



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos  
convencionales en la parroquia Santísima Trinidad de Tingo -  
Arequipa - 2022”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Terrazos Molina, Randy Josué  
<https://orcid.org/0000-0002-4200-7521>

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto  
<https://orcid.org/0000-0002-4136-7189>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mis padres por su incondicional apoyo y paciencia que, pese a varios tropiezos durante mi vida, siguieron creyendo en mí.

A mis hermanos, por su ayuda constante, por sus consejos y su compañía.

A mi hija Juliette, quien es mi motivo principal para continuar pese a las adversidades.

A mis amigos y compañeros, por compartir su tiempo y experiencias conmigo, y ayudarme en los momentos de necesidad.

Y a mis docentes por las enseñanzas y conocimiento adquiridos a lo largo de este periodo de estudios.

## **Agradecimiento**

A Dios por permitir que llegue a este punto de vida, siempre cuidándome, siendo guía y dándome fuerzas para seguir adelante.

A mis padres por el apoyo incondicional, esfuerzos y dedicación, para hoy haber culminado esta etapa tan importante en mi vida.

Al Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana, mi asesor de tesis, quien compartió su experiencia y conocimientos, brindándome su guía profesional, para poder culminar satisfactoriamente este proyecto.

A Monseñor Javier Del Río Alba, por su cordial atención, y facilitar los permisos necesarios para la realización de la presente investigación.

## Índice de contenidos

|   |     |
|---|-----|
| Carátula.....   | i   |
| Dedicatoria.....  | ii  |
| Agradecimiento .....                                      | iii |
| Índice de contenidos .....                                | iv  |
| Índice de tablas .....                                    | v   |
| Índice de gráficos y figuras.....                         | vii |
| Resumen.....  | ix  |
| Abstract.....   | x   |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                     | 1   |
| II. MARCO TEÓRICO.....                                    | 5   |
| III. METODOLOGÍA.....                                     | 32  |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación.....                  | 32  |
| 3.2. Variables y operacionalización.....                  | 33  |
| 3.3. Población, muestra y muestreo.....                   | 34  |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 35  |
| 3.5. Procedimientos.....                                  | 37  |
| 3.6. Método de análisis de datos.....                     | 56  |
| 3.7. Aspectos éticos.....                                 | 56  |
| IV. RESULTADOS.....                                       | 57  |
| V. DISCUSIÓN.....   | 78  |
| VI. CONCLUSIONES .....                                    | 84  |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                | 86  |
| REFERENCIAS.....  | 87  |
| ANEXOS.....   | 91  |

## Índice de tablas

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabla 1:  | <i>Sismos severos ocurridos en el sur peruano</i> .....                           | 14 |
| Tabla 2:  | <i>Factores de zonas sísmicas</i> .....   | 19 |
| Tabla 3:  | <i>Clasificación de suelos</i> .....  | 19 |
| Tabla 4:  | <i>Tipos de estructuras según FEMA</i> .....                                      | 20 |
| Tabla 5:  | <i>Descripción de modificadores del FEMA 154</i> .....                            | 20 |
| Tabla 6:  | <i>Indicadores del Método de Benedetti y Petrini</i> .....                        | 21 |
| Tabla 7:  | <i>Escalas de vulnerabilidad</i> .....  | 22 |
| Tabla 8:  | <i>Criterios de clasificación de la organización del sistema resistente</i> ....  | 23 |
| Tabla 9:  | <i>Criterios de clasificación de la calidad del sistema resistente</i> .....      | 23 |
| Tabla 10: | <i>Intervalos de clasificación de la demanda de ductilidad</i> .....              | 24 |
| Tabla 11: | <i>Valores recomendados de resistencia al corte de muros</i> .....                | 24 |
| Tabla 12: | <i>Criterios de clasificación de la posición del edificio y cimentación</i> ..... | 25 |
| Tabla 13: | <i>Criterios de clasificación de diafragmas horizontales</i> .....                | 25 |
| Tabla 14: | <i>Intervalos de clasificación de configuración en planta</i> .....               | 26 |
| Tabla 15: | <i>Criterios de clasificación de configuración en elevación</i> .....             | 27 |
| Tabla 16: | <i>Intervalos de clasificación de separación máxima de muros</i> .....            | 27 |
| Tabla 17: | <i>Criterios de clasificación de tipo de cubierta</i> .....                       | 28 |
| Tabla 18: | <i>Criterios de clasificación de elementos no estructurales</i> .....             | 28 |
| Tabla 19: | <i>Criterios de clasificación del estado de conservación</i> .....                | 29 |
| Tabla 20: | <i>Indicadores de vulnerabilidad de Mosqueira &amp; Tarque</i> .....              | 29 |
| Tabla 21: | <i>Rangos de vulnerabilidad</i> .....   | 30 |
| Tabla 22: | <i>Condiciones del comportamiento estructural</i> .....                           | 30 |
| Tabla 23: | <i>Criterios para la calificación de la calidad de m.o. y materiales</i> .....    | 31 |
| Tabla 24: | <i>Validadores por Juicio de Expertos</i> .....                                   | 37 |
| Tabla 25: | <i>Resultados de validez por juicio de expertos</i> .....                         | 37 |
| Tabla 26: | <i>Datos generales de las calicatas</i> .....                                     | 39 |
| Tabla 27: | <i>Factores para la determinación de la resistencia convencional</i> .....        | 44 |
| Tabla 28: | <i>Características generales del edificio</i> .....                               | 44 |
| Tabla 29: | <i>Área de muros principales en la dirección “X”</i> .....                        | 44 |
| Tabla 30: | <i>Área de muros principales en la dirección “Y”</i> .....                        | 45 |
| Tabla 31: | <i>Ubicación política de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo</i> .....       | 57 |
| Tabla 32: | <i>Análisis granulométrico por tamizado de calicata 1</i> .....                   | 60 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabla 33: | <i>Resumen de resultados del estudio de mecánica de suelos</i> .....              | 61 |
| Tabla 34: | <i>Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes</i> .....              | 62 |
| Tabla 35: | <i>Resultados del ensayo de compresión axial de pilas</i> .....                   | 62 |
| Tabla 36: | <i>Resultados del ensayo de resistencia del concreto seco</i> .....               | 64 |
| Tabla 37: | <i>Resultado de la vulnerabilidad por el método de Benedetti y Petrini</i> ...    | 66 |
| Tabla 38: | <i>Categorización o clasificación de indicadores del Método FEMA 154</i> .        | 67 |
| Tabla 39: | <i>Asignación de puntajes a Modificadores de vulnerabilidad</i> .....             | 68 |
| Tabla 40: | <i>Modos de vibración</i> .....   | 71 |
| Tabla 41: | <i>Control de distorsiones de entepiso de la Parroquia Tingo</i> .....            | 72 |
| Tabla 42: | <i>Calificación de calidad de mano de obra y materiales</i> .....                 | 75 |
| Tabla 43: | <i>Calificación de indicadores de vulnerabilidad de Mosqueira &amp; Tarque</i>    | 77 |
| Tabla 44: | <i>Vulnerabilidad de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo</i> .....           | 77 |
| Tabla 45: | <i>Vulnerabilidad de la Basílica de san Francisco por el método italiano</i>      | 78 |
| Tabla 46: | <i>Vulnerabilidad de la Parroquia Tingo por el método italiano</i> .....          | 78 |
| Tabla 47: | <i>Vulnerabilidad de los colegios por el método FEMA 154</i> .....                | 80 |
| Tabla 48: | <i>Vulnerabilidad de la Parroquia Tingo por el método FEMA 154</i> .....          | 80 |
| Tabla 49: | <i>Resumen de calificaciones de vulnerabilidad de la Iglesia Belén</i> .....      | 81 |
| Tabla 50: | <i>Indicadores influyentes de la vulnerabilidad – Mosqueira &amp; Tarque</i> .... | 82 |

## Índice de gráficos y figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de sismicidad del Perú. ....                                    | 12 |
| Figura 2. Mapa de sismos históricos del Perú de 1580 - 2014. ....              | 13 |
| Figura 3. Mapa de epicentro del sismo del año 2001 en el sur. ....             | 15 |
| Figura 4. Desplome de la torre de la Catedral de Arequipa. ....                | 15 |
| Figura 5. Formato de evaluación FEMA 154 (2002). ....                          | 18 |
| Figura 6. Tipos de configuración en planta. ....                               | 26 |
| Figura 7. Procedimiento de la investigación. ....                              | 38 |
| Figura 8. Ubicación de calicatas. ....   | 39 |
| Figura 9. Realización de la calicata C1. ....                                  | 40 |
| Figura 10. Ensayo de resistencia del concreto con esclerómetro. ....           | 40 |
| Figura 11. Ensayo de resistencia de muretes. ....                              | 41 |
| Figura 12. Ensayo de resistencia de pilas. ....                                | 41 |
| Figura 13. Sistema resistente de la Parroquia Santísima Trinidad. ....         | 42 |
| Figura 14. Discontinuidad del elemento estructural de la Parroquia. ....       | 43 |
| Figura 15. Pendiente de la zona evaluada ....                                  | 46 |
| Figura 16. Detalle de bóveda de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo. .... | 47 |
| Figura 17. Configuración en planta de la Parroquia de Tingo ....               | 48 |
| Figura 18. Configuración en elevación de la Parroquia de Tingo ....            | 49 |
| Figura 19. Separación máxima de muros principales. ....                        | 49 |
| Figura 20. Conexión de la bóveda con otros elementos. ....                     | 50 |
| Figura 21. Elementos no estructurales en el ábside. ....                       | 51 |
| Figura 22. Elementos no estructurales en la nave lateral. ....                 | 51 |
| Figura 23. Grietas en los muros de la estructura. ....                         | 52 |
| Figura 24. Asignación de las propiedades de la albañilería ....                | 54 |
| Figura 25. Asignación de las propiedades del concreto ....                     | 54 |
| Figura 26. Modelo estructural de la Parroquia Santísima Trinidad. ....         | 55 |
| Figura 27. Vista isométrica del modelo estructural de la Parroquia. ....       | 55 |
| Figura 28. Mapa de ubicación de la Parroquia Santísima Trinidad. ....          | 57 |
| Figura 29. Mapa de accesibilidad a la Parroquia Santísima Trinidad. ....       | 58 |
| Figura 30. Extracción de muestras de suelos. ....                              | 59 |
| Figura 31. Ensayo de suelos en laboratorio. ....                               | 59 |
| Figura 32. Curva granulométrica del suelo de calicata C1. ....                 | 60 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 33. Ensayo de compresión diagonal de murete. ....                           | 61 |
| Figura 34. Ensayo de compresión axial de pilas. ....                               | 62 |
| Figura 35. Ensayo de resistencia del concreto seco con esclerómetro. ....          | 63 |
| Figura 36. Inspección de la estructura evaluada .....                              | 65 |
| Figura 37. Levantamiento arquitectónico de la estructura evaluada.....             | 65 |
| Figura 38. Aplicación de la ficha de observación del Método FEMA 154 .....         | 67 |
| Figura 39. Resultado final de evaluación de la vulnerabilidad por FEMA 154 .....   | 69 |
| Figura 40. Desplazamientos laterales por cargas sísmicas.....                      | 72 |
| Figura 41. Diagrama de esfuerzos axiales S11 por carga de gravedad .....           | 73 |
| Figura 42. Diagrama de esfuerzos axiales S22 por carga de gravedad .....           | 73 |
| Figura 43. Diagrama de esfuerzos cortantes S22 por cargas laterales de sismo. .... | 74 |
| Figura 44. Calificación del estado de conservación de la Parroquia Tingo .....     | 76 |
| Figura 45. Desplazamientos debido al sismo de la Iglesia Belén .....               | 82 |
| Figura 46. Desplazamientos debido al sismo de la Parroquia Tingo .....             | 82 |



## Resumen

La presente investigación tiene por objetivo determinar el grado de vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo – Arequipa. La metodología empleada es de tipo aplicado, descriptivo y no experimental. La muestra es la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo, ubicada en el distrito de Jacobo Hunter, la cual es evaluada a través de los métodos cualitativos de Benedetti & Petrini, FEMA 154 y el método cuantitativo propuesto por Mosqueira y Tarque aplicando el software estructural SAP2000.

Los resultados de la evaluación con los métodos convencionales cualitativos indican que la edificación en mención tiene vulnerabilidad alta, debido a que tiene un Índice de vulnerabilidad de 253.75 (Benedetti & Petrini) y un valor “S” de 1.2 (FEMA 154). Por otro lado, según el método cuantitativo la deriva es mayor (0.0071) al 0.005 establecido y la fuerza cortante es superior (22.05 kgf/cm<sup>2</sup>) a la fuerza resistente (3.76 kgf/cm<sup>2</sup>). Asimismo, el inadecuado procedimiento constructivo, la deficiente calidad de sus materiales y su estado deplorable la convierten en una estructura propensa a ser afectado por los sismos. En ese sentido, se concluye que la estructura presenta vulnerabilidad sísmica alta y que los métodos convencionales son aplicables a este tipo de estructuras.

**Palabras Claves:** Vulnerabilidad estructural, peligro sísmico, Parroquia.

## Abstract

The objective of this research is to determine the degree of seismic vulnerability through conventional methods of the "Santísima Trinidad" parish of Tingo - Arequipa. The methodology used is applied, descriptive and non-experimental. The sample is the Santísima Trinidad de Tingo Parish, located in the Jacobo Hunter district, which is evaluated through the qualitative methods of Benedetti & Petrini, FEMA 154 and the quantitative method proposed by Mosqueira and Tarque applying the structural software SAP2000.

