav.

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Parámetros básicos a tener en cuenta para la aplicación de las 3 leyes de atenuación, que también se debe evidenciar en las gráficas es: > R entonces < a y < R entonces >.

Tabla 37: Leyes De Atenuación A Usar De Acuerdo A “M” Y “R” de 201 a 800 km.

GRUPO	Uso Adecuado de las Leyes de Atenuacion en DA, respecto a M y R			
	M \ R	201 - 300 km	301 - 600 km	601 - 800 km
I	M ≤ 5.5	Milne y Dav.		
	M ≤ 7.6	Huaco Y Ruiz		
	M ≥ 7.7	Milne y Dav.		
II	M ≤ 5.5		Milne y Dav.	
	M ≤ 7.7		Huaco Y Ruiz	
	M ≥ 7.8		Milne y Dav.	
III	M ≤ 5.5			Milne y Dav.
	M ≤ 7.5			Huaco Y Ruiz
	M ≥ 7.6			Milne y Dav.

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Parámetros básicos a tener en cuenta para la aplicación de las 3 leyes de atenuación, que también se debe evidenciar en las gráficas es: > R entonces < a y < R entonces >.

Los parámetros indicados en la tabla 36 se dieron a un análisis de cómo se comportaba las líneas de tendencias una con la otra, variando $M \leq 9.9$ hasta llegar a cero, así como también simultáneamente se iba verificando con distancias epicentrales de 0 – 60 km, 61 - 100, 101 km - 200 km, así hasta distancias epicentrales menores a 1000 km (tabla 37), todo aquel análisis para hacer fallar a las leyes de atenuación y saber cuándo usar una u otra ley de atenuación respecto a su propia magnitud y distancia epicentral. El análisis de variación se vio en las líneas de tendencias que según se iba variando progresivamente las magnitudes y distancias se veía que una con otra ley no se obtenía datos coherentes, no olvidemos que se tiene que tener en cuenta que a mayores distancias menores aceleraciones y a menores distancias mayores serán las aceleraciones.

Para el análisis de la tabla 36 se puede obtener hasta 40 a más gráficos para ver el comportamiento de las líneas de tendencia variando la Magnitud y Distancia, en las siguientes figuras solo pueden ver 4 representativas de cómo se comportan las 3 leyes de atenuación y el porqué del uso adecuado en base a los parámetros recomendados para el uso de las tres leyes de atenuación.

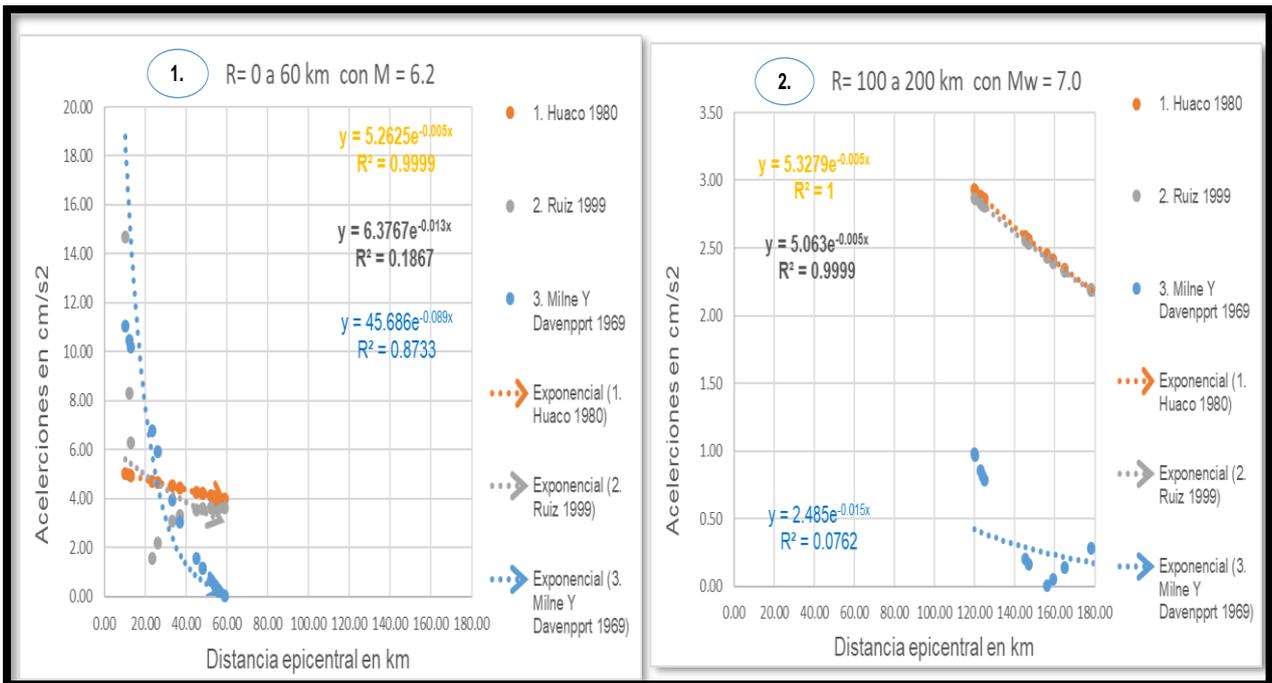


Figura 46: Imágenes graficados de las aceleraciones.

Nota: Obtenidas de la tabla 36 con variaciones de las distancias epicentrales, graficadas con el único objetivo de obtener los parámetros para la correcta aplicación de las tres leyes de atenuación.

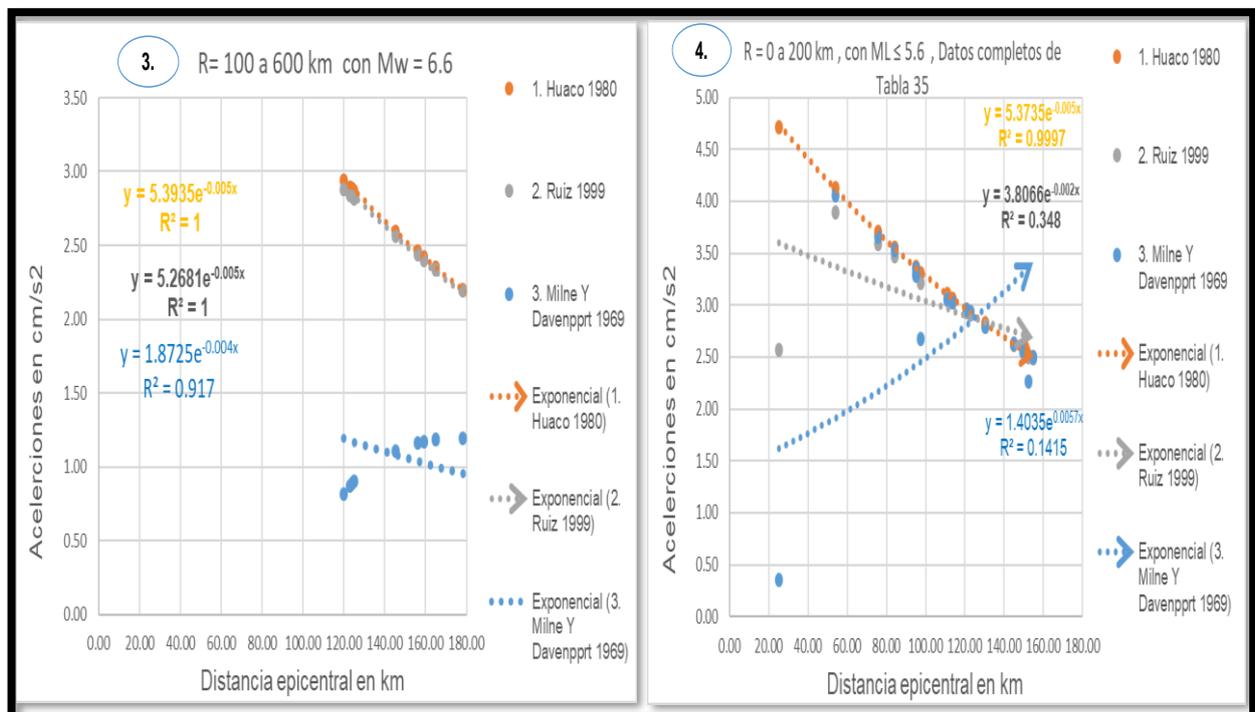


Figura 47: Imágenes graficados de las aceleraciones.

Nota: Obtenidas de la tabla 36 con variaciones de las distancias epicentrales, graficadas con el único objetivo de obtener los parámetros para la correcta aplicación de las tres leyes de atenuación.

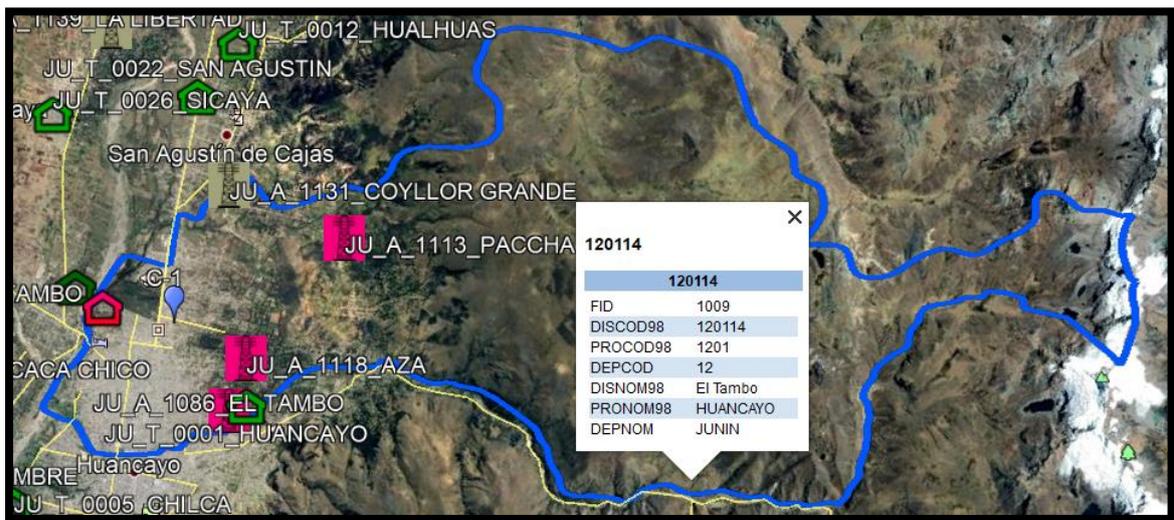


Figura 48: Construcciones en el distrito de El Tambo.

Nota: Construcciones en el distrito de El Tambo con planta de cimentación activa hasta 1.70 m:
 JU_T_0010_EL TAMBO, JU_A_1086_EL TAMBO, JU_A_1118_AZA,
 JU_A_1113_PACCHA

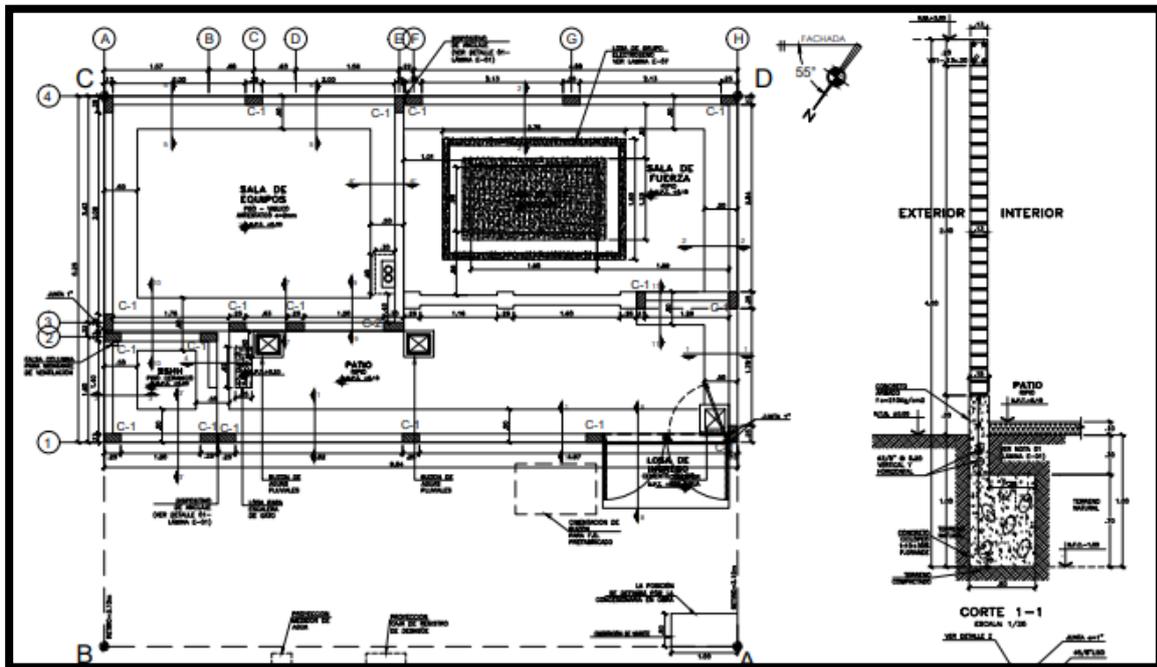


Figura 49: Plano de E-01 – Construcción.