The results of the evaluation with conventional qualitative methods indicate that the building in question has high vulnerability, because it has a vulnerability index of 253.75 (Benedetti & Petrini) and an "S" value of 1.2 (FEMA 154). On the other hand, according to the quantitative method, the displacements are greater (0.62%) than 0.5% and the shear force is greater (4.01 kg/cm<sup>2</sup>) than the resistant force (3.76 kg/cm<sup>2</sup>). Likewise, the inadequate construction procedure and the poor quality of its materials make it a structure prone to being affected by earthquakes. In this sense, it is concluded that the structure presents high seismic vulnerability and that conventional methods are applicable to this type of structures.

**Keywords:** Structural vulnerability, seismic hazard, Parish

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, las edificaciones de carácter religioso siempre fueron considerados como estructuras representativas de una ciudad o un poblado, ya que estas estructuras representan la espiritualidad de sus habitantes y al mismo tiempo son considerados como monumentos icónicos de dichas poblaciones, tal es así que en las zonas más céntricas de una ciudad se encuentran casi siempre las iglesias o templos dedicados a la religión que profesan en dichos lugares, como la plaza mayor de Madrid donde se encuentra la imponente Catedral de Almudena, la Catedral de Notre Dame en París o la basílica de San Basilio en La Plaza Roja de Moscú. Estos edificios son símbolos culturales y es parte de la historia de un país, por lo que se realizan esfuerzos para conservarlas en el tiempo. “Tal es el caso de Italia, donde los edificios históricos están dentro de la política del estado para asegurar su permanencia en óptimo estado, incluso cuentan con métodos específicos para evaluar y diagnosticar su estado físico” (Figuerola, et al. 2019, p.2). Por otro lado, Cameron, afirma que muchos edificios de este tipo están en mal estado físico, por lo que al respecto menciona que:

Existe una destrucción sistemática de este tipo de edificaciones monumentales sobre todo, en países con economías emergentes, tal es el caso de las iglesias históricas de la ciudad de México donde muchas de ellas se encuentran en situación de deterioro o los templos católicos del centro de la ciudad de Valparaíso en Chile donde estos edificios se encuentran vulnerables a los sismos de dicha zona, por lo que se hace necesario realizar estudios que permitan conocer la realidad y posibiliten realizar intervenciones para que sigan manteniendo su significado (Cameron, 2017, p.11).

Por tales razones, Campos (2017) menciona que “en Sudamérica surge la necesidad de conservar estos edificios icónicos, ya que por la forma como fueron construidas, la falta de mantenimiento y sobre todo el paso del tiempo las vuelven muy frágiles a todo tipo de peligros naturales y antrópicos” (p.17).

A nivel nacional, “El Perú al ser un país milenario y con una población mayoritariamente católica, cuenta con una cantidad numerosa de estas edificaciones destinadas al culto cristiano en todas sus ciudades” (Campos, 2022, p.7). Según reportes del Ministerio de Cultura del Perú (antes INC), en todo el país existe un inventario de 784 templos católicos. Sin embargo, la gran mayoría de estas

construcciones son muy antiguas, incluso gran parte de ellos tienen siglos de haberse construido como las iglesias coloniales y republicanas, por lo que actualmente gran porcentaje se encuentra en un estado deplorable, sobre todo aquellas que no son muy visibles ni se encuentran dentro de los circuitos turísticos y ya evidencian cierto deterioro sistemático como resultados del relegamiento, el paso del tiempo y los constantes sucesos sísmicos. A pesar de que en el Artículo 8 de la Ley N° 282996, indica que aquellos bienes culturales que son propiedad de la Iglesia católica están en la obligación de realizar estudios y diagnósticos que permitan su conservación y garantizar el cumplimiento de la función para la cual fueron diseñadas. Sin embargo, el abandono o la falta de mantenimiento de estas edificaciones es notorio, por lo que se necesita crear políticas de conservación.

A nivel local, la situación no es diferente a la realidad problemática descrita anteriormente, debido a que la ciudad de Arequipa es la segunda más poblada después de Lima, por lo que se cuenta con una vasta cantidad de estructuras de condición religiosa como templos, conventos, monasterios, etc. La gran mayoría de estos edificios históricos están dentro de un grupo selecto de edificaciones declaradas como patrimonio cultural de la nación, por esa razón reciben todo tipo de atenciones por parte de las entidades competentes, sin embargo, los templos de los distritos alejados del casco histórico fueron relegados de toda atención por las instituciones encargadas, estas fueron dejadas a su suerte y que en muchas ocasiones los que intervenían en su conservación eran los feligreses locales. Tal es el caso de la Iglesia La Santísima Trinidad de Tingo, la cual está ubicada en el distrito arequipeño de Hunter, donde dicha iglesia congrega a miles de fieles provenientes de los distritos aledaños como Tiabaya y Uchumayo, pero físicamente esta edificación se encuentra en una situación deplorable, ya que evidencia deterioro en la nave central, presenta grietas en sus muros resistentes y otras patologías estructurales como consecuencias de los movimientos telúricos frecuentes que se producen en la zona, ya que según Paredes y Chacón (2017. P.13) "Arequipa está emplazada geográficamente en una zona muy sísmica, lo que representa una amenaza para la estabilidad de este tipo de estructuras".

Razones por las cuales se formula el siguiente problema general: ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica evaluada por métodos convencionales de la parroquia

“Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022? y como problemas específicos se tienen: PE1 ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método de Benedetti y Petrini de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022?, PE2: ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método FEMA – 154 de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022?, PE3: ¿Cuál es la vulnerabilidad estructural evaluada por el Método de Mosqueira y Tarque de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022?.

Las justificaciones se mencionan a continuación: tiene justificación teórica debido a que el estudio diagnosticará y explicará el estado estructural de parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo ya que se estimará su grado de vulnerabilidad frente a sucesos sísmicos, por consiguiente, se contribuirá con información relevante, lo cual posibilitará tomar acciones previsorias y consecuentemente podrá ser conservada en óptimas condiciones de físicas y de funcionalidad. Asimismo, será una referencia para estudios posteriores de este tipo de edificaciones. Justificación metodológica: se justifica porque se aplica el método científico para alcanzar los objetivos planteados, por la razón de que dicho método brinda pasos organizados para conseguir conocimientos confiables. El proceso comienza con la observación, la formulación del problema, desarrollo del sustento teórico, prosigue con el planteamiento de objetivos e hipótesis y culmina con las inferencias. Justificación social: socialmente se justifica porque al estimar la vulnerabilidad física de la estructura en mención se pondrá en conocimiento a las entidades competentes y que puedan tomar acciones preventivas en salvaguarda de la estructura, lo que evitará en lo posible su deterioro o su colapso, de esta manera los feligreses y los habitantes de dicha zona serán beneficiados, ya que dicho edificio es un referente para toda la jurisdicción del distrito. Justificación económica: económicamente se justifica por la razón de que al tener un precedente sobre la vulnerabilidad que presenta la edificación se pretende mitigar las afectaciones graves por las inclemencias de la naturaleza, por lo que su reparación será menos costosa que su reconstrucción, en ese sentido, se evitará grandes pérdidas físicas y económicas. Justificación Ambiental: se justifica porque ante un suceso sísmico severo la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo se vería dañado gravemente incluso hasta un desplome como producto de su estado físico, esta situación ocasionaría

desperdicios en forma de escombros y mucha polvareda, estos elementos infestarían el aire, asimismo, las instalaciones sanitarias colapsarían lo que contaminaría el medio ambiente. Bajo esta premisa, es necesario diagnosticar la situación física en la que se encuentra esta edificación y tomar cartas en el asunto para que se pueda mitigar una posible contaminación ambiental a futuro.

Por lo tanto, se plantea como objetivo general: Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica evaluada por métodos convencionales de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022. Siendo los objetivos específicos OE1: Determinar la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método de Benedetti y Petrini de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022, OE2: Determinar la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método FEMA – 154 de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022, OE3: Determinar la vulnerabilidad estructural evaluada por el Método de Mosqueira y Tarque de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022.

Por consiguiente, se plantea la hipótesis general: El grado de vulnerabilidad sísmica evaluada por métodos convencionales de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022 es alta e insegura. Las hipótesis específicas son HE1: La vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método de Benedetti y Petrini de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022 es alta, HE2: La vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método FEMA – 154 de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022 es alta, HE3: La vulnerabilidad estructural evaluada por el Método de Mosqueira y Tarque de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022 es alta e insegura.

## II. MARCO TEÓRICO

Como estudios previos sobre el tema, se tiene los antecedentes internacionales:

Figuroa (2019) en su estudio, afirmó que tuvo como objetivo principal proporcionar un método para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras típicas de las iglesias mexicanas, tomando como caso el Templo de Santa Lucía de Chiapas. Para lograrlo, las características de la metodología del estudio son: método científico, alcance descriptivo y aplicado. La muestra fue la propia iglesia ya mencionada. La vulnerabilidad sísmica fue analizada utilizando el programa SAP2000. En el software se simuló la estructura frente a sismos de distintos periodos e intensidades de retorno, esto permitió observar el cómo se desenvuelve la estructura frente a este tipo de movimientos, logrando los siguientes resultados: los modelos estructurales que fueron sometidos a sismos de condición normal, por lo que en la base de la cúpula presentaron esfuerzos promedios de 101.00 kg/cm<sup>2</sup> para un periodo de retorno de 30 años, 180.00 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a 100 años, 336.01 kg/cm<sup>2</sup> para 500.00 años y 413.00 kg/cm<sup>2</sup> para 1000 años de retorno. En promedio, para los sismos de fallamiento normal, se generaron igualmente en los extremos de las torretas para un periodo de retorno de 30 años con esfuerzos de 180 kg/cm<sup>2</sup>. Razones por las cuales la investigadora concluye que en los modelos sometidos a fuentes sísmicas se producen mayores esfuerzos que en los modelos de subducción, lo que demuestra la vulnerabilidad muy alta de estos edificios y el enorme daño que provoca este tipo de sismos en todos los templos históricos de México.

Gonzalez (2020) En su investigación indica que tuvo como objetivo principal evaluar la vulnerabilidad sísmica de 5 templos religiosos de la ciudad de Valparaíso. Para conseguirlo, el autor se valió de una metodología con enfoque cualitativo, de nivel descriptivo y diseño no experimental. La población constó de 32 iglesias republicanas, la muestra fueron 5 complejos religiosos, los cuales son: La Iglesia Matriz, Iglesia Doce Apóstoles, Iglesia San Francisco, Iglesia Santa Ana y la Iglesia Sagrado Corazón y se consiguieron los siguientes resultados; El templo Sagrado Corazón funciona con normalidad y no presenta daños visuales, su estructura es bastante fuerte y no se aprecia esbelta, y estas condiciones le permiten tener un buen desempeño contra los eventos sísmicos. Por tanto, su vulnerabilidad es media (IV=15). La iglesia de La Matriz no evidencia daños, por el efecto positivo del refuerzo

estructural recibido en años anteriores, y se estimó una vulnerabilidad media (IV=31) lo cual está determinada principalmente por su tamaño considerable. La vulnerabilidad media (IV=40) del Templo de Santa Ana se debe a su degradación y abandono, provocando un desgaste sistémico. Doce Apóstoles es un templo cuya condición evidencia daños en su estructura causada por fuerzas sísmicas, su estado físico y tamaño considerable hace que tenga una vulnerabilidad moderada (IV=42) al daño a nivel estructural por fuerzas sísmicas. El Templo de San Francisco se encuentra en estado de abandono y su tamaño considerable sugiere una vulnerabilidad sísmica de media a alta (IV = 40). Al respecto, el autor concluye que el 100% de las infraestructuras evaluadas tienen vulnerabilidad media y requieren un reforzamiento a nivel estructural en un plazo medio.

Montero (2018) en su investigación afirma que su objetivo fue evaluar el reforzamiento sísmico del templo denominado La Dolorosa, en la zona central de Manta en Ecuador. Dicho reforzamiento fue ejecutado por la empresa Miyamoto con la finalidad de garantizar una adecuada respuesta ante un suceso sísmico de gran magnitud. La metodología considerada fue de enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo y la muestra fue la unidad de análisis ya mencionada. Dicho edificio fue previamente reforzado y posteriormente analizado para conocer su comportamiento sísmico. Los resultados fueron: las afectaciones que tuvo el templo están concentradas en gran medida en sus muros, es decir que los muros podrían sufrir daños, pero también existe la posibilidad de que sean dañados sus componentes estructurales como las columnas, para los cuales se crearon alternativas de refuerzo y de este modo, lograr un trabajo en conjunto. El refuerzo con el encamisado de sus columnas es la alternativa más viable, por lo que fue efectuado en la totalidad de sus pórticos transversales, no obstante, fueron excluidos las columnas de la parte exterior. Por otro lado, se pudo haber mejorado la respuesta sísmica del edificio si se incluía muros estructurales con la finalidad de que la edificación tenga más rigidez. Por lo que el autor concluye que el edificio religioso tuvo distorsiones de hasta 17 cm al ser sometido a simulaciones sísmicas. Dicho resultado fue antes de ser reforzado con el encamisado de columnas, razón por la cual las distorsiones superaron al 2% establecido en la norma ecuatoriana vigente, situación que convierte a la edificación en muy vulnerable al peligro sísmico.



Como estudios previos en el ámbito nacional se tiene a: Díaz (2019), que en su investigación tuvo como objetivo principal evaluar la vulnerabilidad sísmica del edificio denominado “Iglesia de Belén” en la zona urbana de Cajamarca, para lo cual la autora empleó una investigación con metodología aplicada, de alcance descriptivo, diseño no experimental y seccional. La vulnerabilidad de la estructura religiosa fue estimada a través de 2 metodologías ampliamente usadas como son: el método cualitativo (método italiano) y el método cuantitativo (metodología de Mosqueira & Tarque). Los resultados fueron los siguientes: de acuerdo con la evaluación por el Método Italiano, la estructura histórica presenta un “Iv” de 78.75, lo que significa que dicha estructura está en condición de “medianamente vulnerable”. En lo referente a la evaluación cuantitativa (SAP2000), los esfuerzos actuantes en la dirección “X” presentan valores variables que van desde 3.67 kg/cm<sup>2</sup> hasta 9.68 kg/cm<sup>2</sup>, estos esfuerzos son mayores a los esfuerzos admisibles. Del mismo modo, los desplazamientos máximos ocasionados por las fuerzas actuantes en la dirección “X” presentan valores de 18.99 milímetros (muros en X) y 13.75 milímetros (muros en Y), por lo tanto, no cumplen con el desplazamiento máximo permisible=5mm, así mismo, en la dirección “Y” arrojan valores de 4.10 milímetros (muros en X) y 18.52 milímetros (muro en Y). Por consiguiente, concluye que la estructura se encuentra en una situación de media a alta susceptibilidad ante un suceso sísmico, por lo que es necesario reforzar la estructura.