Nota: Se muestra la Construcción de lados de 9.54 m, frontis 5.25 m, con profundidad de cimentación activa de 1 metro, que se viene realizando en el distrito de El Tambo.

4.2 Discusión de resultados

1. En el informe tuvo como objetivo principal de Determinar los resultados de aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales, para el distrito de El Tambo – Umuto, por lo tanto, estos resultados de aceleraciones para la zona de Umuto se muestra en la tabla 34, obtenidas mediante leyes de atenuación. Las aceleraciones registradas en el distrito de El Tambo - Umuto con los Sismos registrados en el 2017 al 2021, con el método de diferencia absoluta (tabla 34), se da conocer los resultados de aceleraciones en el suelo granular, siendo propia de Umuto – El Tambo, los 18 sismos seleccionados y ocurridos en el año 2017 al 2021, con epicentro en la región Junín (tabla19), fueron evaluados con leyes de atenuación para saber que aceleración de suelo tuvo la zona mencionada líneas arriba. Entonces con magnitud 3.5 con epicentro en Satipo ocurrido en diciembre del 2017 a una distancia epicentral de 144.89 km ($R = 144.89$ km), la R es el promedio aritmético de las calicatas realizadas a cada sismo ocurrido (tabla 31), la aceleración del suelo según Huaco (1980) fue de 2.63 cm/s^2 ; con el autor Ruiz (1999) se tuvo una aceleración de 2.61 cm/s^2 y con la ley de atenuación de Milne y Davenport (1969) se tuvo 2.63 cm/s^2 , las tres leyes de atenuación para suelo granular son válidas verificados con los parámetros básicos de la tabla 36.

Pero con una magnitud de 5.6 que fue la mayor que ocurrió con epicentro en Satipo - Junín que se dio en octubre del 2017 a una distancia epicentral de 152.47 km, las aceleraciones fueron de 2.52 cm/s^2 , 2.49 cm/s^2 , 2.26 cm/s^2 , según las leyes de atenuación de Huaco (1980), Ruiz (1999) y Milne & Davenport, respectivamente (tabla N° 34); sin embargo hay una diferencia notoria entre las leyes de atenuación

escogidas, pero la que se tomara como aceleración de suelo será de Huaco y Ruiz debido a la magnitud $M \leq 7.4$ (tabla 36).

Estos resultados obtenidos (tabla 34), favorecen significativamente ya que se podrá modificar el parámetro sismo resistente, para las construcciones de cimentación activa hasta 1.70 m de desplante, entonces podemos hacer una estructura más resistente, mejorar el diseño, y sin lugar a duda hacer construcciones seguras y resistentes a eventos sísmicos. Como también es favorable debido a que nos permitió conocer de cómo se comportó el suelo en aceleraciones en la zona de Umuto debido a sismos con epicentro en la región Junín, ya que para las construcciones de edificaciones y otras obras es necesario conocer la aceleración máxima del suelo que se va dar durante un sismo, esto ayuda a la construcciones en que serán modificadas sus parámetros, es decir hacer una construcción más resistente, y/o evaluar la construcción que si ocurre un sismo de magnitud M soportaría o no las aceleraciones de suelo que se generarían en el lugar esto llevaría a reforzar o probablemente a dismantelar la construcción para evitar daños que pueda ocasionar.

El método empleado para la aplicación de obtención de aceleraciones máximas del suelo fue leyes de atenuación lo cual no fue suficiente solo el usar estas leyes, sino que se tuvo que emplear los siguientes métodos: coeficiente de variación, diferencia absoluta y método gráfico, señalando el método que mejor se ajusta es el de diferencia absoluta y el método grafico no es más que graficar las aceleraciones obtenidas de la diferencia absoluta para visualizar que si es la que mejor se ajusta por su cercanía una con otra.

Los resultados obtenidos de aceleraciones máximas de suelo son propios del lugar, con el tipo de suelo granular y para construcciones de cimentación activa hasta 1.70 m de profundidad de desplante. Además, las aceleraciones registradas con los acelerógrafos para el sismo número 16 fue captado por 27 acelerógrafos asentados en suelo granular (tabla 18). Por lo tanto, se tomó como sismo de control por el tipo de suelo, además por la gran cantidad de redes acelerograficas que registro el sismo y precisar que no es lo mismo la aceleración en suelo blando como es en suelo granular o roca rígida.

Se denominó al suelo de Umuto como suelo granular debido a la norma E – 050, de suelo y cimentaciones, lo cual da división mayor, en suelo granulares (GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC), suelos finos (ML, CL, OL, etc.) y suelos altamente orgánicos (Pt).

Munera (2012) con su investigación “Análisis de ecuaciones de atenuación para el proyecto amenaza sísmica del departamento de Antioquia”, mencionó que las leyes de atenuación y las aceleraciones registradas en su localidad guardan una baja correlación, por lo que no fue confiable solo el de usar las leyes de atenuación, es por eso que se tuvo que emplear los métodos: coeficiente de variación (CV), diferencia absoluta (DA) y método gráfico (MG). Sin embargo, para el autor el método de CV, se puede usar la ley de atenuación de Milne & Davenport, en DA se usa el de Luis Esteva (1970) y método grafico la de Milne & Davenport. Pero en el informe no resulto lo mismo al menos para la zona; la ley de atenuación de Luis Esteva no guarda ninguna relación ni cerca para poder obtener aceleraciones máximas de suelo, es así que la ley de atenuación de Huaco (1980), Ruiz (1999) y Milne & Davenport con el

método de diferencia absoluta, se ajusta mejor para la obtención de aceleraciones en suelo granular (GP) para Umuto – El Tambo.

Pero como aporte adicional, no solo se usará las leyes de atenuación de los tres autores, se tendrá en cuenta la magnitud (M) y distancia (R) del sismo que ocurre con epicentro en Junín, es decir si $M \leq 6.7$; $7.2 \leq M$ o si $M \geq 7.5$ para estos casos se tendrá que usar de acuerdo a la tabla 36. Sin embargo, queda a criterio del proyectista tomar la mejor ley de atenuación para suelos granulares, ya al análisis y criterio se menciona el uso de la tabla 36.

El autor Chavez (2006) en su tesis desarrollo la ley de Casaverde y Vargas (1980), esta es la primera ley de atenuación propuesta en el Perú que ha sido empleado para sismos de subducción, pero no propongo como ley de atenuación para este informe debido a que las aceleraciones registradas y la aplicación de su ley de atenuación del autor no tienen relación alguna, es decir en el tabla 22 se tuvo un registro de 7.4 cm/s^2 y con la ley de atenuación la aceleración del suelo es 27.85 cm/s^2 , y en la tabla 24 la sumatoria de aceleraciones registradas es 21.34 cm/s^2 y comparadas la ley Casaverde y Vargas (1980) en el método de diferencia absoluta es de 209.96 cm/s^2 , por lo tanto la diferencia es excesiva y no se planteó como ley de atenuación en este informe y ningún otro lugar del Perú, se debe de ser ajuste a la primera ley de atenuación peruana y esto se lograra con el mayor registros que se puedan tener en redes de acelerógrafos. En EE. UU cada 3 años se actualizan sus leyes de atenuación e incluso cada vez que ocurra un evento sísmico, debido a que están muy bien instrumentados con respecto a redes de acelerógrafos y acelerografica.

Las leyes de atenuación también desarrolladas por Chávez (2006) fueron la de Huaco (1980) y de Ruiz (1999), estas dos leyes de atenuación también fueron consideradas

para este informe ya que se ajustan a las aceleraciones registradas y comparadas en el método de diferencia absoluta.

2. Al evaluar la exploración de calicatas a cielo abierto y su ensayo granulométrico se tuvo resultados del tipo de suelo del distrito de El Tambo – Umuto, obteniéndose dos tipos de suelo según clasificación SUCS GP y GP-GM. Obteniéndose cantidad de gravas mayores a 62.19 %.

El método usado es de exploración a cielo abierto de las cinco calicatas realizadas a profundidades que varía de 1.50 m a 1.70 m (tabla 12). Y el ensayo a realizar fue el ensayo granulométrico NTP 339.128 (ASTM D422), para la obtención de tipo de suelo y su respectiva clasificación según el método para la clasificación de suelo con propósitos ingenieriles fue el SUCS, con la norma aplicable NTP 339.134 (ASTM D2487).

De acuerdo a la norma E – 050, que menciona como mínimo 3 calicatas, además menciona de realizar 3 calicatas por 1 ha (10 000 m²), si empleara esta lógica mi número de calicatas sería demasiadas y no ser posibles realizarlas, porque que la zona de Umuto tiene un área total de 1226 km² (Figura N° 27), entonces el total de calicatas a realizar sería trescientos sesenta y siete mil ochocientas calicatas (367'800 calicatas). Entonces se redujo a un área menor para así poder hacer las calicatas y el área fue escogida fue de 0.152 km² (Figura N° 27), entonces haciendo cálculo de que 3 calicatas por 1ha, saldría cuarenta y seis calicatas, aun así, no sería posible a realizar.

Los resultados obtenidos de tipo de suelo GP y GP-GM se generalizo por suelos granulares por su gran cantidad de gravas que es mayores de 62.19%, y solo a este

tipo de suelo granulares son válidas las leyes de atenuación encontradas para la zona de Umuto.

El ingeniero Navarro menciona el 2017 en el diario correo que la zona norte de Huancayo, que vendría ser el distrito de El Tambo presenta tipo de suelo caliche (suelo firme), por tanto, en este informe el suelo encontrado en Umuto – El Tambo fue suelo granular o también llamado caliche, es decir son resultados semejantes o iguales, por lo cual se evidencia el tipo de suelo estudiado para la obtención de las aceleraciones con las leyes de atenuación.

El autor Munera (2012) dio a conocer sus leyes de atenuación de Kawashima y otros (1984) para suelo blando, medio y firme, entonces el suelo firme o llamado también suelo granular que es el tipo de suelo encontrado para el informe, no se tomó en cuenta la ley para suelo firme de Kawashima (1984), debido a que sus aceleraciones son muy altas, las aceleraciones registradas en el sismo de Junín son de 7.4 cm/s^2 , 5.29, 4.75, 3.9, etc. (Tabla N° 24) y utilizando la ley de Kawashima para suelos granulares son de 15.74, 119.21, 56.34, 11.68, etc. Por lo tanto, la ley de atenuación para suelos granulares que menciona el autor Munera, no fue considerado en mi informe, ya que no son nada confiable.

El autor Ibáñez (2017) menciona “para realizar el análisis de una estructura durante un sismo es necesario hacer la caracterización del subsuelo...” (pág. 22), por lo tanto, se coincide con lo que menciona el autor, y así mismo se hizo estudio del subsuelo para así saber en qué suelo se está trabajando y así poder aplicarlas las leyes de atenuación pertinentes a la zona.

3. Al analizar la tendencia del comportamiento dinámico del suelo debido a las ondas sísmicas superficiales, se tuvo que hacer una selección de una base de datos de registro de aceleraciones máximas de suelo de eventos sísmicos ya ocurridos.

Seleccionándose datos de la red acelerografica del CIP, fueron 87 estaciones que registraron los eventos sísmicos en Junín (Tabla N° 19), también se obtuvo datos del IGP de su red sismográfica con 18 sismos registradas con epicentro en Junín (Tabla N° 18). Las magnitudes que se observan son de 3.5 a 5.6 ($3.5 \leq M \leq 5.6$).

Los sismólogos están más interesados en tener una red de sismógrafos, estos nos dan a conocer las diferentes velocidades que viajan estas ondas y su desplazamiento que tiene, entonces procesando en un sismograma nos dan a conocer la magnitud, el epicentro y el hipocentro, gracias a estos nos permite conocer donde ocurrió el sismo, pero se está flojo en el aspecto de una red de acelerógrafo, para la ingeniería civil son más importantes los acelerógrafos ya que con estos instrumentos podemos conocer el comportamiento de suelo, cuál es su aceleración del suelo donde deseamos construir o donde ya está construidos con fines de seguridad y poder reforzar la estructuras y/o modificar nuestros parámetros sísmico de diseño así construir una edificación más resistente o más esbelto según el parámetro encontrado.

En el grafico N° 8 se observa Magnitudes VS Aceleraciones y en el grafico 9 se observa distancia epicentral VS aceleración, para el primer caso se tiene que tener en cuenta que a mayor sea la magnitud mayor será la aceleración y si menor magnitud tiene que ser menor la aceleración, dará una gráfica ascendente. Para el caso dos se da $> R$ entonces $< a$ y $< R$ entonces $> a$ (a mayor distancia epicentral menor aceleración y a menor distancia epicentral mayor será la aceleración, es decir se tendrá una gráfica descendente).

Es imposible de que no ocurra un sismo, pero es posible mitigar los efectos de un sismo y así reducir la pérdida de vidas, lesiones y daños a la población a las construcciones, entonces en base a eso se pasó a seleccionar una base de datos de aceleraciones que se dio en el suelo y con este que es la materia prima con lo que se trabajó para así poder tener leyes de atenuación y compararlas con redes acelerograficas y se eligieron las que más se ajustan a nuestra zona, es así que podrá modificar nuestros parámetros de diseño sismo resistente, es decir tener el conocimiento del movimiento del suelo para hacer construcciones más resistentes.