Alvarez y Pulgar (2019), manifiestan que su investigación tuvo como objetivo: estimar la vulnerabilidad a los sismos de los módulos educativos públicos del distrito de Villa María del Triunfo empleando el Método FEMA 154 para un escenario de sismo severo. La metodología tuvo las siguientes características. Nivel exploratorio, diseño no experimental y tipo aplicado. En lo referente a la población, estuvo conformado por 87 centros educativos públicos del mencionado distrito y la muestra fue de 42 colegios, en los cuales se aplicó un instrumento de recolección de datos denominado “Cartillas de inspección” adaptado del formato del Método empleado. Los resultados fueron los siguientes: el 40% de las edificaciones esenciales no son vulnerables, el 31% son vulnerables y el 29% son muy vulnerables. Los resultados más críticos se deben a que dichas estructuras fueron construidas por el estado antes de la modificación radical de la normativa sismorresistente del año 1997. Por otro lado, los

módulos educativos que cuentan con sistema estructural tipo C3 (estructuras de concreto relleno con albañilería no reforzada) son los que presentan más vulnerabilidad, ya que estos poseen columnas con área transversal deficiente y solo se mantienen estables con los muros de albañilería. Por lo que los autores concluyen que: el 60% de las edificaciones esenciales evaluadas son vulnerables a los sismos severos de esta zona, por lo que es necesario realizar acciones preventivas como reforzamientos o mantenimientos de dichas estructuras.

Casas y Salas (2022), en su investigación mencionan que su objetivo primordial fue evaluar la vulnerabilidad al peligro sísmico para el reforzamiento de la Iglesia de San Francisco del casco histórico de Arequipa. Para lograr este cometido, los autores analizan la mencionada estructura histórica mediante dos métodos: el Método de Benedetti & Petrini y Elementos Finitos con el software SAP2000. La metodología con la que se desarrolló el estudio tiene las siguientes características: Investigación aplicada, descriptiva y no experimental. De este modo los resultados obtenidos fueron los siguientes: el Índice de Vulnerabilidad es de 196.25, esto indica que el edificio histórico es medianamente vulnerable a las fuerzas horizontales del sismo. Del mismo modo, en relación a la evaluación analítica (Elementos finitos), la estructura presenta vulnerabilidad media, debido a que el esfuerzo cortante del sismo es superior al esfuerzo admisible: 114.9 kgf/cm<sup>2</sup> y 80 kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente, sin embargo, las derivas están por debajo del máximo permitido en la normativa. Por lo que concluyen que ambos métodos coinciden en que el edificio histórico es medianamente vulnerable, es decir, será afectado por el sismo en algunos de sus componentes mas no sufrirá un colapso.

Para estudiar el asunto de forma más extensa se consideró los siguientes artículos: Zamora y Aguirre (2020), señalan como objetivo, analizar la vulnerabilidad a sismos de las estructuras típicas e icónicas como la Iglesia de El Sagrario, en Ecuador. La realización de este estudio tiene una estructura metodológica que se inicia con una verificación de la documentación y bibliografía, extendiéndose al estudio de los derrumbes de edificaciones destinados al culto religioso, y particularmente los casos de terremotos destructores de gran magnitud ocurridos en 2007 en Perú y 2007-2010 en Chile. Para su análisis, los autores utilizaron la metodología italiana, que tiene en

cuenta 9 parámetros y 28 mecanismos de daños. Así, se obtiene como resultado lo siguiente: En gran mayoría, las estructuras históricas que existen en la zona de la serranía, están hechas de adobe, pese a que el país está ubicado en un territorio altamente sísmico, esto aumenta el riesgo de derrumbe, pero no hay instrucciones, manuales o guías, que definan maneras ideales de proceder e implementar acciones preventivas. Por lo tanto, los autores concluyen que la iglesia de El Sagrario presenta diversas fallas, como es la distribución espacial en su geometría, agregado a esto el sistema constructivo, y el material a base de ladrillos de adobe, no están reforzados para minimizar su alta vulnerabilidad sísmica. (Iv = 60) o evitar daños por la ocurrencia de un sismo.

Cárdenas, Farfán y Huaco (2020), en la revista científica *Innovación y Tendencias en Ingeniería* Vol. 1 mencionan que su objetivo fue “estudiar el riesgo sísmico de las instituciones educativas públicas del distrito de San Juan de Miraflores en la ciudad de Lima”, para lo cual los autores emplearon un estudio de enfoque mixto, de alcance descriptivo y no experimental. Los Métodos para evaluar las estructuras mencionadas fueron: el método cualitativo FEMA 154 y el método cuantitativo “Análisis no lineal”. La población y la muestra estuvieron constituidas por todas las Instituciones educativas públicas del mencionado distrito, no obstante, para el análisis no lineal, la estructura seleccionada fue el Pabellón 780 PRE, ya que este tipo de estructura construido en los años 90 es frecuente en casi la gran mayoría de los colegios. Los resultados logrados fueron que: más del 50% de estas edificaciones esenciales presentan un nivel muy alto de vulnerabilidad a sismos de gran magnitud, lo que consecuentemente ocasionaría la disfuncionalidad de estas infraestructuras en el post - sismo. Del mismo modo, el Pabellón 780 PRE, tiene una respuesta deficiente a la acción sísmica. Por lo tanto, los autores concluyen que estas edificaciones esenciales necesitan de intervenciones de naturaleza preventiva o correctiva, ya que de lo contrario miles de estudiantes se perjudicarían en el desarrollo normal de su educación.

Aguilar et al. (2020), en la revista “*Ingeniería Sísmica*”, vol. 3, N° 102, páginas 27-42. Mencionaron que su finalidad era elaborar una documentación que evalúe el desempeño sísmico de los templos del periodo colonial, en el terremoto del 7 de

septiembre de 2017 que se suscitó en Chiapas, México. La investigación es netamente de enfoque descriptivo, no experimental y transeccional. Evaluaron brevemente la forma en que en que están estructuradas las edificaciones, los daños ocurridos y determinaron los procedimientos de intervención a los que fueron sometidos, así como el comportamiento y causas de los daños ocasionados por el sismo del 7 de septiembre de 2017. Se obtuvieron estos resultados: El sismo en cuestión dañó varias edificaciones de condición colonial, estas ubicadas al sur de México. Este estudio se presentó la problemática de edificaciones antiguas, tales son: el ex convento Santo Domingo, Templo de Santo Domingo, Templo de Santa Lucía y Templo del Carmen, pero la zona tiene una gran cantidad de edificaciones históricas y nunca se ha visto implementado algún tipo de refuerzo estructural a estas, para ayudar a aumentar o mejorar su resguardo. Así, los autores concluyen que el refuerzo a nivel estructural de las edificaciones tiene un efecto beneficioso sobre el comportamiento sísmico de estas edificaciones.

In other languages we have the following background: Baylon et al. (2020), in the Journal "Architecture and Seismic Engineering", who had as objective: to evaluate the vulnerability of the St. Maria Magdalena church in the Philippines. This structure is located in a very seismic zone, so it needs to be evaluated and diagnosed and its destruction or harm to people avoided. The methodology they used was descriptive and quasi-experimental. To determine if it is vulnerable, the application of SAP2000 software and AutoCAD was used, obtaining as a result that this church is highly vulnerable to ground accelerations, however, the church is in a good state of conservation, since it is a place tourist, visited by many tourists so the authorities try to keep it in the best physical condition. In this sense, they conclude that the church of St. María Magdalena is vulnerable to earthquakes in the event that the structure is abandoned and is not reinforced.

Barnaure, Coman & Marcu (2019), in the Journal Materials Science and Engineering, Vol. 586, N° 23, Pag. 120–128. Their main objective was "to make a comparison of the structural performance of a church in its original state and after carrying out the respective reinforcements at the structural level". The sample evaluated was the Church of Saint Constantine and Helena in the state of Romania. For which, first, the

seismic vulnerability of said structure was determined by means of numerical models of finite elements with the ETABS structural software. The authors consider that an applied type methodology was used, with a descriptive scope and without alteration of the observed variable. The results found were the following: the seismic vulnerability is high in the church without reinforcement, since the displacements are excessive and the seismic forces exceed the resistant forces of the structure and the possible failures would appear in the resistant walls and the main vault. . On the other hand, when simulating the reinforcement from the foundation, acceptable responses are obtained, so the structure should not be considerably affected. Therefore, the authors conclude that it is possible to predict the behavior of the church through numerical models and thus alert the competent entities about its situation so that they carry out the most appropriate reinforcements

Zizi & others (2021), in the Journal Buildings, Vol. 11, N° 23, Pag. 1–26. They mention that their primary objective was: to evaluate and determine the vulnerability to seismic hazard of a series of Churches of unreinforced masonry and of historical condition of the state of Italy. The research had the following characteristics: exploratory scope - descriptive, applied and transversal type. As a result, the study generally addressed the methods that already exist in the country to assess the vulnerability to seismic hazard of these historic buildings, such as the methods proposed by "Guidelines for Earthquake Defense" or the already known worldwide "Index of vulnerability", although these methods are of a qualitative and observational nature, they can provide valuable information and create a database for more detailed evaluations. Therefore, the authors conclude that these methods should be applied to evaluate existing unreinforced masonry structures or historical conditions such as those found in Italy, other European states and some historical centers in America and Asia. In addition, its results are more valid if they are evaluated massively, so it should be considered a pre-assessment of vulnerability and the evaluator must have experience in this type of structure.

Para explicar y comprender adecuadamente se desarrolla las siguientes bases teóricas: "La amenaza sísmica en el Perú tiene su origen en la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana con velocidades promedio de 8 centímetros

anuales” (Tavera, 2014, p.22). “Se trata de un proceso que provoca sismos de diferentes magnitudes e hipocentros (ver Figura 1) localizados en distintas profundidades, todos estos son asociados al rozamiento de ambas placas, la alteración en la estructura de la corteza y desformando internamente a la placa oceánica” (Montesinos, 2019, p.4).

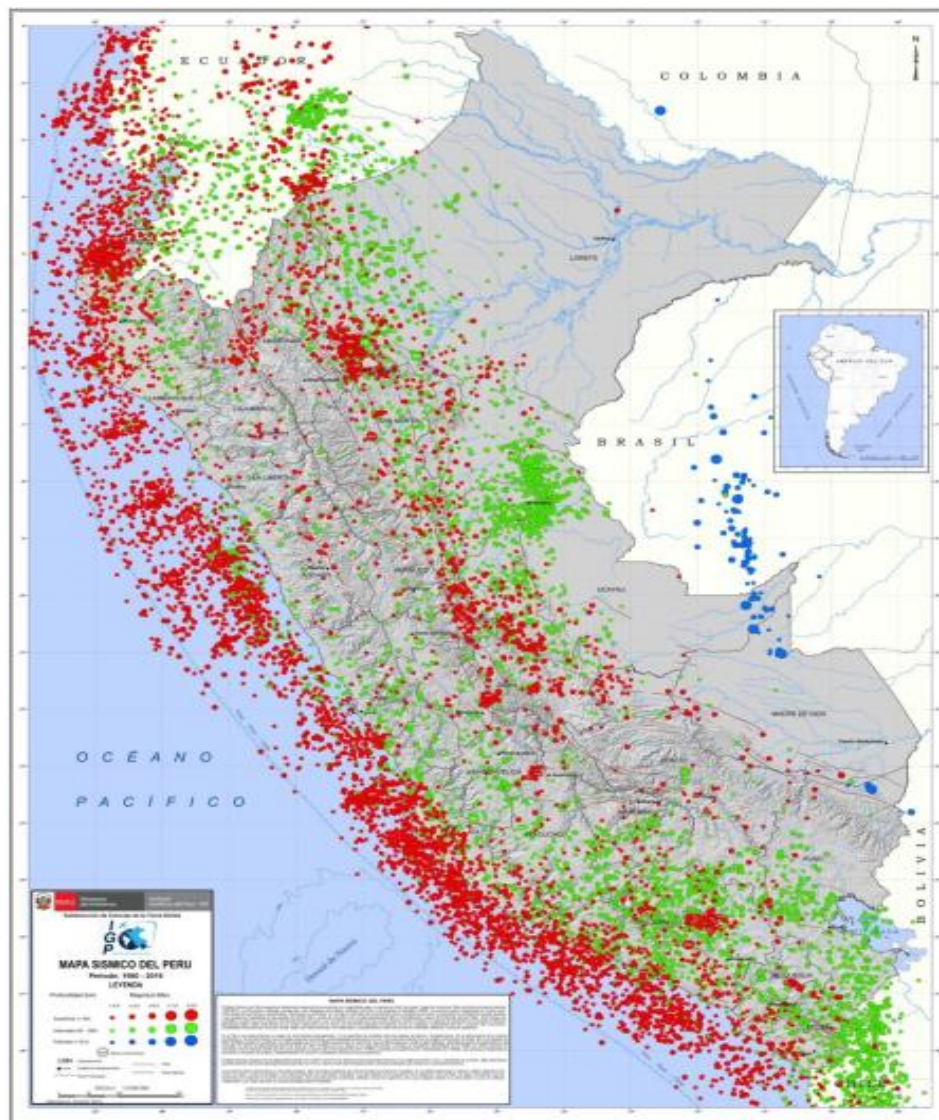


Figura 1. Mapa de sismicidad del Perú.