Los datos obtenidos del CIP y del IGP no se pueden generalizar, ante todo los datos del CIP ya que sus aceleraciones son propias de cada lugar y de acuerdo al suelo que asentado su acelerógrafo, lo que intereso en este informe fue las redes de acelerógrafos que están asentados en suelo granular, debido a que la zona de estudio presento un suelo del tipo granular.

4. En la designación de leyes de atenuación para suelos granulares que es el tipo de suelo encontrado en la zona de Umuto, se obtuvo 32 leyes de atenuación recopiladas de diferentes autores (Tabla 20), sin embargo, solo 3 leyes de atenuación para suelos granulares fueron consideradas. Estas leyes de atenuación en suelos granulares fueron utilizadas con la distancia epicentral obteniéndose para cada calicata (Tabla 30 y 31) y con la magnitud que fue registrado.

las leyes de atenuación permiten conocer las aceleraciones de suelo del lugar en que se quiere construir, es decir se quiere conocer cómo llega en aceleración en la calicata 1, como llega en aceleración en la calicata 2, como llega en aceleración en la calicata 3, como llega en aceleración en la calicata 4, como llega en aceleración en la calicata 5, y también para estimar el riesgo y/o peligro sísmico que es la base para el arranque

de todo diseño estructural sismo resistente, todo aquello para construcciones de cimentación activa hasta 1.70 m de desplante.

Las designaciones de leyes de atenuación son válidas, ya que se dio a conocer 32 leyes de atenuación y solo tres fueron elegidas, todas las leyes fueron comparadas con redes acelerograficas es así que se fueron descartando. Y recién se aplicó a la zona de Umuto con el suelo característico que es suelo granular, por lo tanto, el método usado fue lo adecuado.

Los resultados obtenidos, que son las tres leyes de atenuación son propios para el lugar de suelo granular, mas no serán aplicadas para algún tipo de suelo de características diferente.

La autora Vidales (2013) en su localización de sus 27 eventos sísmicos, realizo un cálculo de distancia hipocentral, y menciona en su tesis que la distancia epicentral con la hipocentral varían en centésimas, por lo que será indistinto que distancia se use. Por lo expuesto se está de acuerdo en usar la distancia epicentral, pero no se usó directamente su fórmula de la autora Vidales, ya que en su fórmula no considera el radio terrestre ni otro factor numérico; sabiendo que para conocer la distancia entre dos puntos de una esfera es necesario emplear el radio, por lo tanto, se usó la ecuación de Haversine que se menciona en la página 26.

Así mismo el autor Gómez (2005, p. 4) dio a conocer su fórmula de distancia epicentral de una forma más sencilla a usar sin lugar a duda se tiene que tener latitudes y longitudes de cada punto de estudio y aplicar la fórmula que especifica el autor Gómez.

Entonces con estas dos referencias de distancia epicentral se aplicaron en el informe (Tabla 30).

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos fueron de aceleraciones para suelo granular debido a las ondas sísmicas superficiales para el distrito de El Tambo zona de Umuto con leyes de atenuación. Con estas aceleraciones obtenidas permitirán a futuras edificaciones modificar sus parámetros sísmicos, es decir hacer una construcción más resistente y/o evaluar la construcción existente que si ocurre un sismo de magnitud M soportaría o no las aceleraciones de suelo que se generarían en el lugar, esto llevaría a reforzar nuestras construcciones o en su defecto a desmantelar la construcción, para así evitar daños en la población, así como evaluar el peligro y riesgo sísmico del lugar.
2. El tipo de suelo en la zona de estudio fue de tipo GP (grava mal graduada con arena) y de tipo GP – GM (grava mal graduada con limo y arena).
3. Se analizó la tendencia del comportamiento dinámico del suelo debido a las ondas sísmicas superficiales, obteniendo así la graficas de distancia epicentral vs aceleración (R VS a), lo cual evidencian el comportamiento de las ondas del sismo en su propagación, siendo este descendentemente ($> R$ entonces $< a$ y $< R$ entonces $> a$). De esta grafica se llegó a obtener el modelo de atenuación con regresión exponencial.
4. Se seleccionaron 3 leyes de atenuación, las cuales fueron las siguientes: Huaco (1980), Ruiz (1999) y Milne y Davenport (1969), en suelos inorgánicos de tipo granular debido a las ondas sísmicas superficiales. Estas leyes serán usadas de acuerdo a su magnitud, distancia epicentral y en suelos granulares.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de leyes de atenuación para diseño sísmico de construcciones en suelos granulares y comparar con el diseño sísmico de la norma E – 030, modificando así el factor zona.
2. Se recomienda a seguir con el estudio en otros tipos de suelos. Como por ejemplo aceleraciones en suelos blandos debido a ondas sísmicas superficiales.
3. Se recomienda en seguir actualizando las leyes de atenuación propias del lugar, esto se dará ante el aumento probable de registros de movimientos fuertes y así tener un mayor registro sísmico en una red acelerografica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKI , Keiiti and RICHARDS, Paul G. 1980. *Quantitative Seismology: Theory and*. New York : s.n., 1980.
- MONCAYO THEURER , M, et al. 2017 *Análisis comparativo entre 13 leyes de atenuación y los registros de un sismo de grado 7.1 en magnitud Richter ocurrido en Japón*. 17/02/2017, Revista Academica, pp. 1-11.
- D., Julian Múnera. 2012. *Analisis de ecuaciones de atenuación para el proyecto amenaza sísmica del departamento de Antioquia*. 2012, Ciencias de la Tierra, pp. 1 - 11.
- MUNERA D, Julian. 2012. *Analisis de ecuaciones de atenuacion para el proyecto amenaza sísmica del departamento de Antioquia*. 2012, Boletín Ciencias De La Tierra, p. 4.
- BOLAÑO LUNA, Ana Malena and MONROY CONCHA, Omar Manuel. 2004. *Espectro de peligro sísmico uniforme*. Peru : s.n., 2004.
- BOSCH, Dante. 2006. Unidad IV - Identificación y Clasificación de Suelos. [book auth.] Eulalio Juárez Badillo and Alfonso Rico Rodríguez. *Mecánica de Suelos, Tomo 1 - Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. México : Limusa, 2006, pp. 149 - 163.
- CASTRO ORTEGA , Deyvi Erik. 2015. *Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja*. Jauja - Junin - Peru : s.n., 2015.
- CCALLO HUAQUISTO , Freddy Javier. 2003. *La magnitud de sismos locales y regionales ocurridos en Perú a partir de la onda LG y la duración de su registro, efectos y daños en la ciudad de Moquegua debido al sismo de Arequipa del 23 de junio de 2001*. Arequipa : s.n., 2003.
- CHAVEZ OBREGON, Jorge Antonio. 2006. *Leyes de atenuacion para aceleraciones espectrales en el peru*. Peru : s.n., 2006.
- CLEMENTE CHAVEZ, Alejandro. Octubre 2010. *Ley de atenuacion de aceleracion (PGA) y escalamiento de forma espectral sísmica para Querétaro, deducidos por analisis de trayectorias: Aplicada a Guerrero-Querétaro*. Mexico : s.n., Octubre 2010.
- . 2010. *Ley de atenuación de aceleración (pga) y escalamiento de forma espectral sísmica para Querétaro, deducidos por análisis de trayectorias: aplicada a guerrero-Querétaro*. Mexico : s.n., 2010.
- CONTRERAS LUARTE, Victor Alejandro. 2009. *Curvas de atenuacion espectrales para sismos Chilenos*. Santiago de Chile : s.n., 2009.
- CONTRERAS LUARTE, Victor Alejandro. 2009. *Curvas de atenuación espectrales para sismos chilenos*. Santiago de Chile : s.n., 2009.
- CRESPO VILLALAZ, Carlos. 2004. *Mecánica de suelos y Cimentaciones 5ta Edicion*. Mexico : Limusa Noriega Editores, 2004.

- DAS BRAJA, M. 2013. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. California State University, Sacramento : Thomson Editores, S.A de C.V., 2013.
- DEMET C, et al. 1990. Current Plate Motions. *Jour. Geophys, Res,Into.101*. 1990, pp. 425 - 478.
- E - 030. 2016. *Diseño Sismorresistente*. Lima - Perú : s.n., 2016.
- GOMEZ SOBERON, Consuelo and ORDAZ SCHROEDER, Mario. 2005. Leyes de atenuación en desplazamiento y aceleración para el diseño sísmico de estructuras con aislamiento en la costa del pacífico. 2005, pp. 1 - 18.
- GONZALEZ, Abraham. 2007. Sismos. [Online] diciembre 2007.
http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/377/1/images/olleteo_s.pdf.
- HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos and BAPTISTA LUCIO, Pilar. 2014. *Metodología de la investigación*. Mexico : Interamericana editores, S.A. de C.V., 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0.
- IBAÑEZ SANCHEZ, Izmael. 2017. *Estimación de la resiliencia sísmica en suelos blandos*. Mexico : s.n., 2017.
- IGP. 2000. *Catálogo Sísmico Preliminar, 1983-2000*. Centro Nacional de Datos Geofísicos, IGP, Informe Técnico. Peru : s.n., 2000.
- KRAMER, Steven L. 1996. *Geotechnical Earthquake Engineering*. University of Washington. Washington : Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1996. IBSN 0-13-374943-6.
- GOMEZ SOBERON, Consuelo, ORDAZ SCHROEDER , Mario and TENA COLUNGA, Arturo. 2012. *Leyes de atenuación en desplazamiento y aceleración para el diseño sísmico de estructuras con aislamiento en la costa del pacífico*. 2012, Artículo II-02 , pp. 1-18.
- MONCAYO THEURER, M., Velasco, G., RODRÍGUEZ Josue., Terán. 2017 . Análisis comparativo entre 13 leyes de atenuación y los registros de un sismo de grado 7.1 en magnitud Richter ocurrido en Japón. Febrero 17, 2017 , pp. 2 - 11.
- MORENO JARAMILLO, Liliana and ALFARO CAST, Andres Jose. *De los microsismos a los microtemblores*. Santafé de Bogotá : s.n.
- NAVARRO VELIZ, Javier. 2017. ¿Qué zonas de Huancayo tienen el mejor suelo para soportar un sismo? *Diario correo*. [Online] Octubre 02, 2017.
<https://diariocorreo.pe/edicion/huancayo/que-zonas-de-huancayo-tienen-el-mejor-suelo-para-soportar-un-sismo-777315/>.
2018. Red Acelerográfica. [Online] 2018. <http://www.red-acelerografica-peru.com/acelerografos/index>.
- ROJAS YAURIVILCA, Yudy Melissa. 2017. *Análisis del riesgo sísmico en las edificaciones informales en el sector 5 lado este de Chupaca*. Huancayo : s.n., 2017.

- SANCHEZ, H and REYES, C. 2002. Metodología y diseños en la investigación . Lima : Editorial Universitaria, 2002.
- SEED et al. 1983. *Evaluation of liquefaction potential using field performance data. Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 109(3)*. California : s.n., 1983.
- TAVERA , Hernando, AGUERO, Consuelo and FERNANDEZ, Efrain. 2016. *Catalogo general de isosistas para sismos Peruanos*. Lima : s.n., 2016.
- TAVERA, Hernando. 2015. *Zonificación sísmica – geotécnica de la ciudad de acarí (Comportamiento Dinámico del Suelo)*. Arequipa : s.n., 2015.
- TAVERA, Hernando, BERNAL, Isabel and SALAS, Henry. 2007. *El Sismo de Pisco del 15 de Agosto, 2007 (7.9Mw)*. Lima : s.n., 2007.
- VIDALES BASURTO, Claudia Andrea. 2013. *Estudio de atenuación sísmica en la región centro-sur del Golfo de California*. MEXICO : s.n., 2013.

ANEXOS

ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA

ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN,2022.

PROBLEMA	OBJETIVO	JUSTIFICACION	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>P. GENERAL:</p> <p>- ¿Cuáles son los resultados de aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022?</p> <p>P. ESPECIFICO:</p> <p>1. ¿Cuáles son los resultados de los tipos de suelo para las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022?</p> <p>2. ¿Cuál es la tendencia del comportamiento dinámico del suelo debido a las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022?</p> <p>3. ¿Cuáles son las leyes de atenuación para las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022?</p>	<p>O. GENERAL:</p> <p>- Determinar los resultados de aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022.</p> <p>O. ESPECÍFICOS</p> <p>1. Evaluar los resultados de los tipos de suelo para las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022.</p> <p>2. Analizar la tendencia del comportamiento dinámico del suelo debido a las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022.</p> <p>3. Seleccionar las leyes de atenuación para las ondas sísmicas superficiales en el distrito de El Tambo – Huancayo – Junín, 2022.</p>	<p>J. PRÁCTICA:</p> <p>El informe fue justificado en la práctica, porque presentó resultados favorables, es decir los resultados determinados de aceleraciones en suelos inorgánicos debido a las ondas sísmicas superficiales permitió conocer sus aceleraciones para la zona de Umuto, con respecto a los sismos registrados con epicentro en la región Junín. (Hernandez, y otros, 2014)</p> <p>Con los resultados que fue obtenido de aceleraciones en suelos granulares otros investigadores podrán modificar el parámetro sismo resistente, así hacer una estructura más resistente, mejorar el diseño, y sin lugar a duda hacer construcciones seguras y resistentes a eventos sísmicos, ya que el sismo no es peligroso ni hace daño, lo que el sismo hace es solo señal de vida de la tierra, el sismo lo único que hace es mover o sacudir el suelo, lo peligroso es hacer malos diseños de estructuras en suelos inadecuados, malos estudios del lugar, malos planos, construcciones con materiales no autorizados o no supervisados</p>	<p>b) Variable Independiente(X):</p> <p>Ondas sísmicas superficiales</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ondas Rayleigh(R) ➤ Ondas Love (L) <p>a) Variable Dependiente (Y):</p> <p>Aceleraciones en suelos inorgánicos</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipos de suelo ➤ Comportamiento dinámico del suelo (CDS). ➤ Leyes de atenuación. 	<p>METODO:</p> <p>Método científico</p> <p>TIPO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aplicada <p>NIVEL:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Descriptivo - Explicativo <p>DISEÑO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ No Experimental – Transversal

ANEXO
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES
**ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBO-
HUANCAYO-JUNIN,2022**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS	Crespo (2004, p.18) menciona que la meteorización y alteración del suelo da origen a los suelos inorgánicos. La meteorización se refiere únicamente a los cambios superficiales que sufren las rocas debido a la acción de los agentes atmosféricos, y la alteración designa los cambios internos de las rocas. Entonces la definición de suelo y su análisis por último es lo siguiente: suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración, física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan.	Tipos de suelo	Contenido de grava (%)
			Contenido de arena (%)
			Contenido de limo (%)
		Comportamiento dinamico del suelo (CDS)	cm/s ²
		Leyes de atenuación	cm/s ²

Fuente: Mecánica de suelos y Cimentaciones 5ta Edición.(Crespo, México, 2004)

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES	Kramer (1996, p.19) da mencion con lo siguiente; cuando ocurre un terremoto, diferentes tipos de ondas sísmicas se producen: ondas de cuerpo y ondas de superficie Las ondas superficiales más importantes son las ondas Rayleigh (R) y las ondas Love (L), estas resultan de la interacción entre las ondas de cuerpo y las capas superficiales de la tierra.	Ondas Rayleigh (R)	Magnitud (M)
			Intensidad (I)
		Ondas Love (L)	Magnitud (M)
			Intensidad (I)

Fuente:Kramer, S. L. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering. University of Washington. Washington.

**INGEOTEC**

CONSULTORÍA & CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO: INGEOTEC2022_INF

VERSION: V01

FECHA: ENE 2022

REVISADO POR: MYQP

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422

INFORME:	ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN,2022.
SOLICITANTE:	Bach. PACAHUALA VILLAVERDE, Erick Jhordan
LUGAR DE ESTUDIO:	TAMBO - UMUTO
LABORATORIO	INGEOTEC

HUANCAYO - JUNIN, 2022**CUADRO DE CLASIFICACION DE SUELOS SUCS - AASHTO**

Tabla general de la clasificación el tipo de suelo SUCS Y AASHTO

ITEM	CALICATA	PROFUNDIDAD DE LA TOMA DE MUESTRA	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA	CLASIFICACION		NOMBRE DEL GRUPO
				SUCS	AASHTO	
1	C-1	1.60 m	1.60 m	GP	A-1-a	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
2	C-2	1.65 m	1.65 m	GP	A-1-a	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
3	C-3	1.50 m	1.50 m	GP	A-1-a	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
4	C-4	1.55 m	1.55 m	GP	A-1-a	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
5	C-5	1.70 m	1.70 m	GP - GM	A-1-a	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422**• ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA CALICATA N° 1**

CALICATA **C-1** Entre A.V. Julio llanos y Pachacutec
 MUESTRA N°: 1
 PROFUNDIDAD: 1.6

Tamiz	Abertura(mm)	%QP
3"	75	100
2 1/2"	63.5	100
2"	50.8	100
1 1/2"	38.1	90.02
1"	25.4	75.65
3/4"	19.05	68.73
1/2"	12.7	56.99
3/8"	9.5	50.87
1/4"	6.3	42.62
N° 4	4.76	38.24
10	2	21.12
20	0.85	13.12
40	0.425	7.87
60	0.25	6.62
140	0.106	5.37
200	0.075	4.98

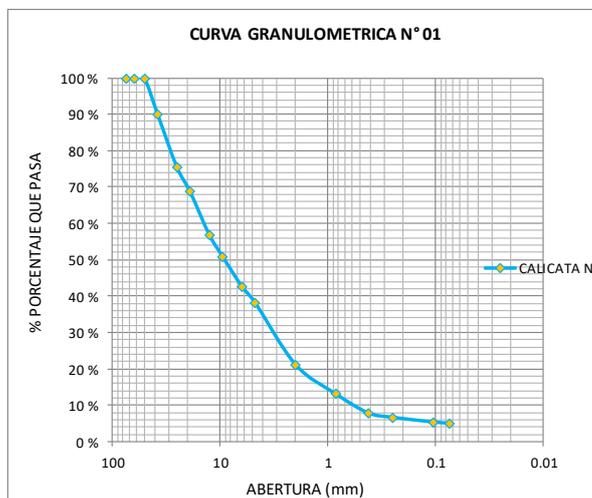
CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
4.96%	32.13%	62.91%

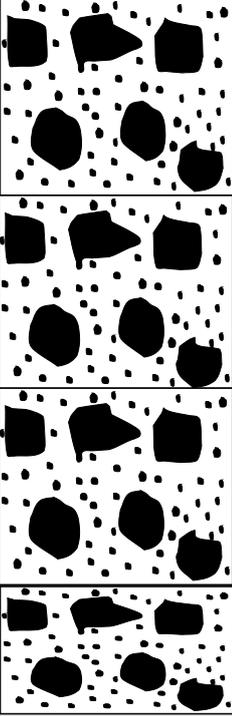
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
%LIMITE LIQUIDO	N.P
%LIMITE PLASTICO	N.P
%INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

SUCS :	GP
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
AASHTO:	A-1-a



INGEOTEC
 M. Yarely Quispe Paucar
 JEFE DE LABORATORIO



PERFIL ESTRATIGRAFICO (MTC E 101, ASTM D 420)						
DATOS			REGISTRO DE EXCAVACION			
PETICIONARIO: Bach Pacahuala Villaverde Erick Jhordan			EXCAVACION: C-1			
ATENCION: Laboratorio INGEOTEC			NIVEL FREATICO: NO Presenta			
INFORME: ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN,2022.			TAMAÑO EXCAV. : H = 1.60 m			
UBICACIÓN: Entre A.V. Julio llanos y Pachacutec			REGISTRADO POR: E.J.P.V			
METODO DE EXCAV: Manual			REVISADO POR: MYQP			
2022						
REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMETRICO (g/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
		SIMBOLOS	GRAFICO			
	0.4	RE		5.90%	1.975	Material de relleno, de color gris con presencia de boloneria, en estado semisecco y sin plasticidad, de consistencia semisuelta.
	1.2	GP		8.49%	2.046	Grava mal graduada con arena de color marrón oscuro y humedo en estado semi compacto, sin plasticidad.
IDENTIFICACION DE MUESTRAS Pt : Turba RE: Material de Relleno M-1: Muestra alterada N° - 1 NF: NIVEL FREATICO				Calicata: C - 1 Ubicación: Entre A.V. Julio llanos y Pachacutec - EL TAMBO - HUANCAYO . JUNIN ESTUDIO : 1		


M. Yarely Quispe Paucar
 JEFE DE LABORATORIO





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA N° 2

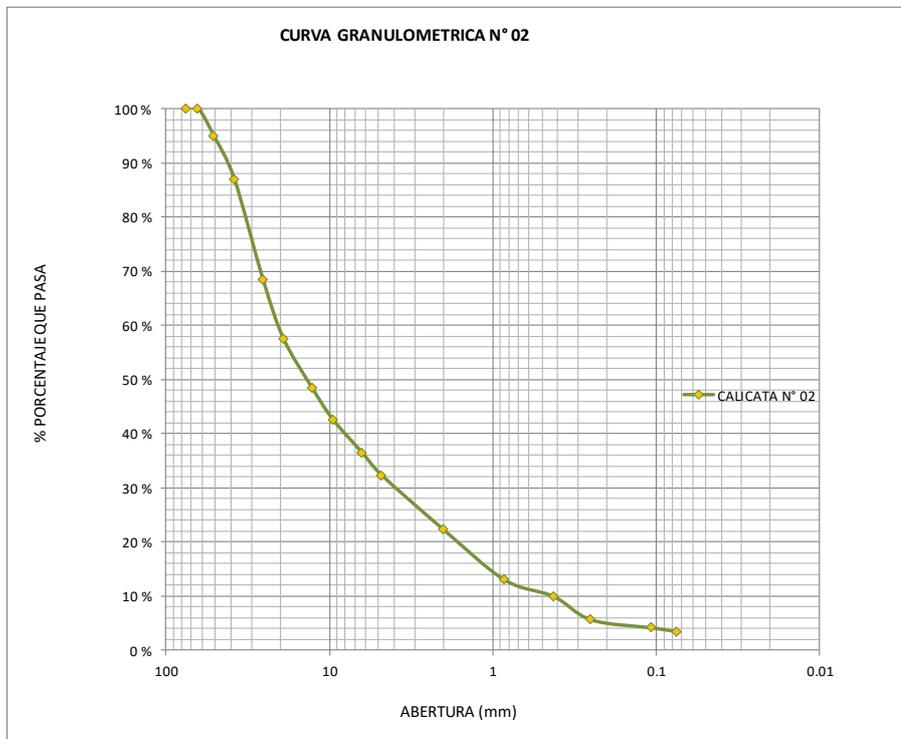
CALICATA **C-2** Entre A.V Julio llanos y P.J. Heroínas de toledo
MUESTRA N°: 2
PROFUNDIDAD: 1.65 m

Tamiz	Abertura(mm)	%QP
3"	75	100
2 1/2"	63.5	100
2"	50.8	94.91
1 1/2"	38.1	86.99
1"	25.4	68.37
3/4"	19.05	57.50
1/2"	12.7	48.39
3/8"	9.5	42.60
1/4"	6.3	36.50
N° 4	4.76	32.28
10	2	22.28
20	0.85	13.04
40	0.425	9.97
60	0.25	5.64
140	0.106	4.17
200	0.075	3.49

CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
3.71%	29.88%	66.41%

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
%LIMITE LIQUIDO	N.P
%LIMITE PLASTICO	N.P
%INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

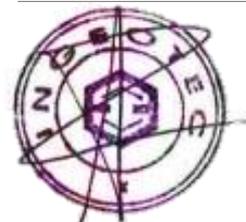
SUCS :	GP
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
AASHTO:	A-1-a



INGEOTEC

M. Yarely Quispe Paucar

M. Yarely Quispe Paucar
JEFE DE LABORATORIO



**INGEOTEC**

CONSULTORÍA & CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO: INGEOTEC2022_INF

VERSION: V01

FECHA: ENE 2022

REVISADO POR: MYQP

PERFIL ESTRATIGRAFICO (MTC E 101, ASTM D 420)

DATOS	REGISTRO DE EXCAVACION
PETICIONARIO: Bach Pacahuala Villaverde Erick Jhordan	EXCAVACION: C-2
ATENCION: Laboratorio INGEOTEC	NIVEL FREATICO: NO Presenta
INFORME: ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN.	TAMAÑO EXCAV. : H = 1.65 m
UBICACIÓN: Entre A.V Julio llanos y P.J. Heroínas de toledo	REGISTRADO POR: E.J.P.V
METODO DE EXCAV: Manual	REVISADO POR: MYQP

2022

REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMETRICO (g/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
		SIMBOLOS	GRAFICO			
	0.25	GM		6.40%	1.845	Grava limosa con arena de color marron oscuro en estado semicompacto y semi húmedo con presencia de raices y boloneria.
	0.5	GM		6.80%	1.941	Grava limosa con arena de color marrón en estado semicompacto y semi húmedo y boloneria.
	0.9	GP		1.75%	1.975	Grava mal graduada con arena de color marrón oscuro y en estado semicompacto y húmedo con boloneria.
	1.65					

IDENTIFICACION DE MUESTRAS

Pt : Turba

RE: Material de Relleno

M-1: Muestra alterada N° - 1

NF: NIVEL FREATICO

Calicata: C - 2

Ubicación: Entre A.V Julio llanos y P.J. Heroínas de toledo - EL TAMBO - HUANCAYO . JUNIN

ESTUDIO : 2

INGEOTEC

M. Yareilly Quispe Paucar
JEFE DE LABORATORIO



INGEOTEC

CONSULTORÍA & CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO: INGEOTEC2022_INF