De acuerdo con los registros sísmicos “a lo largo del tiempo ocurridos en Perú, los eventos sísmicos que causaron más daños tuvieron magnitudes cercanas o superiores a 7.0 Mw, con sacudimientos muy por encima a intensidades de VII (MM)” (Montesinos, 2019, p.2). Al respecto, Silgado afirma que, “desde tiempos remotos, el territorio peruano siempre fue castigado por terremotos”, ya que según el autor:

En la zona sur, los sismos de los años de 1604 y 1868 ocasionaron daños graves en las poblaciones de Arequipa, Moquegua, Tacna y Arica. En la zona norte del país, el único registro sísmico de gran magnitud fue del año de 1619 en Trujillo. En la sierra, los terremotos de 1946 y 1950 fueron los que ocasionaron los daños en Áncash y Cusco (1978, p.53).

En la figura 2 se presenta el mapa de distribución espacial de registros de terremotos sucedidos en el Perú. Evidenciándose que el 70% de las ocurrencias sísmicas tienen sus epicentros en la zona costa del país. Si se observa detenidamente, se puede deducir que en mayor cantidad y concentración de sismos ocurre en las zonas del centro y sur del país, sobre todo en las regiones de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna.



Figura 2. Mapa de sismos históricos del Perú de 1580 - 2014.

En el caso de la región Arequipa, según la zonificación sísmica de la Norma E.030, “Arequipa como región está localizada entre las zonas 3 y 4, por lo que cuenta con una actividad sísmica muy alta” (2018, p.35). A través del tiempo, Arequipa soportó muchos sismos de gran magnitud. Según el registro histórico de sismicidad en el sur peruano realizado por Silgado (1978, p.64). Y aportes de Peralta (2017, p.33), gran parte de los terremotos ocurridos tuvieron su epicentro en las costas de la región Arequipa, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: *Sismos severos ocurridos en el sur peruano*

| Fecha                     | Epicentro       | Magnitud (Mw) |
|---------------------------|-----------------|---------------|
| 22 de enero de 1582       | Arequipa        | 8,5           |
| 24 de noviembre de 1604   | Tacna - Arica   | 9,2           |
| 16 de setiembre de 1615   | Tarapacá        | 8,4           |
| 31 de marzo de 1650       | Cusco           | 7,8           |
| 20 de octubre de 1687     | Ica - Arequipa  | 9,0           |
| 22 de agosto de 1715      | Arequipa        | 8,0           |
| 08 de enero de 1725       | Arequipa        | 7,0           |
| 04 de diciembre de 1750   | Tacna - Arica   | 7,5           |
| <b>13 de mayo de 1784</b> | <b>Arequipa</b> | 8,6           |
| 10 de julio de 1821       | <b>Arequipa</b> | 7,9           |
| 08 de octubre de 1831     | Tarapacá        | 7,5           |
| 18 de setiembre de 1833   | Tacna           | 8,0           |
| 13 de agosto de 1868      | Tacna - Arica   | 9,5           |
| 15 de enero de 1960       | Nazca           | 7.1           |
| 23 de junio del 2001      | <b>Arequipa</b> | 8.4           |
| 25 de setiembre del 2013  | Arequipa        | 7.1           |

**Fuente:** Tomado de Peralta (2017).

“Pero el sismo que más daño causó, fue el ocurrido en junio del 2001 con magnitud de 8.4 Mw. que afecto prácticamente a todo el sur peruano, sobre todo en Arequipa,



donde se reportaron miles de damnificados y derrumbes de infraestructuras antiguas” (Tavera, 2014, p.10), tal como se evidencian en las figuras 3 y 4

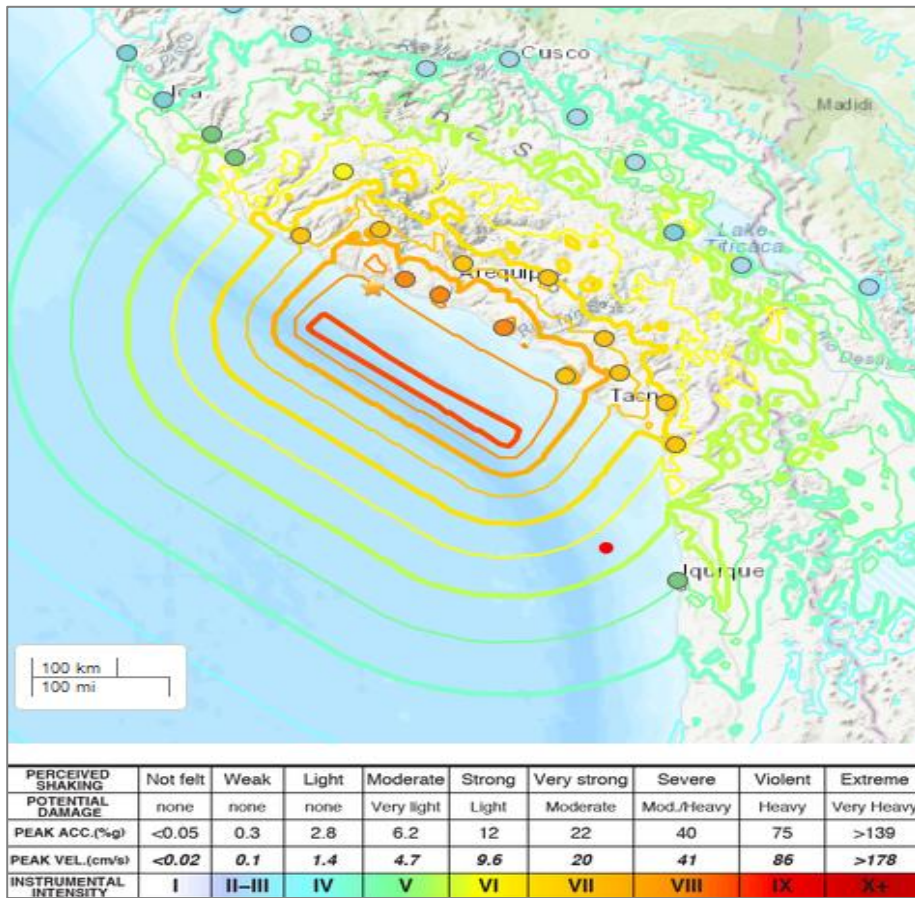


Figura 3. Mapa de epicentro del sismo del año 2001 en el sur.



Figura 4. Desplome de la torre de la Catedral de Arequipa.

Con respecto a la vulnerabilidad sísmica, Stone (2017, p.3), sostiene “que esta es la debilidad de una estructura civil ante un evento sísmico, y los daños que puede ocasionar con respecto a la pérdida de vida humana y materiales”. Asimismo, Hadzima y otros (p.2, 2017), afirman que “es la tendencia inherente de los edificios a resistir daños provocados por sismo, y está directamente relacionada con aspectos como el diseño y los parámetros estructurales”. También puede denominarse como “el nivel de fragilidad de un edificio a sufrir daños, dependiendo de la magnitud de exposición a amenazas sísmicas, y esta se determina mediante tres indicadores: densidad de muros, estabilidad de tabiques y el proceso constructivo” (Mosqueira y Tarque, 2005, p.17). Asimismo, Maldonado y Noboa (2021, p.10) plantean que el grado de vulnerabilidad depende en gran medida de la fragilidad de los elementos estructurales como columnas, muros, etc. Este tipo de vulnerabilidad se le denomina "vulnerabilidad estructural". La vulnerabilidad sísmica de una construcción se puede expresar de dos formas: estructural y no estructural:

La primera se refiere a la medida en que los elementos estructurales del edificio se ven afectados por las fuerzas sísmicas. Los elementos estructurales las partes que sostienen a la edificación, resisten y transfieren las fuerzas a la cimentación. Estos elementos principalmente son vigas, columnas, placas de concreto armado, paredes de albañilería de corte, etc. El segundo tipo de vulnerabilidad se refiere a la fragilidad de los elementos que no están en contención en la estructura, tales como tabiques, puertas, ventanas, sistemas de plomería y electricidad, etc. ocupantes del edificio, por lo que se debe tener en cuenta su valoración (Cárdenas, 2008, p. 28),

En el caso de la vulnerabilidad sísmica de iglesias, Cameron (2017, p.38) expresa que “toda estructura sea antigua o moderna tiene un grado de vulnerabilidad ante el sismo”. Con base a esta premisa, se conceptualiza como un nivel de afectación que pudiera sufrir dicho edificio por la acción de un sismo de gran magnitud. Lo que dependerá de la ubicación y de las condiciones físicas en las que se encuentra la mencionada edificación.

Según Nikolic, “estos edificios destinados al culto religioso pueden calificarse como muy vulnerable o poco vulnerable ante un sismo” (2021, p.3). “Al ser una estructura con componentes capaces de conservar su forma a través del tiempo, la vulnerabilidad sísmica viene a ser una característica interna de la misma, un

comportamiento propio frente a una fuerza horizontal sísmica, donde el causante es el movimiento telúrico y la consecuencia es el grado de daño que se produce en la edificación” (Patiwael, et al. 2018, p.7). Por otro lado, Sánchez menciona que la vulnerabilidad de un edificio antiguo “se también se debe a varios factores como el paso del tiempo, las condiciones ambientales y las características urbanísticas, por lo que este tipo de edificios son más propensas a colapsar, puesto que ya se encuentran débiles, por lo que se les debería intervenir a modo de mantenimiento o reforzamientos” (2013, p.21).

En ese sentido, Navaee y Kang (2016) afirman que “el análisis sísmico de los edificios icónicos son los aspectos claves para asegurar su funcionalidad y preservación, se utilizan indicadores como fuerzas cortantes y desplazamientos, que al ser comparados con valores predeterminados describen el daño” (p.13).

En lo referido a los métodos convencionales de evaluación, Tischer (2012) menciona que “estos métodos son de aplicación rápida para estimar la vulnerabilidad de un edificio” (p.2). “Cuando se identifica a una edificación como altamente vulnerable, ya sea en sus elementos de condición estructural o no estructural, es preciso continuar con el diagnóstico más detallado para reafirmar o descartar dicha situación crítica” (Pourmohammad, et al. 2021, p.11). En caso de confirmarla “se debe tratar de mitigar los daños probables, la magnitud del riesgo y la pérdida mediante análisis detallado con métodos o modelos aplicables” (Razak et al. 2021, p.5). Se trata de seguir procesos evaluativos de la competencia sismorresistente. Según Cárdenas (2008) para realizar los estudios de vulnerabilidad existen muchas metodologías valederas. En el ámbito local, las más convencionales y de uso frecuente son: el Método de Benedetti & Petrini, Método FEMA 154, Método Simplificado de Mosqueira & Tarque entre otros.

Según Mahmud, Ali y Bhuiyan el concepto del Método FEMA 154 es:

Es un método cualitativo, desarrollada por la FEDERAL ENERGY MANAGEMENT AGENCY, llamada Método de Inspección Visual Rápida (RVS, por sus siglas en inglés) es un tipo de procedimiento que se utiliza para identificar estructuras de edificios de registro y clasificación que son potencialmente peligrosas sísmicamente durante un terremoto. La metodología FEMA 154 RVS está resumida en un formato de una página

que se une a una explicación de la estructura de un edificio. La evaluación es puramente cualitativa, por lo que se aplica este método sin realizar ningún cálculo estructural (2018, p.5).

Los formatos de recopilación de datos son 3 formatos (ver figura 5) en donde se registran los datos que provienen de la observación "in situ". Este formato fue planteado para ser llenado progresivamente, con un mínimo de escritura.

The image shows three overlapping FEMA-154 Data Collection Forms, each representing a different level of seismic hazard: LOW, MODERATE, and HIGH. Each form includes a header with the title 'Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA-154 Data Collection Form'. The forms are arranged in a stack, with the LOW form at the top, MODERATE in the middle, and HIGH at the bottom. Each form has a grid for data entry and a section for a photograph. The bottom form (HIGH seismicity) includes a detailed scoring table.

| BUILDING TYPE             | W1   |      | W2   |      | S1   |      | S2   |      | S3   |      | S4   |      | S5   |      | C1   |      | C2   |      | C3   |      | PC1  |      | PC2  |      | RM1  |      | RM2  |      | URM  |     |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
|                           | WT   | WE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   | ST   | SE   |      |     |
| Basic Score               | 4.4  | 3.8  | 3.8  | 3.0  | 3.2  | 3.0  | 3.0  | 2.5  | 2.8  | 1.8  | 2.8  | 2.4  | 2.8  | 2.8  | 1.8  | 2.8  | 2.4  | 2.8  | 2.8  | 2.8  | 1.8  | 2.8  | 2.4  | 2.8  | 2.8  | 2.8  | 1.8  | 2.8  | 2.4  | 2.8 |
| Mid-Rise (4 to 7 stories) | N/A  | N/A  | -0.2 | -0.4 | N/A  | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.2 | N/A  | -0.2 | -0.4 | -0.2 | N/A  | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.2 | N/A  | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.2 | N/A  | -0.2 | -0.4 | -0.4 |     |
| High-Rise (>7 stories)    | N/A  | N/A  | -0.6 | -0.8 | N/A  | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.6 | N/A  | -0.6 | -0.8 | -0.6 | N/A  | -0.6 | -0.8 | -0.8 | -0.6 | N/A  | -0.6 | -0.8 | -0.8 | -0.6 | N/A  | -0.6 | -0.8 | -0.8 |     |
| Vertical Irregularity     | -2.5 | -2.0 | -1.0 | -1.5 | N/A  | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | N/A  | -1.0 | -1.0 | -1.0 | N/A  | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | N/A  | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 |     |
| Plan Irregularity         | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 |     |
| Pre-Code                  | 0.0  | -1.0 | -1.0 | -0.8 | -0.6 | -0.8 | -0.2 | -1.2 | -1.0 | -0.2 | -0.8 | -0.8 | -1.0 | -0.8 | -0.8 | -1.0 | -0.2 | -0.8 | -0.8 | -1.0 | -0.8 | -0.8 | -1.0 | -0.8 | -0.8 | -1.0 | -0.8 | -0.8 | -1.0 |     |
| Post-Benchmark            | +0.4 | +0.4 | +1.4 | +1.4 | N/A  | +1.4 | N/A  | +1.4 | N/A  | +1.4 | -0.4 | N/A  | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 |     |
| Soil Type C               | 0.0  | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 |     |
| Soil Type D               | 0.0  | -0.8 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.6 |     |
| Soil Type E               | 0.0  | -0.8 | -1.2 | -1.2 | -1.0 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 |     |

Figura 5. Formato de evaluación FEMA 154 (2002).