VERSION: V01

FECHA: ENE 2022

REVISADO POR: MYQP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA N° 3

CALICATA **C-3** Entre P.J. E. Vidalon y P.J. Heroínas de Toledo

MUESTRA N°: 3

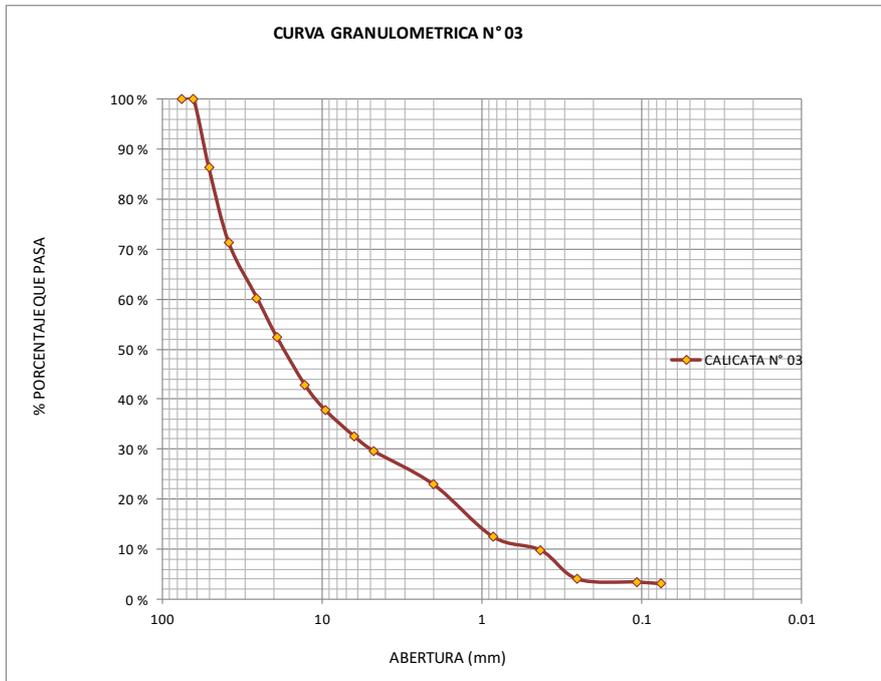
PROFUNDIDAD: 1.5 m

Tamiz	Abertura(mm)	%QP
3"	75	100
2 1/2"	63.5	100
2"	50.8	86.27
1 1/2"	38.1	71.26
1"	25.4	60.27
3/4"	19.05	52.39
1/2"	12.7	42.812
3/8"	9.5	37.842
1/4"	6.3	32.662
N° 4	4.76	29.68
10	2	22.95
20	0.85	12.49
40	0.425	9.75
60	0.25	3.97
140	0.106	3.39
200	0.075	3.05

CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
2.90%	21.66%	75.44%

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
%LIMITE LIQUIDO	N.P
%LIMITE PLASTICO	N.P
%INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

SUCS :	GP
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
AASHTO:	A-1-a

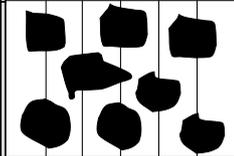
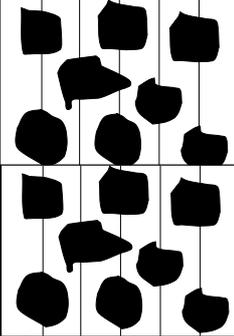
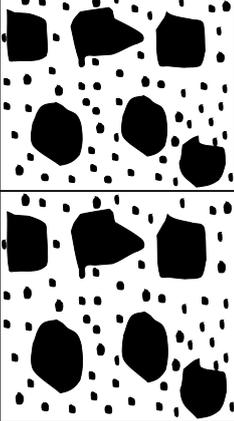


INGEOTEC

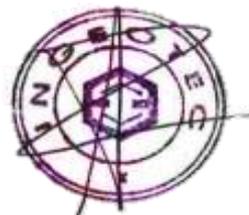
[Signature]

M. Yarely Quispe Paucar
JEFE DE LABORATORIO



PERFIL ESTRATIGRAFICO (MTC E 101, ASTM D 420)						
DATOS			REGISTRO DE EXCAVACION			
PETICIONARIO: Bach Pacahuala Villaverde Erick Jhordan			EXCAVACION: C-3			
ATENCION: Laboratorio INGEOTEC			NIVEL FREATICO: NO Presenta			
INFORME: ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN.			TAMAÑO EXCAV. : H = 1.50 m			
UBICACIÓN: Entre P.J. E. Vidalon y P.J. Heroínas de toledo			REGISTRADO POR: E.J.P.V			
METODO DE EXCAV: Manual			REVISADO POR: MYQP			
2022						
REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMETRICO (g/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
		SIMBOLOS	GRAFICO			
	0.2	GM		8.90%	1.844	Grava limosa con arena de color marron oscuro en estado semicompacto y semi húmedo con presencia de raices y boloneria.
	0.6	GM		5.61%	1.796	Grava limosa con arena de color marrón en estado semicompacto y semi húmedo con boloneria.
	0.7	GP		1.48%	1.945	Grava mal graduada con arena de color marrón oscuro en estado semicompacto y semi húmedo.
IDENTIFICACION DE MUESTRAS Pt : Turba RE: Material de Relleno M-1: Muestra alterada N° - 1 NF: NIVEL FREATICO				Calicata: C - 3 Ubicación: Entre P.J. E. Vidalon y P.J. Heroínas de toledo - EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN ESTUDIO : 3		


INGEOTEC
 M. Yarely Quispe Paucar
 JEFE DE LABORATORIO



• ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA CALICATA N° 4

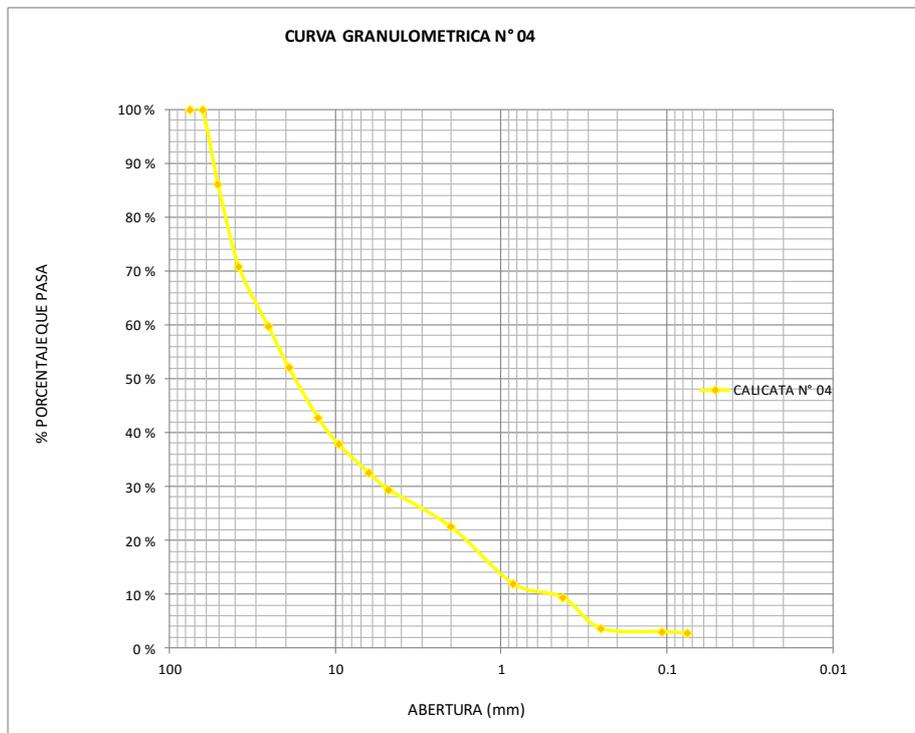
CALICATA C-4 P.J. Salvatierra
MUESTRA N°: 4
PROFUNDIDAD: 1.55 m

Tamiz	Abertura(mm)	%QP
3"	75	100
2 1/2"	63.5	100
2"	50.8	86.03
1 1/2"	38.1	70.8
1"	25.4	59.81
3/4"	19.05	52.09
1/2"	12.7	42.788
3/8"	9.5	37.818
1/4"	6.3	32.638
N° 4	4.76	29.44
10	2	22.49
20	0.85	12.03
40	0.425	9.45
60	0.25	3.67
140	0.106	3.09
200	0.075	2.75

CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
2.19%	25.48%	72.33%

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
%LIMITE LIQUIDO	22.75
%LIMITE PLASTICO	22.14
%INDICE DE PLASTICIDAD	0.62

SUCS :	GP
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
AASHTO:	A-1-a



INGEOTEC

M. Yarely Quispe Paucar
JEFE DE LABORATORIO



**INGEOTEC**

CONSULTORÍA & CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO: INGEOTEC2022_INF

VERSION: V01

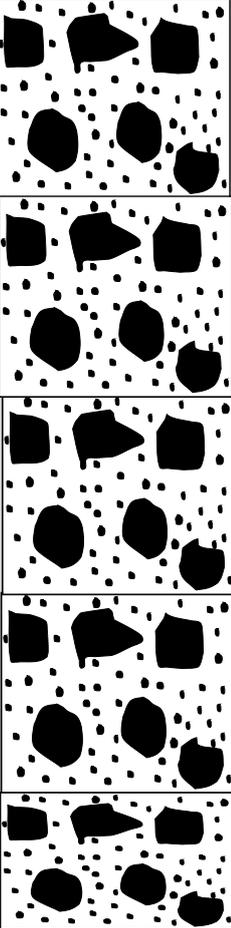
FECHA: ENE 2022

REVISADO POR: MYQP

PERFIL ESTRATIGRAFICO (MTC E 101, ASTM D 420)

DATOS	REGISTRO DE EXCAVACION
PETICIONARIO: Bach Pacahuala Villaverde Erick Jhordan	EXCAVACION: C-4
ATENCION: Laboratorio INGEOTEC	NIVEL FREATICO: NO Presenta
INFORME: ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN.	TAMAÑO EXCAV. : H = 1.55 m
UBICACIÓN: PJ. Salvatierra	REGISTRADO POR: E.J.P.V
METODO DE EXCAV: Manual	REVISADO POR: MYQP

2022

REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMETRICO (g/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
		SIMBOLOS	GRAFICO			
	1.55	GP		8.95%	1.846	Grava mal graduada con arena de color marrón claro en estado semicompacto y semi húmedo con bolonería.

IDENTIFICACION DE MUESTRAS

Pt : Turba

RE: Material de Relleno

M-1: Muestra alterada N° - 1

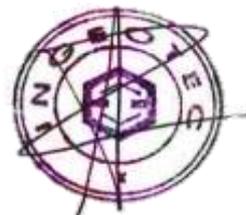
NF: NIVEL FREATICO

Calicata: C - 4

Ubicación: PJ. Salvatierra - EL TAMBO - HUANCAYO . JUNIN

ESTUDIO : 4

INGEOTEC

M. Yaremy Quispe Paucar
JEFE DE LABORATORIO



INGEOTEC

CONSULTORÍA & CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO: INGEOTEC2022_INF

VERSION: V01

FECHA: ENE 2022

REVISADO POR: MYQP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA N° 5

CALICATA **C-5** P.J. Virgenes del sol

MUESTRA N°: 5

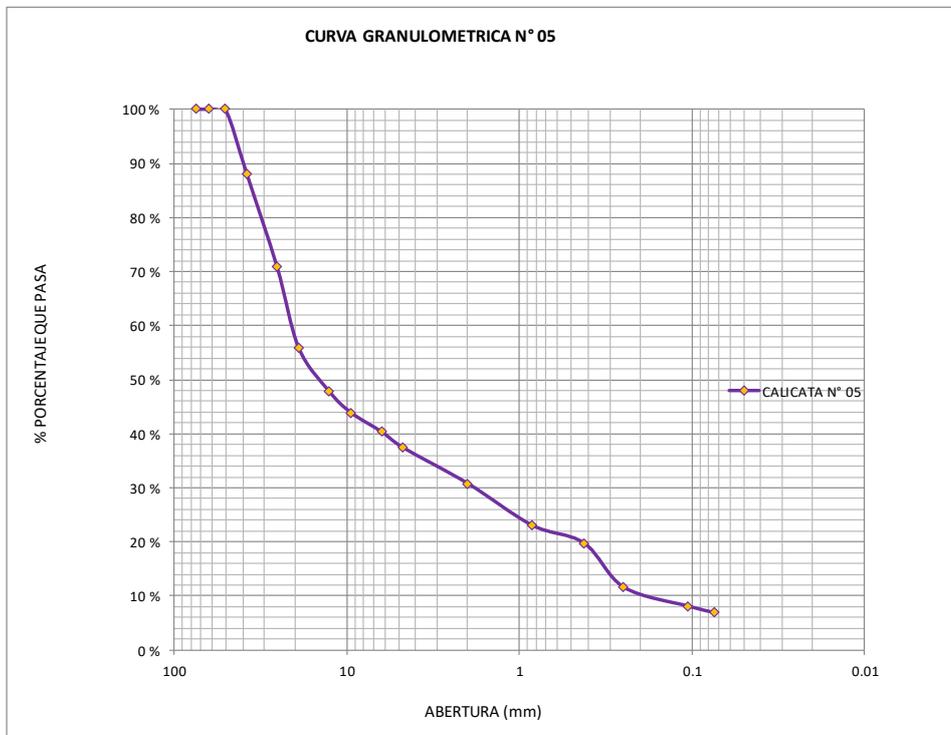
PROFUNDIDAD: 1.7 m

Tamiz	Abertura(mm)	%QP
3"	75	100
2 1/2"	63.5	100
2"	50.8	100
1 1/2"	38.1	88.068
1"	25.4	70.758
3/4"	19.05	55.83
1/2"	12.7	47.8
3/8"	9.5	43.85
1/4"	6.3	40.288
N° 4	4.76	37.4
10	2	30.728
20	0.85	23.008
40	0.425	19.708
60	0.25	11.52
140	0.106	8.02
200	0.075	6.83