Da como resultado “la vulnerabilidad del edificio a la amenaza sísmica, el evaluador va calificando conforme analiza los indicadores: uso, antigüedad, suelo, sistema estructural, configuración vertical y en planta” (Ullah, 2019, p.13). A continuación describe de forma detallada los factores a considerar en la evaluación: Para la determinación de la zona sísmica “se identifica la zona sísmica donde está situado el edificio. Por lo que se deberá tomar en cuenta la normativa del diseño sísmico del país o zona que se evalúa” (Lee et al. 2021). En el caso de Perú, se debe tomar en cuenta los valores de la tabla 2.

Tabla 2: Factores de zonas sísmicas

| Zona | “Z”  |
|------|------|
| 4    | 0.45 |
| 3    | 0.35 |
| 2    | 0.25 |
| 1    | 0.10 |

Fuente: Tomado de la Norma E.030 (2018).

En cuanto a los datos generales de la estructura “el formato tiene una sección para los datos generales de la edificación como: dirección, pisos, año y otros” (Ullah, 2019, p.13). En el caso de la ocupación de la edificación, se refiere al uso que está brindando la edificación o para que fue construida. Para la Identificación del tipo de suelo, se recomienda los datos de la tabla 3.

Tabla 3: Clasificación de suelos

| Tipos |                         | Velocidad de onda de corte en los primeros 30 metros | Numero de golpes estándar | Resistencia al corte no drenado sobre los primeros 300 metros |
|-------|-------------------------|--|---------------------------|---|
|       |                         | Vs m/s   | N (1)                     | Su (kg/cm <sup>2</sup> )                                      |
| A     | Roca dura               | $V_s > 1500$   |                           |   |
| B     | Roca o suelo muy rígido | $500 > V_s > 1500$                                   | $N > 50$                  |   |
| C     | Suelos intermedios      | $180 > V_s > 500$                                    | $15 > N > 5$              | $0.5 > Su > 1$  |
| D     | Suelos blandos          | $V_s \leq 180$                                       | $N < 15$                  | $0.25 > Su > 0.5$   |

Fuente: Tomado de la Norma E.030 (2018).

El FEMA brinda datos de diversos tipos de estructuras, los cuales pueden ser identificados por el evaluador en la tabla 4.

Tabla 4: *Tipos de estructuras según FEMA*

| Símbolo     | Descripción  |
|-------------|--|
| W1          | Estructuras de madera menor a 465 m2                           |
| W2          | Estructuras de madera mayor a 465 m2                           |
| S1 (MRF)    | Estructuras de acero   |
| S2 (BR)     | Estructuras de acero arriostrado                               |
| S3 (LM)     | Estructuras de metal ligero                                    |
| S4 (RCSW)   | Edificios con muro de corte                                    |
| S5 (URMINF) | Edificios de acero con relleno de albañilería no reforzada     |
| C1 (MRF)    | Construcciones con pórticos resistentes a momentos             |
| C2 (SW)     | Edificios con paredes de corte de hormigón                     |
| C3 (URMINF) | Edificios de hormigón y relleno con albañilería sin refuerzo   |
| PC1 (TU)    | Edificios prefabricados e inclinados                           |
| PC2         | Estructuras con paneles prefabricados, de metal, drywall, etc. |
| RM1 (FD)    | Mampostería con refuerzo y con losa ligera                     |
| RM2 (RD)    | Mampostería con refuerzo y con losa rígida                     |

**Fuente:** Tomado de Shabani et al. (2021).

El método también toma en consideración las particularidades de recolección de datos. En esta sección presenta los diferentes indicadores como altura, irregularidad, tipo de suelo y Pre-Código (ver tabla 5).

Tabla 5: *Descripción de modificadores del FEMA 154*

| Modificadores                | Descripción  |
|------------------------------|--|
| Mediana altura (4 a 7 pisos) | Estructuras de madera menor a 465 m2                         |
| Gran altura (> a 7 pisos)    | Estructuras de madera mayor a 465 m2                         |
| Irregularidad vertical       | Estructuras de acero   |
| Irregularidad en planta      | Estructuras de acero arriostrado                             |
| Pre - código                 | Estructuras de metal ligero                                  |
| Post - Benchmark             | Estructuras con muro de corte                                |
| Suelo tipo C                 | Estructuras de acero con relleno de albañilería no reforzada |
| Suelo tipo D                 | Construcciones con pórticos resistentes a momentos           |
| Suelo tipo E                 | Edificios provistos con muros de corte de concreto           |

**Fuente:** Tomado de Uğur (2015)

Para la determinación de la vulnerabilidad, se debe tener en cuenta el siguiente criterio: “si el índice es igual o superior a dos ( $\geq 2$ ), no es vulnerable y no necesita reforzamiento, el índice 2 significa que la edificación tiene una probabilidad de 1 a 100 de que colapse. Si el índice es igual o inferior que dos ( $\leq 2$ ) quiere decir que la estructura es muy vulnerable” (Ullah, 2019, p.14).

Con respecto al Método de Benedetti & Petrini, Tuesta y otros (2021, p.38), mencionan que este método fue “desarrollado por los italianos Benedetti y Petrini en 1984, quienes establecieron once indicadores y cada uno tienen clasificaciones que van de A hasta D”. Asimismo, los autores afirman que “D es una clasificación muy crítica, a su vez, a estas clasificaciones se les asigna un valor de 0 a 45 ( $K_i$ ), los cuales son castigados con un peso ponderado ( $W_i$ ) correspondiente a cada indicador y la sumatoria tiene un valor de 382.5, tal como se muestra en la tabla 6” (Tuesta, Jiménez y Jáuregui, 2021, p.38).

Tabla 6: *Indicadores del Método de Benedetti y Petrini*

| Indicadores                         | $K_i$ |    |    |    | $W_i$ |
|-------------------------------------|-------|----|----|----|-------|
|                                     | A     | B  | C  | D  |       |
| Organización del sistema resistente | 0     | 5  | 20 | 45 | 1     |
| Calidad del sistema resistente      | 0     | 5  | 25 | 45 | 0,25  |
| Resistencia convencional            | 0     | 5  | 25 | 45 | 1,5   |
| Posición de la estructura           | 0     | 5  | 25 | 45 | 0,75  |
| Diafragma horizontal                | 0     | 5  | 15 | 45 | 1     |
| Configuración de la planta          | 0     | 5  | 25 | 45 | 0,5   |
| Configuración de la elevación       | 0     | 5  | 25 | 45 | 1     |
| Distancia entre muros               | 0     | 5  | 25 | 45 | 0,25  |
| Tipo de cubierta                    | 0     | 15 | 25 | 45 | 1     |
| Componentes no estructurales        | 0     | 0  | 25 | 45 | 0,25  |
| Estado de conservación              | 0     | 5  | 25 | 45 | 1     |

**Fuente:** (Tuesta, Jiménez y Jáuregui, 2021).

Finalmente se realiza una sumatoria de la multiplicación de los valores de las clases y el peso con la ecuación 1. Este valor final se llama Índice de vulnerabilidad (Iv).

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} Ki * Wi \quad \text{Ecuación 1. Índice de vulnerabilidad}$$

Con la aplicación de esta metodología que evalúa la vulnerabilidad de un edificio “se obtiene una escala de índice de vulnerabilidad que va desde 0 hasta 382.5, donde el último valor corresponde a la situación menos favorable e indica que se pueden presentar mayores daños” (Cajachagua, 2019, p.45). Para categorizar la vulnerabilidad que presenta la estructura evaluada, el valor del índice de vulnerabilidad (Iv) hallado debe ser categorizado en una de las escalas de la tabla 7, donde se da una idea general del estado de la estructura, lo que ayuda al evaluador a tomar las decisiones pertinentes en futuras intervenciones contribuyendo en la reducción del riesgo de desastres.

Tabla 7: *Escalas de vulnerabilidad*

| Índice de vulnerabilidad | Escalas                    |
|--------------------------|----------------------------|
| 0                        | No presenta vulnerabilidad |
| 0 a 53                   | Es poco vulnerable         |
| 53 a 201.25              | Medianamente vulnerable    |
| 201.25 a 382.5           | Muy vulnerable             |

**Fuente:** (Benedetti y Petrini 1984).

A continuación, se describen la evaluación de cada uno de los once indicadores considerados en el Método Italiano:

Indicador 1, organización del sistema resistente: En este indicador “se evalúan los criterios de estructuración, tales como la disposición de los componentes estructurales sin considerar de material. También está referido a la presencia y la eficiente conexión entre los muros ortogonales que garanticen el buen comportamiento en conjunto” (Díaz, 2019, p.53). Los criterios para la clasificación de este indicador se muestran en la tabla 8.



Tabla 8: *Criterios de clasificación de la organización del sistema resistente*

| Clase | Criterios  |
|-------|--|
| A     | Toda edificación que cuente con vigas y columnas de amarre en todas sus plantas. Tal como se recomienda en la Norma E.070. |
| B     | Toda edificación que tenga conexiones con vigas de amarre y columnas de confinamiento en todas sus plantas.                |
| C     | Edificación sin vigas de amarre en todos los niveles, sin embargo, presenta una adecuada unión entre los muros.            |
| D     | Toda edificación donde no se tiene buena unión entre sus paredes y no tiene confinamiento en ninguna de sus plantas.       |

**Fuente:** (Benedetti y Petrini 1984).

Indicador 2, calidad del sistema resistente: “Con este indicador se determina la idoneidad de las características constructivas, es decir, el tipo de mampuesto o unidades albañilería empleado, la forma como están dispuestas y su uniformidad. Estos aspectos brindaran estabilidad y una adecuada respuesta en conjunto de la estructura ante fuerzas horizontales” (Díaz, 2019, p.54). Los criterios para la calificación de este parámetro se muestran en la tabla 9.

Tabla 9: *Criterios de clasificación de la calidad del sistema resistente*

| Clase | Criterios   |
|-------|---|
| A     | Todos los componentes de la mampostería que constituyen los muros son del mismo tipo y de buena calidad, cuenta con unidades de dimensiones uniformes y están colocadas de manera correcta.                         |
| B     | Todos los componentes de la mampostería que constituyen los muros son del mismo tipo y con una calidad regular, cuenta con unidades de dimensiones uniformes, pero no están colocadas de manera correcta.           |
| C     | Se evidencian al menos 02 tipos distintos en los componentes de la mampostería que constituyen los muros o que presenta menos del 50% de unidades con dimensiones uniformes y están colocadas de manera incorrecta. |
| D     | Se evidencian al menos 03 tipos distintos en los componentes de la mampostería que constituyen los muros o que presenta menos del 50% de unidades con dimensiones uniformes y están colocadas de manera incorrecta. |

**Fuente:** (Benedetti y Petrini 1984).

Indicador 3, resistencia convencional: “En este indicador de condición estructural se estima la resistencia de la estructura frente a fuerzas externas, por lo que se relaciona la fuerza resistente (VR) con la fuerza actuante (VA) y calcular la demanda

de ductilidad (DD)” (Wu et al. 2020, p.9). Los intervalos para la calificación se muestran en la tabla 10.

Tabla 10: *Intervalos de clasificación de la demanda de ductilidad*

| Clase | Intervalos                       |
|-------|----------------------------------|
| A     | Demanda de ductilidad < 0.5      |
| B     | 0.5 <= Demanda de ductilidad < 1 |
| C     | 1 <= Demanda de ductilidad < 1.5 |
| D     | Demanda de ductilidad >= 1.5     |

**Fuente:** (Benedetti y Petrini 1984).

$$VR = \min(Ax, Ay) * v$$

**Ecuación 2.** Fuerza resistente

$$CSR = \frac{VR}{w}$$

**Ecuación 3.** Coeficiente sísmico resistente

$$CSE = Z * U * S * \frac{C}{R}$$

**Ecuación 4.** Coeficiente sísmico exigido

$$DD = \frac{CSE}{CSR}$$

**Ecuación 5.** Demanda de ductilidad

Para el caso de resistencia al corte de muros (V'm), Yépez et al. (1995) aconsejan tomar valores sugeridos por el GNDTR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) de la tabla 11.

Tabla 11: *Valores recomendados de resistencia al corte de muros*

| Material                             | V'm              |
|--------------------------------------|------------------|
| Ladrillos macizos de mediana calidad | 6 T/m2 a 12 T/m2 |
| Piedra inadecuadamente tallada       | 2 T/m2           |
| Piedra adecuadamente tallada         | 7 T/m2 a 9 T/m2  |
| Ladrillos macizos de alta calidad    | 18 T/m2          |

**Fuente:** (Benedetti y Petrini 1984).

Indicador 4, posición del edificio y cimentación: “Este indicador estructural permite evaluar visualmente la influencia de los suelos y la cimentación en la respuesta sísmica, para lo cual se debe considerar la pendiente y la estabilidad del terreno” (Muñoz, 1989, p.38). Los criterios para la calificación se muestran en la tabla 12.

Tabla 12: *Criterios de clasificación de la posición del edificio y cimentación*

| Clase | Criterios  |
|-------|--|
| A     | Estructuras cimentadas en terreno con buena estabilidad e inclinaciones menores al 10% (pendiente).  |
| B     | Estructuras cimentadas en zona rocosa y pendiente comprendida entre 10% y 30%. Estructuras cimentadas en suelos inestables y pendiente comprendida entre 10% y 20% |
| C     | Estructuras cimentadas en tierra suelta y pendiente comprendida entre 20% y 30%. Estructuras cimentadas en zona rocosa y pendiente comprendida entre 30% y 50%     |
| D     | Estructuras cimentadas en tierra suelta y pendiente superior al 30%. Estructuras cimentadas en zona rocosa y pendiente superior al 50%                             |

Fuente: (Benedetti y Petrini 1984).

Indicador 5, diafragmas horizontales: Según Ysla (2018), “en este indicador se evalúa la conexión existente entre el diafragma y los elementos verticales, la correcta conexión distribuirá la fuerza sísmica en forma proporcional y la continuidad adecuada” (p.33). Los criterios para la calificación de este indicador se muestran en la tabla 13.

Tabla 13: *Criterios de clasificación de diafragmas horizontales*

| Clase | Criterios  |
|-------|--|
| A     | Edificios que tengan diafragma y que cumplan lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin planos a desnivel</li> <li>• Adecuada conexión entre el diafragma y muros</li> <li>• La deformación que presenta el diafragma es despreciable</li> </ul> |
| B     | Edificios que tienen diafragma parecido a la clase A, pero que no cumple con una de las condiciones.   |
| C     | Edificios que tienen diafragma parecido a la clase A, pero que no cumple con dos de las condiciones.   |
| D     | Edificios que tienen diafragma parecido a la clase A, pero que no cumple con tres de las condiciones.  |

Fuente: (Benedetti y Petrini 1984).

Indicador 6, configuración en planta: Este parámetro es un aspecto geométrico, el cual “evalúa la configuración geométrica en planta que tiene un edificio, generalmente suelen tener formas rectangulares, en forma de la letra L, en forma de C, en forma de T, etc, Con base a las tipologías mostradas en la figura 6 se realizará el cálculo básico con las ecuaciones correspondientes, donde “L” es el largo y “a” es

el ancho de la planta” (Díaz, 2019, p.67). Los intervalos para la calificación se muestran en la tabla 14:

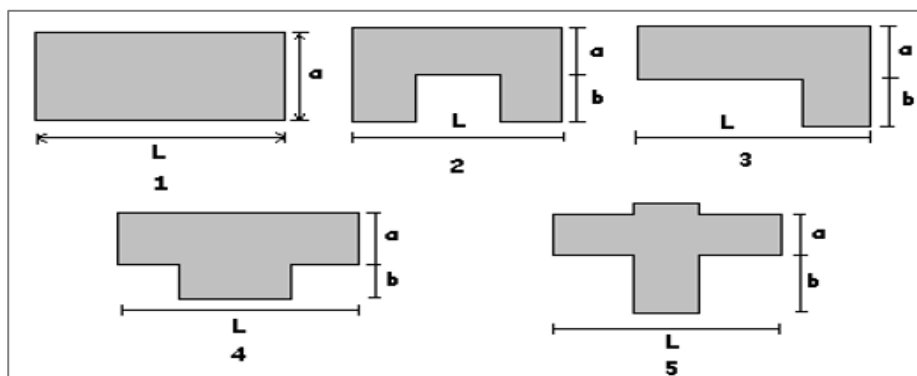


Figura 6. Tipos de geometría en planta.

$$\beta_1 = \frac{a}{L}$$

**Ecuación 6.** Relación a/L

$$\beta_2 = \frac{b}{L}$$

**Ecuación 7.** Relación b/L

Tabla 14: Intervalos de clasificación de configuración en planta

| Clase | Intervalos               |
|-------|--------------------------|
| A     | $\beta_1 \geq 0.8$       |
| B     | $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ |
| C     | $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ |
| D     | $0.4 > \beta_1 \geq 0.3$ |

Fuente: (Benedetti y Petrini 1984).

Indicador 7, configuración en elevación: Con respecto a este indicador geométrico, “se evalúa la diferencia de masas que pudiera existir por la incorporación de varios pisos, pero de dimensiones distintas. Sin embargo, en el caso de que la edificación sea de un solo piso, se tomara en consideración los criterios de calificación de la tabla 15” (Tuesta, Jiménez y Jáuregui, 2021, p.56).

Tabla 15: *Criterios de clasificación de configuración en elevación*

| Clase | Criterios   |
|-------|---|
| A     | Edificios que solo presentan una elevación simple y su geometría vertical es regular. |
| B     | Edificios que solo presentan una elevación simple.                                    |
| C     | Edificios que no presentan una elevación simple en su plano vertical.                 |
| D     | Edificios que presentan una elevación compleja y su geometría vertical es irregular.  |

**Fuente:** (Benedetti y Petrini 1984).

Indicador 8, separación máxima entre muros: Este indicador geométrico evalúa la relación entre la máxima separación de muros resistentes y el espesor de las mismas, donde “L” es la separación máxima de muros y “s” es el espesor. Los intervalos para la calificación de este indicador se muestran en la tabla 16:

$$\frac{L}{s} \quad \text{Ecuación 8. Relación de L/s}$$

Tabla 16: *Intervalos de clasificación de separación máxima de muros*

**Fuente:** (Benedetti y Petrini 1984).

Indicador 9, tipo de cubierta: “Es un aspecto no estructural y la evaluación se aplica en edificios que aún no han sido terminados, específicamente sobre techos no rígidos como la calamina, Eternit y otros” (Tuesta, Jiménez y Jáuregui, 2021, p.56). Si estos elementos no están bien conectados a la estructura conllevará a incrementar el grado de vulnerabilidad frente a un sismo de la misma. Los criterios para la calificación de este indicador se muestran en la tabla 17.

Tabla 17: *Criterios de clasificación de tipo de cubierta*

| <b>Clase</b> | <b>Criterios</b>   |
|--------------|--|
| A            | Edificios con losa de concreto armado y sismoresistente  |
| B            | Edificaciones con cubiertas de calamina y otros, además están bien conectadas con la estructura. |
| C            | Edificaciones con cubiertas de calamina y otros, además están mal conectadas con la estructura.  |
| D            | Edificaciones con cubiertas de calamina y otros, además no están conectadas con la estructura.   |

**Fuente:** (Benedetti y Petrini 1984).

Indicador 10, elementos no estructurales: “Este indicador evalúa a los elementos no estructurales con más relevancia como los ornamentos u otros elementos capaces de ocasionar daño a la integridad física de sus ocupantes ante un evento sísmico” (Zhang et al. 2021, p.13). Los criterios para la clasificación de este indicador se muestran en la tabla 18.

Tabla 18: *Criterios de clasificación de elementos no estructurales*

| <b>Clase</b> | <b>Criterios</b>   |
|--------------|--|
| A            | Edificaciones que tengan componentes no estructurales que no sobrecargan a la estructura principal y que están empotradas.                       |
| B            | Edificaciones que tengan componentes no estructurales que no sobrecarguen a la estructura principal, pero que no están correctamente empotradas. |
| C            | Edificaciones que tengan componentes no estructurales que sobrecargan a la estructura principal y que no están empotradas.                       |
| D            | Edificaciones que tengan componentes no estructurales que sobrecargan a la estructura principal, solo están montadas o puestas sin asegurar.     |

**Fuente:** (Benedetti y Petrini 1984).

Indicador 11, estado de conservación: “Este indicador se evalúa mediante la visualización el estado actual y las diferentes anomalías como la existencia de fisuras en los muros o en la losa. Asimismo, se tomará en cuenta la antigüedad de la edificación” (Tuesta, Jiménez y Jáuregui, 2021, p.57). Se califican de acuerdo con los criterios de la tabla 19.

Tabla 19: *Criterios de clasificación del estado de conservación*

| Clase | Criterios   |
|-------|---|
| A     | Muros principales en óptimo estado, sin evidencia de fisura y uniformidad en los materiales en toda la edificación.                             |
| B     | Muros principales en aceptable estado, con evidencia de fisuras leves y uniformidad en los materiales en toda la edificación.                   |
| C     | Muros principales en aceptable estado, con evidencia de fisuras entre 2 a 3mm y aceptable uniformidad en los materiales en toda la edificación. |
| D     | Muros principales en pésimo estado, con presencia de grietas considerables y deficiente uniformidad en los materiales en toda la edificación.   |

**Fuente:** (Benedetti y Petrini 1984).

Con respecto al Método de Mosqueira & Tarque, esta metodología “estima la vulnerabilidad sísmica de un edificio analizando tres indicadores que condicionan la vulnerabilidad de una edificación, los cuales son: el comportamiento estructural, la calidad de mano de obra y materiales y el estado de conservación” (Mosqueira y Tarque, 2005, p.27). De acuerdo con los resultados obtenidos, se le asigna un valor que va de 1 a 3, el cual será afectado con un porcentaje que representa el peso ponderado atribuido al indicador (ver tabla 20). El valor que resulte de la operación con la ecuación 9 se categorizará en los rangos de la tabla 21.

Tabla 20: *Indicadores de vulnerabilidad de Mosqueira & Tarque*

| Comportamiento estructural (60%) |   | Calidad de materiales y mano de obra (30%) |   | Estado de conservación (10%) |   |
|----------------------------------|---|--|---|------------------------------|---|
| Adecuado                         | 1 | Bueno                                      | 1 | Óptimo                       | 1 |
| Aceptable                        | 2 | Regular                                    | 2 | Aceptable                    | 2 |
| Inadecuado                       | 3 | Malo                                       | 3 | Pésimo                       | 3 |

**Fuente:** (Mosqueira y Tarque, 2005).

$$Vs = (Ce \times 0.6) + (Mm \times 0.3) + (Ec \times 0.1) \quad \text{Ecuación 9. Vulnerabilidad sísmica}$$

Donde:

Vs = Vulnerabilidad

Ce= Comportamiento estructural

Mm= Calidad de materiales y la mano de obra

Ec = Estado de conservación

Tabla 21: *Rangos de vulnerabilidad*

| Rangos de vulnerabilidad | Nivel |
|--------------------------|-------|
| 1 a 1.4                  | Baja  |
| 1.5 a 2.1                | Media |
| 2.2. a 3                 | Alta  |

**Fuente:** (Mosqueira y Tarque, 2005).

A continuación, se describen la evaluación de los indicadores condicionantes de la vulnerabilidad de una edificación según el Método de Mosqueira & Tarque (2005): En relación al primer indicador: para Díaz, el comportamiento estructural se define como:

La respuesta que tiene la estructura en conjunto frente a las fuerzas que actúan sobre ella, dichas fuerzas pueden ser externas o internas, tal es así que este comportamiento de la estructura está condicionado por tres sub indicadores denominados: esfuerzos cortantes, desplazamientos y esfuerzos de compresión” (Díaz, 2019, p.94).

Según Díaz (2019, p.94), en lo referido al esfuerzo cortante, “se debe realizar verificaciones a los muros resistentes de la edificación, esta verificación se trata de una comparación entre el esfuerzo de corte que es producido por las fuerzas horizontales del sismo y el esfuerzo cortante máximo que puede resistir dicho muro”. Para lo cual se debe realizar la prueba de la resistencia a la cortante de muretes. Asimismo, los esfuerzos a compresión están referidos a la capacidad de los muros del primer nivel de soportar la compresión producida por el peso de la estructura, por lo que se deberá realizar el ensayo de compresión axial de muros. Por otro lado, los desplazamientos están referidos a la distorsión que pudiera producirse en la edificación cuando es afectada por una fuerza actuante. Este indicador, tiene un peso ponderado del 60% de la vulnerabilidad y para su calificación y categorización se deberá cumplir con las condiciones de la tabla 22:

Tabla 22: *Condiciones del comportamiento estructural*

| Esfuerzos cortantes |             | Desplazamientos |             | Esfuerzos de compresión |            |
|---------------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------------|------------|
| Adecuado            | $V_a < V_r$ | Adecuado        | $D < 0.5\%$ | Adecuado                | $F'_c > W$ |
| Inadecuado          | $V_a > V_r$ | Inadecuado      | $D > 0.5\%$ | Inadecuado              | $F'_c < W$ |

**Fuente:** (Mosqueira y Tarque, 2005).



Con respecto al indicador “calidad de mano de obra y materiales”, Salazar, menciona que este indicador “se trata del capital humano, cuyas responsabilidades son efectuar los trabajos precisos para convertir la materia bruta en bienes útiles o con distinta función. Otro de los aspectos más importantes es el control de calidad de la construcción, lo cual debe ser contemplado desde 3 factores distintos: la calidad del proyecto, verificación de la idoneidad de materiales y la idoneidad del proceso constructivo” (Salazar, 2018, p.41).

Según Salazar (2018, p.43), “para efectos de determinar las características de la calidad de la mano de obra y de los materiales para su evaluación, se establecen para la metodología los criterios mostrados en la tabla 23”. Cabe mencionar que este indicador tiene un peso ponderado del 30% de la vulnerabilidad final.