CLASIFICACION GRANULOMETRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
5.98%	28.72%	65.30%

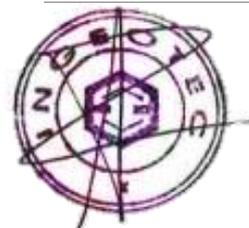
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
%LIMITE LIQUIDO	N.P
%LIMITE PLASTICO	N.P
%INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

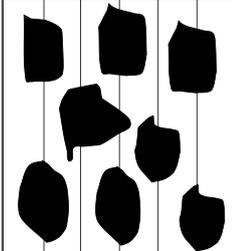
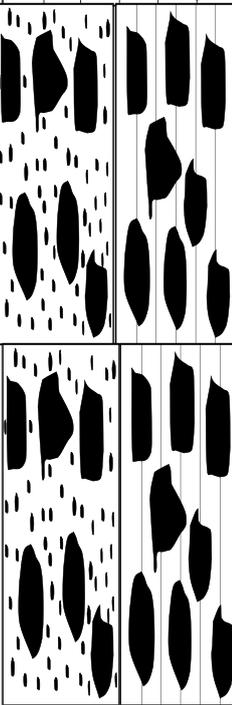
SUCS :	GP-GM
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA
AASHTO:	A-1-a



INGEOTEC

M. Yarely Quispe Paucar
JEFE DE LABORATORIO



PERFIL ESTRATIGRAFICO (MTC E 101, ASTM D 420)						
DATOS			REGISTRO DE EXCAVACION			
PETICIONARIO: Bach Pacahuala Villaverde Erick Jhordan			EXCAVACION: C-5			
ATENCION: Laboratorio INGEOTEC			NIVEL FREATICO: NO Presenta			
INFORME: ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN.			TAMAÑO EXCAV. : H = 1.70 m			
UBICACIÓN: P.J. Virgenes del sol			REGISTRADO POR: E.J.P.V			
METODO DE EXCAV: Manual			REVISADO POR: MYQP			
2022						
REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMETRICO (g/cm3)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
		SIMBOLOS	GRAFICO			
	0.3	GM		7.12%	1.846	Grava limosa con arena de color marrón oscuro en estado semicompacto y semi húmedo con boloneria.
	1.4	GP - GM		3.95%	1.943	Grava mal graduada con limo y arena de color marrón claro en estado semicompacto y semisecho.
	1.7					
IDENTIFICACION DE MUESTRAS Pt : Turba RE: Material de Relleno M-1: Muestra alterada N° - 1 NF: NIVEL FREATICO				Calicata: C - 5 Ubicación: P.J. Virgenes del sol - EL TAMBO - HUANCAYO . JUNIN ESTUDIO : 5		

TITULO DEL INFORME: ACELERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBO-HUANCAYO- JUNIN, 2022.
BACHILLER: PACAHUALA VILLAVERDE, Erick Jhordan
LUGAR DE ESTUDIO: EL TAMBO - UMUTO

SISMO DE JUNIN-JUNIN DEL 02 DE AGOSTO DEL 2018
 ML = 3.8 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
1	02/08/2017	05:40:06	-11.30	-76.04	10	III	JUNIN - JUNIN

ESTACIÓN ACELEROGRAFICA DEL CIP DEL 02 DE AGOSTO DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP HUANCAVELICA	HVCA,HVCA,ASCENSION	ARENOSO	201.016	0.12

Epicentro según IGP y ubicación de la estación acelerografica



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

SISMO DE MERCED-JUNIN DEL 14 DE AGOSTO DEL 2017
 ML = 4.4 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
2	14/08/2017	08:13:30	-10.86	-75.36	9	III-IV	MERCED-JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 14 DE AGOSTO DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP HUANUCO	HUANUCO,HUANUCO,HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	140.685	0.47
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UNI	CARAL	LIMA,BARRANCA,SUPE	GRAVA ARENOSA	237.152	0.13

Epicentro según IGP/USGS y ubicación de las estaciones acelerograficas



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

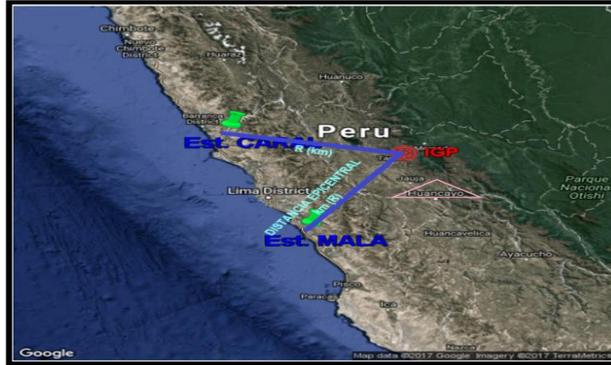
SISMO DE TARMA-JUNIN DEL 01 DE SETIEMBRE DEL 2017
ML = 4.4 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral UTC	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia focal)	Intensidad MAX	Localidad
3	01/09/2017	18:16:28	-11.24	-75.56	103	-	TARMA - JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 01 DE SETIEMBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA, CANETE, MALA	GRAVA SATURADA	198.39	0.55
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UNI	CARAL	LIMA, BARRANCA, SUPE	GRAVA ARENOSA	218.65	0.43

Epicentro según IGP y ubicación de las estaciones acelerograficas



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

SISMO DE LA OROYA-JUNIN DEL 18 DE SETIEMBRE DEL 2017

ML = 4.2 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
4	18/09/2017	06:10:47	-11.44	-76.07	115	II	OROYA - JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 18 DE SETIEMBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA, CANETE, MALA	GRAVA SATURADA	150.57	0.46
CIP / CISMID	CIP-CN	LIMA, LIMA, MIRAFLORES	GRAVA ALUVIAL	128.48	0.36
CIP	CIP-LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	128.74	0.34
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UNI	CARAL	LIMA, BARRANCA, SUPE	GRAVA ARENOSA	170.69	0.27

Epicentro según IGP y ubicación de las estaciones acelerograficas



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)



Firmado digitalmente por:
SCIPION CASTILLO Dany
Eddy FAU 20131367008 hard
Idembo: Day 1/8
Fecha: 13/03/2019 13:14:03-0500

SISMO DE SATIPO-JUNIN DEL 30 DE OCTUBRE DEL 2017

ML = 5.6 (IGP)

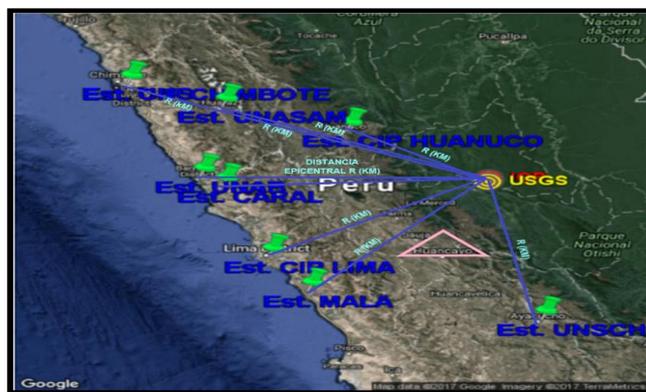
N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
5	30/10/2017	17:12:05	-10.74	-74.73	128	III	SATIPO - JUNIN



ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 30 DE OCTUBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s2)
CIP	CIP HUANUCO	HUANUCO, HUANUCO, HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	188.05	15.01
CIP	CIP LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	293.91	2.5
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UNI	CARAL	LIMA, BARRANCA, SUPE	GRAVA ARENOSA	306.51	2.45
POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA, CANETE, MALA	GRAVA SATURADA	299.59	2.13
POSGRADO FIC UNI/UNS	UNS	ANCASH, SANTA, NUEVO CHIMBOTE	ARENA MALGRADADA	252.29	1.75
CIP	CIP CHIMBOTE	ANCASH, SANTA, NUEVO CHIMBOTE	ARENA MALGRADADA	452.28	1.54
POSGRADO FIC UNI/UNAB	UNAB	LIMA, BARRANCA, BARRANCA	GRAVA ARENOSA	332.86	1.38
POSGRADO FIC UNI/UNASAM	UNASAM	ANCASH, HUARAZ, INDEPENDENCIA	ARCILLA DE BAJA COMPRESIBILIDAD	334.83	0.56
POSGRADO FIC UNI/UNSCH	UNSCH	AYACUCHO, HUAMANGA, AYACUCHO	GRAVA MALGRADADA	271.98	0.55

Epicentro según IGP/USGS y ubicación de las estaciones acelerograficas



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

SISMO DE SATIPO-JUNIN DEL 04 DE DICIEMBRE DEL 2017

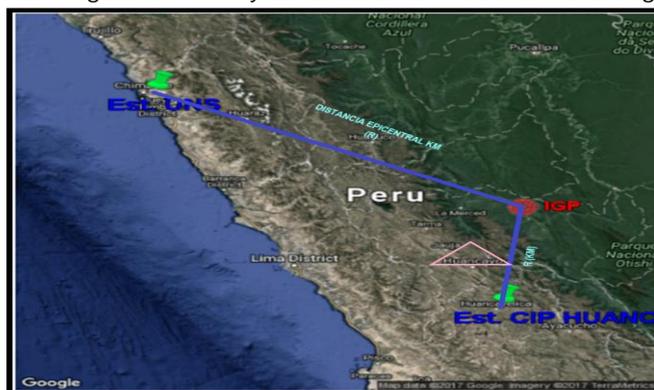
ML = 3.6 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
6	04/12/2017	07:25:00	-11.05	-74.7	14	-	SATIPO - JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 04 DE DICIEMBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s2)
POSGRADO FIC UNI/UNS	UNS	ANCASH, SANTA, NUEVO CHIMBOTE	ARENA MALGRADADA	469.7	0.42
CIP	CIP HUANCAVELICA	HUANCAVELICA, HUANCAVELICA, ASCENSIÓN	ARENOSO	194.18	0.18

Epicentro según IGP/USGS y ubicación de las estaciones acelerograficas



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

Firmado digitalmente por:
SCIPION CASTILLO Dany
Id: FAU 20131367008 hard
Módulo: Dey V* B*
Fecha: 13/03/2019 13:14:03-0500

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
7	10/12/2017	16:06:05	-10.81	-74.74	17	-	SATIPO - JUNIN

ESTACION ACELEROGRAFICA DEL CIP - 10 DE DICIEMBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP NAZCA	ICA, NAZCA, VI STA ALEGRE	NO DETERMINADO	447.46	0.17

Epicentro según IGP y ubicación de la estación acelerografica



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

SISMO DE HUASICANCHA-JUNIN DEL 16 DE DICIEMBRE DEL 2017
ML = 3.7 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
8	16/12/2017	20:27:19	-12.52	-75.3	111	-	huasicancha - junin

ESTACION ACELEROGRAFICA DEL CIP - 16 DE DICIEMBRE DEL 2017

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UNI	CARAL	LIMA, BARRANCA, SUPE	GRAVA ARENOSA	302.78	0.11

Epicentro según IGP y ubicación de la estación acelerografica



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

SISMO DE LA MERCED-JUNIN DEL 23 DE MARZO DEL 2018
ML = 3.6 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
9	23/03/2018	05:09:09	-11.2	-75.45	127	-	MERCED-JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 23 DE MARZO DEL 2018

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
POSGRADO FIC UNI	PACASMAYO	LA LIBERTAD, PACASMAYO, PACASMAYO	GRAVA ARENOSA	617.26	0.3
CIP	CIP CN2	LIMA, LIMA, MIRAFLORES	GRAVA ALUVIAL	199.74	0.19



Epicentro según IGP y ubicación de las estaciones acelerograficas



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

SISMO DE LA MERCED, CHANCHAMAYO - JUNIN DEL 10 DE ABRIL DEL 2018
ML = 3.9 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
10	10/04/2018	00:57:58	-11.36	-75.36	35	II en la merced	MERCED, CHANCHAMAYO

ESTACION ACELEROGRAFICA DEL CIP - 10 DE ABRIL DEL 2018

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO, PASCO, PASCO	NO DETERMINADO	124.37	0.19

Epicentro según IGP y ubicación de la estación acelerografica



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

SISMO DE SATIPO, SATIPO - JUNIN DEL 13 DE MAYO DEL 2018
ML = 3.8 (IGP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
11	13/05/2018	04:24:40	-11.41	-74.78	49	-	SATIPO, SATIPO - JUNIN