Tabla 23: *Criterios para la calificación de la calidad de mano de obra y materiales*

| <b>Características constructivas</b>   | <b>Calidad</b>  | <b>Valoración</b> |
|--|-----------------|-------------------|
| Construido con asistencia técnica según la normativa vigente y mano de obra calificada, no presenta cangrejas en elementos estructurales, espesor de junta de mortero de 1.5 cm. Construido con ladrillo mecanizado y resistencia del concreto seco superiores a 175 kg/cm <sup>2</sup> .  | Buena calidad   | 1                 |
| Construido por maestro de obra, no presenta cangrejas en elementos estructurales, espesor de junta de mortero entre 1.5 cm a 2 cm. Construido con ladrillo artesanal y resistencia del concreto seco igual o superiores a 175 kg/cm <sup>2</sup> .   | Regular calidad | 2                 |
| Construido sin asistencia técnica, presenta segregación del concreto, cangrejas en elementos estructurales, espesor de junta de mortero mayores a 2 cm, acero de refuerzo expuesto, deficiente conectividad de elementos estructurales. Construido con ladrillo artesanal y resistencia del concreto seco menores a 175 kg/cm <sup>2</sup> . | Mala calidad    | 3                 |

**Fuente:** (Salazar, 2018).

Estado de conservación: Este indicador está relacionado con el estado físico en el que se encuentra la estructura evaluada. Su análisis dependerá de la experiencia del evaluador, tal como menciona Díaz “la evaluación de este indicador es netamente cualitativo, basado en la observación y pericia del profesional que evalúa la edificación y tiene un peso ponderado del 10%” (Díaz, 2019, p.78).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Es tipo aplicado, “porque se basan en los saberes producidos en la investigación básica y de esta forma producir saberes prácticos” (Ñaupas et al. 2018, p.81). Bajo esta premisa, se evalúa la vulnerabilidad a los sismos de la iglesia “Santísima Trinidad de Tingo” mediante los métodos convencionales, concretamente se aplican los métodos propuestos Benedetti y Petrini, Mosqueira & Tarque y FEMA 154. Para el caso del método propuesto por Mosqueira y Tarque se emplea el software estructural SAP2000.

**Diseño de investigación:** El diseño del presente proyecto es no experimental, debido a que “en este diseño de investigación se estudia lo que ya existe, describe la realidad de la unidad de estudio tal y como se presenta en la realidad y no es factible manipular deliberadamente ninguna de las variables en estudio” (Hernández, 2014, p.96). En ese sentido, en el presente proyecto se evalúa la vulnerabilidad a sismos de la infraestructura mencionada en su estado original y sin ningún tipo de intervenciones.

**Nivel de investigación:** Charaja (2011), sostiene que “el nivel de un estudio está referido al alcance o nivel de profundidad con la que se desarrolla la investigación” (p.29). Por lo tanto, el presente estudio es de nivel descriptivo, ya que de acuerdo con Ñaupas et al. (2018, p.32) afirman que “un estudio descriptivo tiene como finalidad de recopilar datos sobre una determinada problemática, situación o individuos que son objeto de análisis, de los cuales se pretende extraer informaciones para luego realizar las inferencias”. También es considerada como nivel de diagnóstico puesto que los resultados e inferencias serán un insumo para investigaciones con nivel explicativo o correlacionales.

**Enfoque de investigación:** Según las características del estudio, se considera de enfoque mixto. “Este enfoque puede ser comprendido como un proceso que recolecta, analiza y vierte datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio” (Barrantes, 2013, p.33). Por lo tanto, la variable “vulnerabilidad sísmica es determinada mediante procedimientos cualitativos y cuantitativos, es decir, algunos subprocesos son analíticos y necesitan cálculos, obteniendo un resultado final cualitativo como: vulnerabilidad baja, media y alta.

### **3.2. Variables y operacionalización**

**Variable Independiente:** Métodos convencionales de evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

**Definición conceptual:** Se trata de metodologías formuladas y desarrolladas por diversos autores. Según Cárdenas (2008, p.42) “estos métodos convencionales de evaluación de la vulnerabilidad, se aplican a estructuras ya existentes y están calibradas para realizar una evaluación rápida a edificaciones de forma masiva y que tienen características físicas similares”.

**Definición operacional:** Las metodologías empleadas para el estudio de la vulnerabilidad del edificio son tres: Método de Benedetti y Petrini, el cual fue propuesto y desarrollado por los ingenieros italianos en mención, siendo su evaluación condicionada por factores estructurales, geométricos y no estructurales. El segundo es el Método FEMA 154 desarrollada por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de Estados Unidos, que categoriza a la edificación en vulnerabilidad baja o alta y finalmente el tercer método es el propuesto por los ingenieros Mosqueira y Tarque, donde se cuantifica la vulnerabilidad al peligro sísmico de una edificación ya existente analizando la parte estructural y no estructural de la misma.

**Dimensión:** Método de Benedetti y Petrini, Método FEMA 154 y Método de Mosqueira y Tarque.

**Indicadores:** Indicadores de condición estructural, de condición geometría y condición no estructural. Altura, irregularidad, código de construcción y tipo de suelo.

**Escala de medición:** De razón.

**Variable Dependiente:** Vulnerabilidad sísmica de la Parroquia “Santísima Trinidad de Tingo” del distrito de Hunter - Arequipa.

**Definición conceptual:** Según Kassem, “la vulnerabilidad está referida al grado fragilidad de una estructura frente a una amenaza sísmica. Dicho de otro modo, es la debilidad de los componentes estructurales de una edificación ante los sismos y generalmente está condicionada por el tipo de procedimiento

constructivo y la calidad de los materiales” (2019, p.1). Por otro lado, Campos (2022, p.59) menciona que “las iglesias son edificaciones destinadas al culto religioso, por lo general se encuentran situadas en las zonas más importantes o céntricas de una ciudad o un poblado, ya que al ser un referente debe estar al alcance de toda persona”.

**Definición operacional:** La vulnerabilidad sísmica que presenta la Parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo es evaluada y determinada a través de tres métodos de evaluación convencionales. Estos métodos ya descritos líneas más arriba permiten diagnosticar, determinar y categorizar el grado de vulnerabilidad que presentan estas estructuras. Adicionalmente, para complementar el estudio se realizan el estudio de suelos, propiedades mecánicas del concreto y ladrillo.

**Dimensión:** Índice de vulnerabilidad, nivel de vulnerabilidad, desplazamientos, esfuerzos, calidad constructiva y estado de conservación.

**Indicadores:** Vulnerabilidad baja, media y alta. Distorsiones < 0.5%, esfuerzo actuante <= esfuerzo resistente, calidad buena, aceptable y mala.

**Escala de medición:** De razón.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

**Población:** “La población está referida al conjunto de elementos o individuos que presentan características similares y de quienes se desea obtener resultados y conclusiones” (Hernández, 2014, p.189). Bajo esta afirmación, la población del presente proyecto estaría conformada por todas las iglesias que están a nivel de “Parroquia” y con características geométricas similares, sin embargo, cada edificación destinada al culto religioso es completamente distinta unas de otras, es decir; fueron construidas en distintas épocas, con distintos materiales y con diferentes estilos arquitectónicos y por consiguiente, su estudio debe ser en forma individual. Por lo tanto, en el presente estudio la población está conformada por la unidad de estudio denominada “Parroquia de la Santísima Trinidad” de Tingo, en el distrito de Hunter de la ciudad de Arequipa.

**Muestra:** Para el presente proyecto de investigación, se tomó como muestra a la Parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo, la cual está situada en el distrito de Jacobo Hunter y es administrada por la Arquidiócesis de Arequipa.

**Muestreo:** “El muestreo no probabilístico es la selección de los integrantes del estudio y dependerá de los criterios específicos del investigador, es decir que no todos los integrantes de la población tienen la misma oportunidad de formarla” (Castro, 2003, p.63). Bajo esta premisa, en este estudio se consideró un muestreo del tipo no probabilístico e intencional, debido a que la infraestructura seleccionada presenta características muy peculiares

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Técnica de investigación:** Palella y Martins, consideran que estas técnicas son:

Un medio a través de los cuales se empieza el contacto directo con las unidades de estudio, su objetivo es recolectar datos u obtener informaciones de la forma más fiable. Generalmente en un estudio se emplean las técnicas de observación, encuestas y otros (Palella y Martins, 2012, p.61).

En la presente investigación se empleó la técnica de la observación.

**Técnica de la observación:** “Es una de las técnicas de mayor credibilidad, debido a que se enfoca en obtener datos de forma directa, confiable e in situ del objeto o situación en estudio. Consiste en el uso de los sentidos enfocados a la percepción de la situación real del objeto estudiado” (Hernández, 2014, p.211).

Con base a lo descrito anteriormente, en la presente investigación se observó a la infraestructura religiosa tal como se encuentra físicamente en su contexto y mediante esta técnica se registraron los datos en las fichas de observación correspondientes a cada método empleado, para luego procesarlos en gabinete y determinar la vulnerabilidad sísmica de la misma.

**Instrumentos de recolección de datos:** “Se trata de cualquier recurso físico o digital que el investigador pueda emplear para registrar datos o informaciones de un determinado objeto, situación o población que es objeto de su estudio” (Palella y Martins, 2012, p.57). Existen diversos instrumentos, los cuales pueden ser diseñados por el investigador de acuerdo a su intención. Dentro de las más

populares están los cuestionarios, test, fichas, etc. Para la presente investigación los instrumentos usados fueron: Ficha de observación del Método FEMA 154, Ficha de observación del Método de Benedetti & Petrini, Ficha de evaluación del Método de Mosqueira & Tarque y Formato de ensayo de resistencia del concreto.

**Validez:** “La validez de un instrumento se refiere al nivel en que dicho instrumento pueda medir a las variables que son objeto de estudio” (Ñaupas et al. 2018, p.33). Para validar, Palella & Martins (2012) sugieren la técnica del criterio de jueces o también conocido como “juicio de expertos”. En esta técnica se debe nombrar mínimamente a 3 jueces expertos en el área del tema que se investiga, quienes emiten un juicio con base a los ítems formulados según su relevancia. Del mismo modo, Hurtado (2010, p.32) afirma que “para precisar si el constructo de un instrumento es válido, el instrumento debe ser evaluado y validado por la técnica mencionada, el cual permite calcular el índice de validez”. Para llevar a cabo la validación el investigador debe ejecutar los siguientes pasos: Seleccionar a los jueces expertos en el tema investigado, elaborar el formato de validación y la constancia de validación del experto.

Para calcular el índice de validez se debe sumar los acuerdos o calificaciones de los ítems y dividirlo entre el total. Para inferir si el instrumento es válido o deficiente el índice obtenido no deberá ser menor a 0.70 para instrumentos que miden fenómenos sociológicos, en cambio para medir fenómenos relacionados a la física, biología o ciencias naturales este índice no deberá ser menor a 0.95. En la presente investigación, los instrumentos fueron evaluados y validados por 3 expertos (ver tabla 24), quienes dictaminaron los índices de validez presentados en la tabla 25.

Tabla 24: *Validadores por Juicio de Expertos*

| N°        | Expertos                   | Profesión       | C.I.P. |
|-----------|----------------------------|-----------------|--------|
| Experto 1 | Ing. Tracy Terrazos Monroy | Ingeniero Civil | 193661 |
| Experto 2 | Ing. Oscar Viamonte Calla  | Ingeniero Civil | 32730  |
| Experto 3 | Ing. Marco Mendoza Ticona  | Ingeniero Civil | 104830 |

**Fuente:** Propia.

Tabla 25: *Resultados de validez por juicio de expertos*

| N° | Instrumento   | Primer experto | Segundo experto | Tercer experto | Prom. |
|----|---|----------------|-----------------|----------------|-------|
| 1  | Ficha de observación del Método FEMA 154                | 0.97           | 0.97            | 0.97           | 0.97  |
| 2  | Ficha de observación del Método de Benedetti & Petrini. | 0.97           | 0.97            | 0.97           | 0.97  |
| 3  | Ficha de evaluación del Método de Mosqueira & Tarque.   | 0.97           | 0.97            | 0.97           | 0.97  |

**Fuente:** Propia.

Según la tabla 25, los instrumentos fueron evaluados y calificados por los 3 expertos con una validez promedio de 0.97, por lo tanto, según el índice de validez de Hurtado (2010), el valor es superior a 0.95, lo cual categoriza a los instrumentos como muy válidos. Los procedimientos de la validación y su respectiva constancia refrendada por los expertos se muestran en el apartado de anexos (ver anexo 04).

**Confiabilidad:** Los instrumentos para el presente estudio son confiables, ya que las fichas de observación adaptados de las metodologías convencionales son ampliamente aplicadas para evaluar la vulnerabilidad de una edificación ante los sismos. Asimismo, los métodos en mención fueron aplicados en diversos países y con resultados certeros.

### 3.5. Procedimientos

**Primera etapa:** Para cumplir con los objetivos planteados, como primer paso se realizaron en laboratorio el estudio de suelos y el ensayo de las características mecánicas del concreto y de las unidades de albañilería. Posteriormente se realizaron las respectivas inspecciones a la unidad de estudio, es decir: se realizó

el levantamiento arquitectónico, se verificaron y evaluaron todos los parámetros (indicadores) que contemplan los métodos de evaluación convencional, para lo cual se usaron las fichas anteriormente descritas.

**Segunda etapa:** Los datos fueron procesados en gabinete, puesto que algunos indicadores necesitan de ciertos cálculos simplificados y de esta manera determinar la vulnerabilidad. Para el caso del tercer objetivo específico, fue necesario la aplicación del software estructural SAP2000, de acuerdo a ese análisis se determinaron los componentes estructurales más vulnerables. En la figura 7 se presenta el esquema de procedimientos.