ESTACION ACELEROGRAFICA DEL CIP - 13 DE MAYO DEL 2018

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO, PASCO, PASCO	NO DETERMINADO	180.91	0.1

Epicentro según IGP y ubicación de la estación acelerografica



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)



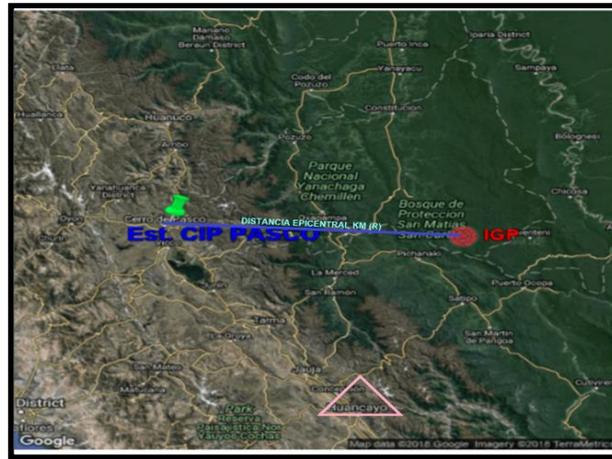
Firmado digitalmente por:
SCIPION CASTILLO Dany
Edity FAJ 20131367008 hard
Módulo: Dey Vn 8*
Fecha: 13/03/2019 13:14:03-0500

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
12	05/06/2018	21:00:39	-10.76	-74.63	38	-	SATIPO ,SATIPO-JUNIN

ESTACION ACELEROGRAFICA DEL CIP - 05 DE JUNIO DEL 2018

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO,PASCO ,PASCO	CALIZA	177.81	0.2

Epicentro según IGP y ubicación de la estación acelerografica



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
13	29/09/2018	02:24:23	-10.86	-74.54	114	-	SATIPO ,SATIPO-JUNIN

ESTACION ACELEROGRAFICA DEL CIP - 29 DE SETIEMBRE DEL 2018

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP AYACUCHO	AYACUCHO,H UAMANGA,AY ACUCHO	GRAVA ALUVIAL	255.6	0.49

Epicentro según IGP y ubicación de la estación acelerografica



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
14	14/02/2019	14:33:18	-12.19	-74.35	20	V	Junin

Nota: Epicentro a 37 km al Norte Este de Campo Armino, Tayacaja, dando en territorio Junin el epicentro

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 14 DE FEBRERO DEL 2019

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
CIP	CIP HVCA	HVCA, ASCENSION	ARENOSO	94.54	20.42
CIP	CIP AYACUCHO	AYACUCHO HUAMANGA	GRAVA ALUVIAL	107.04	4.09
POSGRADO FIC UN/UNSCH	UNSCH	AYACUCHO HUAMANGA	GRAVA MAL GRADADA	106.8	3.89
CIP	CIP ICA	ICA, ICA, ICA	ARENA MEDIA	254.58	1.3
CIP	CIP HUANUCO	HUANUCO, HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	323.94	1.25
POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA, CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA	256.17	1.19
CIP	CIP UCAYALI	UCAYALI, CORONEL PORTILLO, CALLERIA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	421.47	1.05
CIP	CIP CAÑETE	SAN VICENTE DE CAÑETE	GRAVA LIMOSA	242.19	0.93
CIP	PALPA	ICA, PALPA, PALPA	SUELO ARENOSO	274.59	0.92
POSGRADO FIC UN/UNP	CALLAO	CALLAO, CALLAO LA PUNTA	ARENA LIMOSA	306.61	0.74
CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO PASCO	CALIZA	267.68	0.73
CIP	CIP PISCO	ICA, PISCO, PISCO	GRAVA MAL GRADADA	263.11	0.62
CIP	CIP AMAZONAS	AMAZONAS, CHACHA POLLAS	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	764.64	0.33
CIP	CIP LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	293.94	0.32
CIP	CIP MADRE DE DIOS	MADRE DE DIOS, TAMBOPATA	ARENA ARCILLOSA	563.12	0.31
CIP	CIP CORACORA	AYACUCHO, P. ARINACOCCHAS	SUELO ARCILLOSO	318.44	0.18
POSGRADO FIC UN/UNASAM	UNASAM	ANCASH, HUARAZ, INDEPENDENCIA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	455.95	0.17

Epicentro según IGP/USGS y ubicación de las estaciones acelerograficas



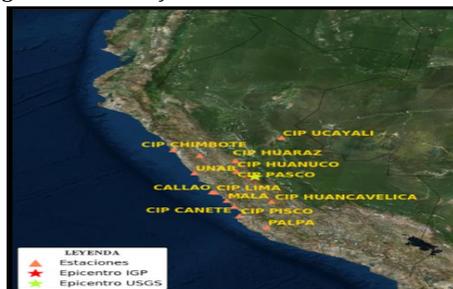
Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

N°	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
15	19/02/2019	06:11:42	-11.09	-75.58	117	II	MERCED-JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 19 DE FEBRERO DEL 2019

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
POSGRADO FIC-UNI	MALA	LIMA, CAÑETE, MALA	GRAVA SATURADA	210.69	1.13
CIP	CIP PASCO	CERRO DE PASCO	CALIZA	87.42	0.65
CIP	CIP HUANUCO	HUANUCO	GRAVA ARCILLOSA	146.83	0.65
POSGRADO FIC-UN/UNAB	UNAB	LIMA, BARRANCA	GRAVA ARENOSA	243.09	0.49
CIP	CIP LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	194.76	0.46
POSGRADO FIC/UN/UNP	CALLAO	CALLAO LA PUNTA	ARENA LIMOSA	204.06	0.3
CIP	CIP CHIMBOTE	ANCASH, SANTA N. CH.	ARENA MAL GRADADA	388.51	0.25
CIP	CIP UCAYALI	UCAYALI, CORONEL PORTILLO, C.	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	320.66	0.24
CIP	CIP CAÑETE	LIMA, CAÑETE, S.V DE CAÑETE	GRAVA LIMOSA	236.98	0.19
CIP	CIP PISCO	ICA, PISCO, PISCO	GRAVA MAL GRADADA	298.64	0.16
CIP	CIP HUARAZ	ANCASH, HUARAZ	GRAVA	274.45	0.14
CIP	CIP HVCA	HVCA, ASCENSION	ARENOSO	198.67	0.11
CIP	PALPA	ICA, PALPA, P.	SUELO ARENOSO	383.31	0.1

Epicentro según IGP/USGS y ubicación de las estaciones acelerograficas



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
16	13/05/2019	07:10:29	-12.23	-75.10	89	III-IV	JUNIN

Nota: Epicentro a 12 km al Norte de Nahuimpuquio, Tayacaja. Dando como epicentro en region Junin.
ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 13 DE MAYO DEL 2019

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s2)
POSGRADO FIC UNI	MALA	LIMA CANETE, MALA	GRAVA SATURADA	175.95	7.4
CIP	CIP JUNIN	JUNIN, HYO, HYO	GRAVA ALUVIAL	21.73	5.29
CIP	CIP HVCA	HVCA, HVCA, A	ARENOSO	62.81	4.75
CIP	PALPA	ICA, PALPA, PALPA	SUELO ARENOSO	254.98	3.9
CIP/CISMID	CIP CN	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	210.33	3.47
CIP	CIP LIMA	LIMA, LIMA, SAN ISIDRO	GRAVA ALUVIAL	212.64	2.79
CIP	CIP ICA	ICA, ICA, ICA	ARENA MEDIA	215.14	2.73
POSGRADO FIC UNI/CARAL/INICTEL-UNI	CARAL	LIMA, BARRANCA, SUPE	GRAVA ARENOSA	303.75	2.22
CIP	CIP PISCO	ICA, PISCO, PISCO	GRAVA MALGRADADA	203.85	1.89
CIP	CIP AYACUCHO	AYACUCHO, HUAMANGA, AYACUCHO	GRAVA ALUVIAL	139.18	1.39
POSGRADO FIC UNI/UNAS	UNAS	LIMA, BARRANCA, BARRANCA	GRAVA ARENOSA	335.74	1.37
CIP	CIP HUANOUCO	HUANOUCO, HUANOUCO, HUANOUCO	GRAVA ARCILLOSA	282.81	1.35
POSGRADO FIC UNI/UNSCH	UNSCH	AYACUCHO, HUAMANGA, AYACUCHO	GRAVA MALGRADADA	139.26	1.25
UNIVERSIDAD SAN PEDRO	USP	ANCASH, SANTA, CHIMBOTE	ARENOSO	518.97	0.99
POSGRADO FIC UNI/UNSCH	UNS	ANCASH, SANTA, NUEVO CHIMBOTE	ARENA MALGRADADA	508.1	0.63
CIP	CIP CHIMBOTE	ANCASH, SANTA, NUEVO CHIMBOTE	ARENA MALGRADADA	507.65	0.55
CIP	CIP AMAZONAS	AMAZONAS, CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	730.41	0.46
POSGRADO FIC UNI/UNTRM	UNTRM	AMAZONAS, CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	728.86	0.43
CIP	CIP HUARAZ	ANCASH, HUARAZ, HUARAZ	GRAVA	399.62	0.39
CIP/UPAO	LIBERTAD, TRUJILLO	LIBERTAD, TRUJILLO	ARENA ARCILLOSA	625.75	0.32
CIP	CIP UCAYALI	UCAYALI, CORONEL, PORTILLO, CALLERA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	429.96	0.28
POSGRADO FIC UNI/CERESIS	YUNGAY	ANCASH, YUNGAY, YUNGAY	ARENA ARCILLOSA	446.78	0.21
POSGRADO FIC UNI	PACASMAYO	LA LIBERTAD, PACASMAYO	GRAVA ARENOSA	724.74	0.21
POSGRADO FIC UNI/UNASAM	UNASAM	ANCASH, HUARAZ, INDEPENDENCIA	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	400.39	0.19
CIP	CIP MOYOBAMBA	SAN MARTIN, MOYOBAMBA	ARCILLA	715.63	0.15
CIP	CIP TARAPOTO	SAN MARTIN, SAN MARTIN, TARAPOTO	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	654.51	0.12
CIP	CIP AREQUIPA 2	AREQUIPA, AREQUIPA	GRAVA ARENOSA	600.42	0.1

Epicentro según IGP/USGS y ubicación de las estaciones acelerograficas



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)



Firmado digitalmente por:
SCIPION CASTILLO Danny
Edity: FAU 2013136768 hard
Id: 666: Day 1/8
Fecha: 13/03/2019 13:14:03-0500



SISMO DE LA MERCED, CHANCHAMAYO - JUNIN DEL 19 DE OCTUBRE DEL 2020

ML = 4.1 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
17	19/10/2020	16:50:38	-10.99	-75.53	25	III	JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 19 DE OCTUBRE DEL 2020

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
SENCICO	SENCICO HUANCAYO	JUNIN - HUANCAYO EL TAMBO	POR DETERMINAR	123.49	0.24

Epicentro según IGP y ubicación de las estaciones acelerograficas



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)

SISMO DE CONCEPCION, CONCEPCION - JUNIN DEL 10 DE JULIO DEL 2021

ML = 3.6 (IGP)

Nº	Fecha (dd-mm-aa)	Hora Epicentral	Latitud	Longitud	Profundidad km(distancia)	Intensidad MAX	Localidad
18	10/07/2021	12:49:28	-11.63	-75.20	13	III	JUNIN

ESTACIONES ACELEROGRAFICAS DEL CIP - 10 DE JULIO DEL 2021

UBICACIÓN DE ESTACION ACELEROGRAFICA					
Institución	Estación	Ubicación	Lugar de asiento	Distancia epicentral km(R)	Amax (cm/s ²)
SENCICO	SENCICO HUANCAYO	JUNIN - HUANCAYO EL TAMBO	POR DETERMINAR	47.79	1.7

Epicentro según IGP y ubicación de las estaciones acelerograficas



Fuente: Colegio de ingenieros del Perú (CIP)



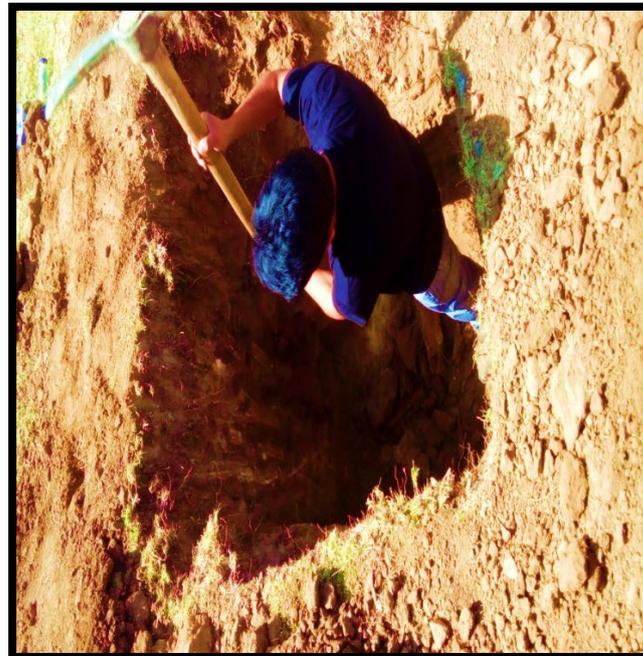
Firmado digitalmente por:
 SCIPION CASTILLO Danny
 Eddy FAU 20131307008 hard
 Motivo: Dey Vº Bº
 Fecha: 13/03/2019 13:14:03-0500

PANEL FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA DE CALICATAS DEL DISTRITO DE EL TAMBO-UMUTO Y LA RED DE SISMOGRAMA Y SISMOGRAFO DEL IGP EN HUAYAO.



Excavación de la primera calicata en la A.V. Julio llanos y Pachacutec (C1)



Excavación de la segunda calicata en la A.V Julio llanos y P.J. Heroínas Toledo (C2)



Excavación de la tercera calicata en PJ. Heroínas Toledo y PJ. Vidalon (C3)



Excavación de la cuarta calicata en PJ. Salvatierra (C4)



Vista general del tipo característico de tipo de suelo granular del distrito de El Tambo-Umuto



Excavación de la quinta calicata en Vírgenes del sol. (C5)



CALICATA N° 01 - A.V. Julio llanos y Pachacutec



CALICATA N° 02 - A.V Julio llanos y PJ. Heroínas Toledo



CALICATA N° 03 - Heroínas Toledo y P.J. Vidalon



CALICATA N° 04 - P.J. Salvatierra



CALICATA N° 05 - Vírgenes del sol.



CALICATA N° 05 - Vírgenes del sol.



Secando la muestra para así poder tamizar correctamente



Pesado de la muestra tamizada



Juego de tamices para el respectivo ensayo granulometrico.



Se muestra gravas y se llevó a pesar para su respectiva anotación.



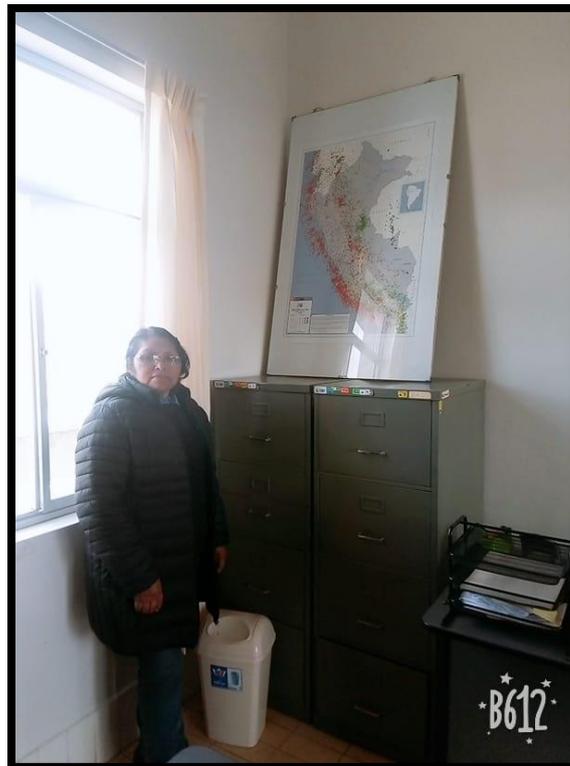
Limpiando el ultimo tamiz y sacando con espátula u otro objeto la muestra que se quedó atrapada en ella



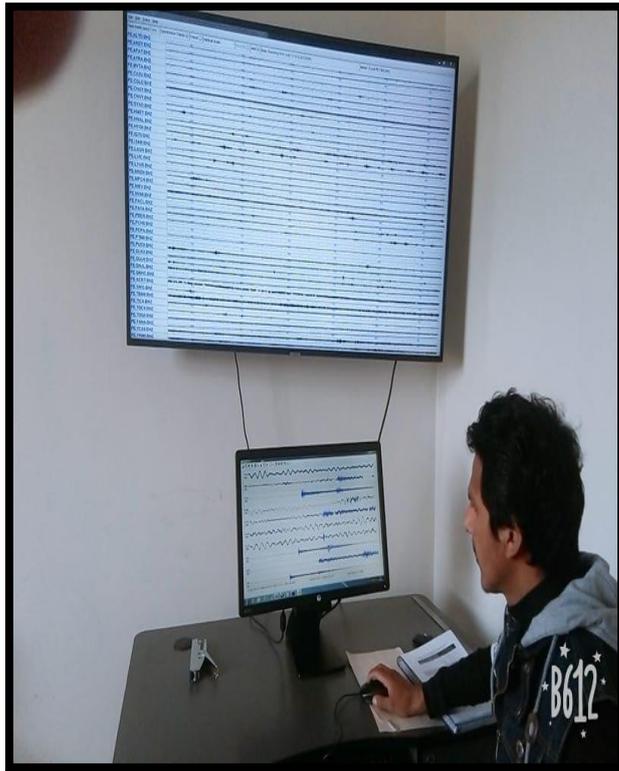
Tamizando la muestra de la calicata dando movimientos circulares.



Observatorio de Huancayo, Instituto Geofísico del Perú (IGP).



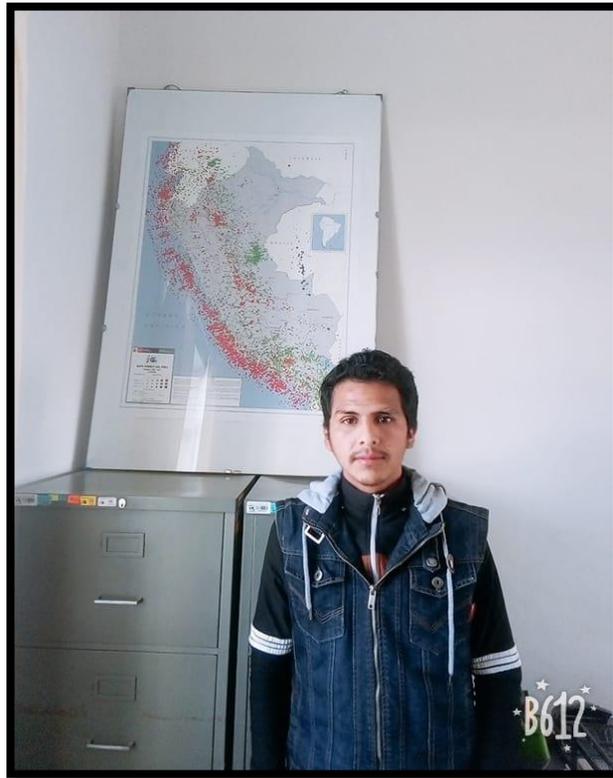
Personal encargado del área sismográfica del IGP.



Registro de la llegada de las ondas sísmicas de cuerpo y superficiales en el IGP.



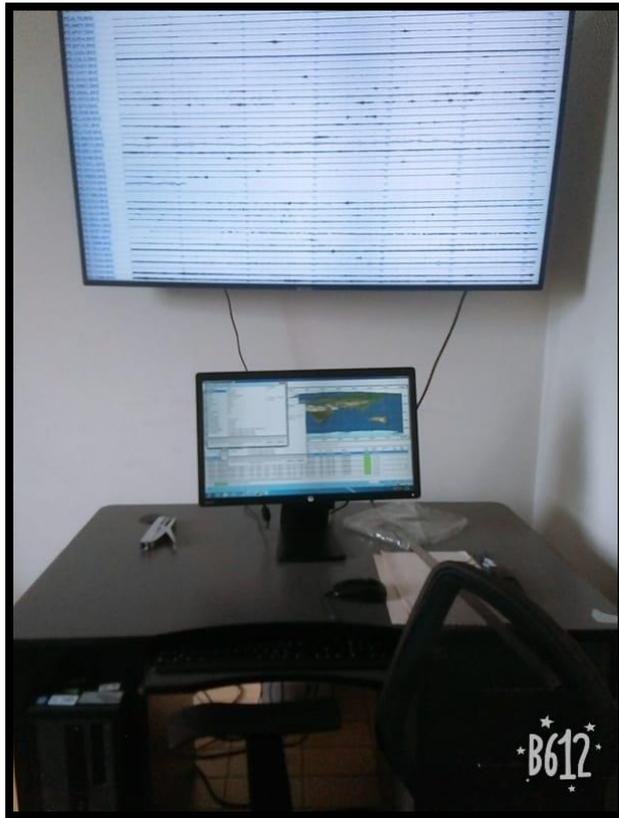
Red sismográfica del IGP visualizando sus eventos sísmicos ocurridos en el Perú.



Mapa sísmico del Perú IGP – Huayao – Hyo.



Se observa el SISMOGRAFO del IGP en Huayao – Observatorio de Huancayo.



SISMOGRAMA del IGP.



SISMOGRAFO del IGP.

MAPA DE UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO



MAPA POLITICO DEL PERU

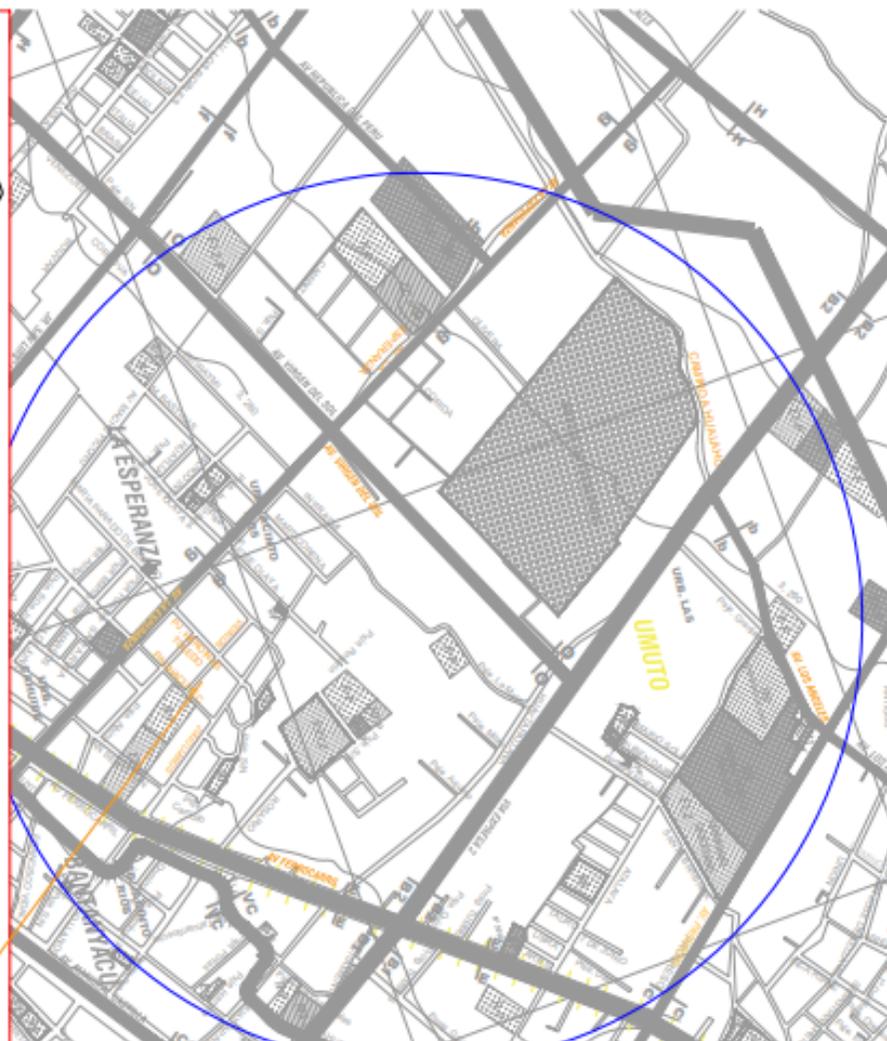


DISTRITO DE EL TAMBO

PROV. HUANCAYO - DISTRITO DE EL TAMBO



REGION JUNIN - PROV. HUANCAYO



UBICACION

ESC: 1/10000

 <p>UPLA</p>	<p>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</p>	
	<p>PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION</p>	
<p>Alcalde: PACAYULA YLLAVEDE, Erik Jordan</p>		<p>Fecha: 2020</p>



CALCULO	PROFUNDIDAD	LÍNEA	COORDENADAS	
			X (m)	Y (m)
C1	1.00	Julio A.T. Julio Llano y Paredones	-12.000000	-70.000000
C2	1.00	Julio A.T. Julio Llano y P.J. Herdinas Toledo	-12.000000	-70.000000
C3	1.00	Julio A.T. Julio Llano y P.J. Herdinas Toledo	-12.000000	-70.000000
C4	1.00	P.J. Sebastián / Jose Soto	-12.000000	-70.000000
C5	1.00	P.J. Virgen del Sol	-12.000000	-70.000000



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

INFORME: ACILERACIONES EN SUELOS INORGANICOS DEBIDO A LAS ONDAS SISMICAS SUPERFICIALES EN EL DISTRITO DE EL TAMBOHUANCAYO - JUNIO, 2022

Plan: PLANO DE CALICATAS

TEJISTA: Bach. PACAHUALA VILLAVEDE, Erick Jhordan Fecha: 2022

Escal: 1:100 Escala: 1:100

Llave: N° 0008