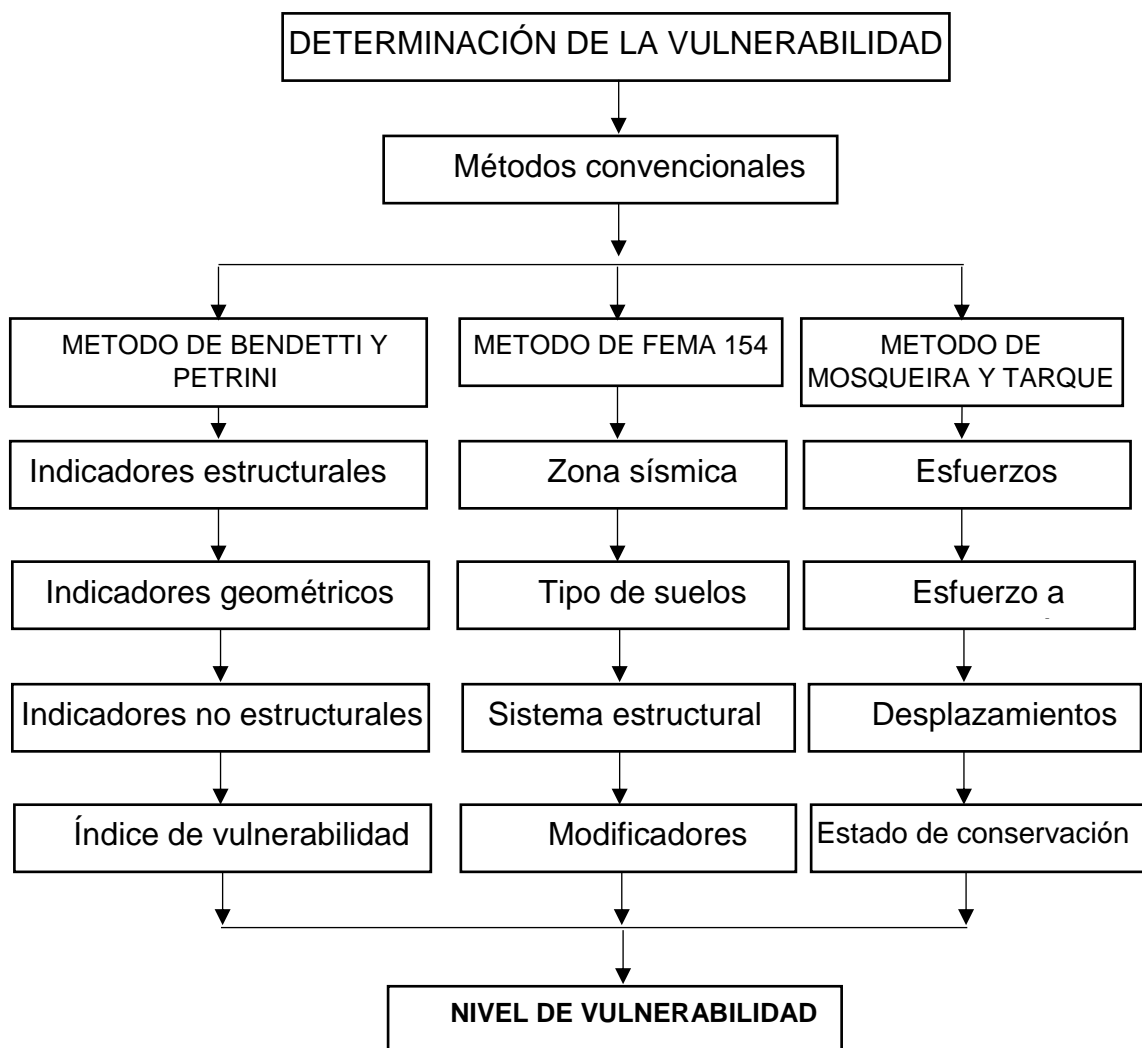


Figura 7. Procedimiento de la investigación.

Para cumplir con los tres objetivos específicos, con anterioridad se efectuaron el estudio de suelos y las pruebas en laboratorio para precisar las características



mecánicas del concreto seco y de la unidad de albañilería. El procedimiento para estos trabajos previos se describe en lo siguiente:

### A. Estudio de mecánica de suelos

Este estudio fue efectuado en el Laboratorio GEOINTEGRA S.A.C. de la ciudad de Arequipa, para lo cual se realizaron tres calicatas a cielo abierto y de esta forma obtener muestras alteradas e inalteradas. Dichos ensayos fueron realizados cumpliendo a cabalidad los procedimientos estipulados en la Norma E.050 de “suelos y cimentaciones”. Su procedimiento se detalla a continuación:

Las tres calicatas fueron realizadas a 15 metros a la redonda, por la razón de que a esa distancia se puede encontrar superficie libre de cualquier estructura u otro elemento (losas, plataformas, muros, etc.) que obstaculice su excavación. En la tabla 27 se precisa su ubicación y en la figura 10 se muestra gráficamente dichas ubicaciones.

Tabla 26: *Datos generales de las calicatas*

| Calicata | Coordenadas                     | Elevación     | Profundidad |
|----------|---------------------------------|---------------|-------------|
| C1       | 226463.00 m E<br>8181564.00 m S | 2231 m.s.n.m. | 1.80 metros |
| C2       | 226456.00 m E<br>8181527.00 m S | 2234 m.s.n.m. | 1.80 metros |
| C3       | 226437.00 m E<br>8181535.00 m S | 2234 m.s.n.m. | 1.80 metros |

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Ubicación de calicatas.

Las calicatas fueron de una profundidad de 1.80 m (ver figura 9), desde donde se extrajeron 10 kg de muestras para posteriormente ensayarlos en las instalaciones del Laboratorio GEOINTEGRA S.A.C. Los resultados y respectiva interpretación se presentan en el Capítulo IV. Asimismo, los certificados debidamente refrendados por los especialistas se muestran en el apartado de Anexos (ver anexo 3).



Figura 9. Realización de la calicata C1.

## **B. Ensayo de las propiedades mecánicas del concreto y del ladrillo**

Con respecto a las propiedades mecánicas de los materiales predominantes de la estructura en mención, se realizaron los ensayos de resistencia de concreto seco con esclerómetro y el ensayo de tracción diagonal de muretes y el ensayo de compresión axial de pilas de unidades de albañilería de arcilla cocida. Para el caso de la resistencia del concreto se ensayaron “in situ” en las columnas con el equipo “esclerómetro” (ver figura 10).

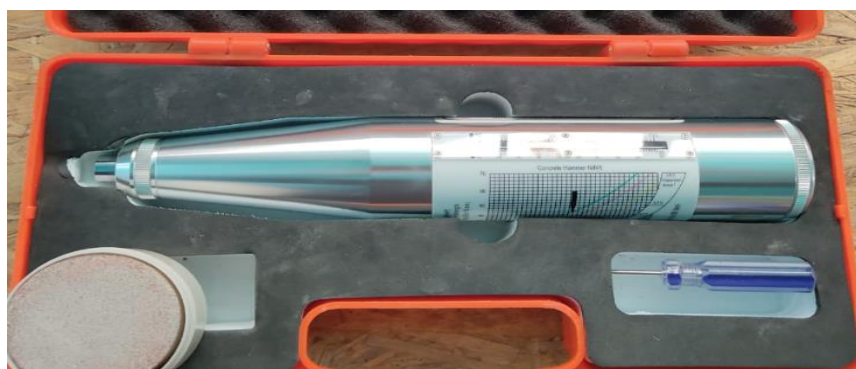


Figura 10. Ensayo de resistencia del concreto con esclerómetro.

Para el ensayo de muretes y pilas, se recolectaron ladrillos artesanales King Kong de las ladrilleras informales del distrito de Mollebaya, ya que según informaciones brindadas por los encargados de la Parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo, los ladrillos fueron adquiridos de estas fábricas artesanales. Posteriormente estas unidades fueron ensayadas en las instalaciones del laboratorio GEOINTEGRAS S.A.C. de la ciudad de Arequipa, tal como se evidencia en las figuras 11 y 12.



Figura 11. Ensayo de resistencia de muretes.



Figura 12. Ensayo de resistencia de pilas.

**3. Procedimiento del objetivo específico 1:** Determinar la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método de Benedetti y Petrini de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022

El procedimiento de recolección de datos para alcanzar este objetivo fue realizado en campo y gabinete, para lo cual se empleó la ficha de observación elaborado con base a lo estipulado por el Método de Benedetti y Petrini. Estos trabajos consistieron en la inspección y evaluación de los 11 indicadores contemplados en el método en mención. A continuación, se describen los criterios para la clasificación de cada indicador:

#### **A. Evaluación del indicador 1: Organización del sistema resistente**

En este indicador se evaluó la existencia y la manera como están distribuidos los componentes que cumplen la función estructural, es decir los elementos que resisten y dan estabilidad a la edificación. Como se puede apreciar en la figura 13, la mencionada estructura tiene columnas en arco, los cuales están conectados con vigas de amarre, pero no en todos los lados. En ese sentido, de acuerdo con los criterios de calificación descritos en el sustento teórico le corresponde la clasificación “C”.



Figura 13. Sistema resistente de la Parroquia Santísima Trinidad.

## B. Evaluación del indicador 2: Calidad del sistema resistente

De acuerdo con los criterios de clasificación del método italiano, en este indicador se evaluó la calidad constructiva y la calidad de los materiales predominantes. Aparentemente la infraestructura tuvo un aceptable proceso constructivo, por la razón de que sus muros evidencian uniformidad, además estos están conformados por un solo tipo de material como es el ladrillo artesanal. Sin embargo, al revisar minuciosamente algunos muros, sus unidades no están dispuestas correctamente y presenta irregularidades, además, algunos elementos estructurales no tienen continuidad como se demuestra en la figura 14. Por lo tanto, en este indicador se clasifica a la estructura como “B”.



Figura 14. Discontinuidad del elemento estructural de la Parroquia

## C. Evaluación del indicador 3: Resistencia convencional

En este indicador de condición estructural se relacionó la fuerza resistente (VR) con la fuerza actuante (VA) y calcular la demanda de ductilidad (DD). Los cálculos fueron realizados con los datos de las tablas 27 y 28. La “DD” es 203.3, por lo que se le atribuye la clasificación “D”.

Tabla 27: Factores para la determinación de la resistencia convencional

| Factores                                 | Símbolo | Valoración |
|--|---------|------------|
| Zonificación sísmica                     | Z       | 0.35       |
| Suelo                                    | S       | 1.20       |
| Uso de la estructura                     | U       | 1.3        |
| Coefficiente básico de reducción sísmica | Ro      | 3          |
| Reducción sísmica                        | R       | 2.25       |
| Amplificación Sísmica                    | C       | 2.5        |

Fuente: Norma E.030 (2018).

Tabla 28: Características generales del edificio

| Características                             | Valor                |
|---|----------------------|
| Área Techada                                | 550 m <sup>2</sup>   |
| Altura                                      | 10.72 m              |
| Resistencia al corte del muro               | 6 t/m <sup>2</sup>   |
| Peso específico de la unidad de albañilería | 1.8 t/m <sup>3</sup> |

Fuente: Norma E.030 (2018).

Determinación del área de muros resistentes: se determinaron el área de muros tanto en la dirección "X" como en la dirección "Y". En las tablas 29 y 30 se presentan su cálculo y resultados.

Tabla 29: Área de muros principales en la dirección "X"

| Muro       | Longitud    | Espesor (t) | Área                 |
|------------|-------------|-------------|----------------------|
| Muro X01   | 2.55 metros | 0.25 metros | 0.64 m <sup>2</sup>  |
| Muro X02   | 2.55 metros | 0.25 metros | 0.64 m <sup>2</sup>  |
| Muro X03   | 5.30 metros | 0.25 metros | 1.33 m <sup>2</sup>  |
| Muro X04   | 5.30 metros | 0.25 metros | 1.33 m <sup>2</sup>  |
| Muro X05   | 5.47 metros | 0.25 metros | 1.37 m <sup>2</sup>  |
| Muro X06   | 5.47 metros | 0.25 metros | 1.37 m <sup>2</sup>  |
| Muro X07   | 7.42 metros | 0.25 metros | 1.86 m <sup>2</sup>  |
| Muro X08   | 7.42 metros | 0.25 metros | 1.86 m <sup>2</sup>  |
| Muro X09   | 4.79 metros | 0.25 metros | 1.19 m <sup>2</sup>  |
| Muro X10   | 4.79 metros | 0.25 metros | 1.19 m <sup>2</sup>  |
| Área total |             | Ax          | 12.78 m <sup>2</sup> |

Fuente: Propia.

Tabla 30: Área de muros principales en la dirección "Y"

| Muro       | Longitud    | Espesor (t) | Área    |
|------------|-------------|-------------|---------|
| Muro Y1    | 14.2 metros | 0.25 metros | 3.55 m2 |
| Muro Y2    | 1.76 metros | 0.25 metros | 0.44 m2 |
| Muro Y3    | 1.76 metros | 0.25 metros | 0.44 m2 |
| Área total |             | Ax          | 4.43 m2 |

Fuente: Propia.

Cálculo de la resistencia a la fuerza actuante en la dirección más crítica:

$$VR = \min (Ax, Ay) * v$$

Reemplazando:

$$VR = 4.43 \text{ m}^2 * 6 \text{ t/m}^2$$

$$VR = 26.58 \text{ ton.}$$

Cálculo de coeficiente sísmico resistente (CSR):

Reemplazando:

$$CSR = \frac{26.58 \text{ ton}}{10613 \text{ ton}}$$

$$CSR = 0.003$$

Cálculo de coeficiente sísmico exigido (CSE):

Reemplazando:

$$CSE = 0.35 * 1.3 * 1.20 * \frac{2.5}{2.25}$$

$$CSE = 0.61$$

Determinación de la demanda de ductilidad (DD):

Reemplazando:

$$DD = \frac{0.61}{0.003}$$

$$DD = 203.3$$

#### D. Evaluación del indicador 4: Posición del edificio y cimentación

Este indicador es uno de ellos más influyentes en cuanto al comportamiento del edificio ante fuerzas horizontales producidos por los sismos. Para su evaluación fue necesario el estudio de suelos y la determinación de la pendiente del terreno. Según los resultados del estudio de suelos, el tipo de suelo es “SM” arena limosa, con una capacidad admisible de 1.26 kg/cm<sup>2</sup> el cual se clasifica como un suelo intermedio. Por otro lado, la topografía es relativamente plana y no presenta pendiente pronunciada (ver figura 15). En ese sentido, en este indicador se clasifica como “A”.

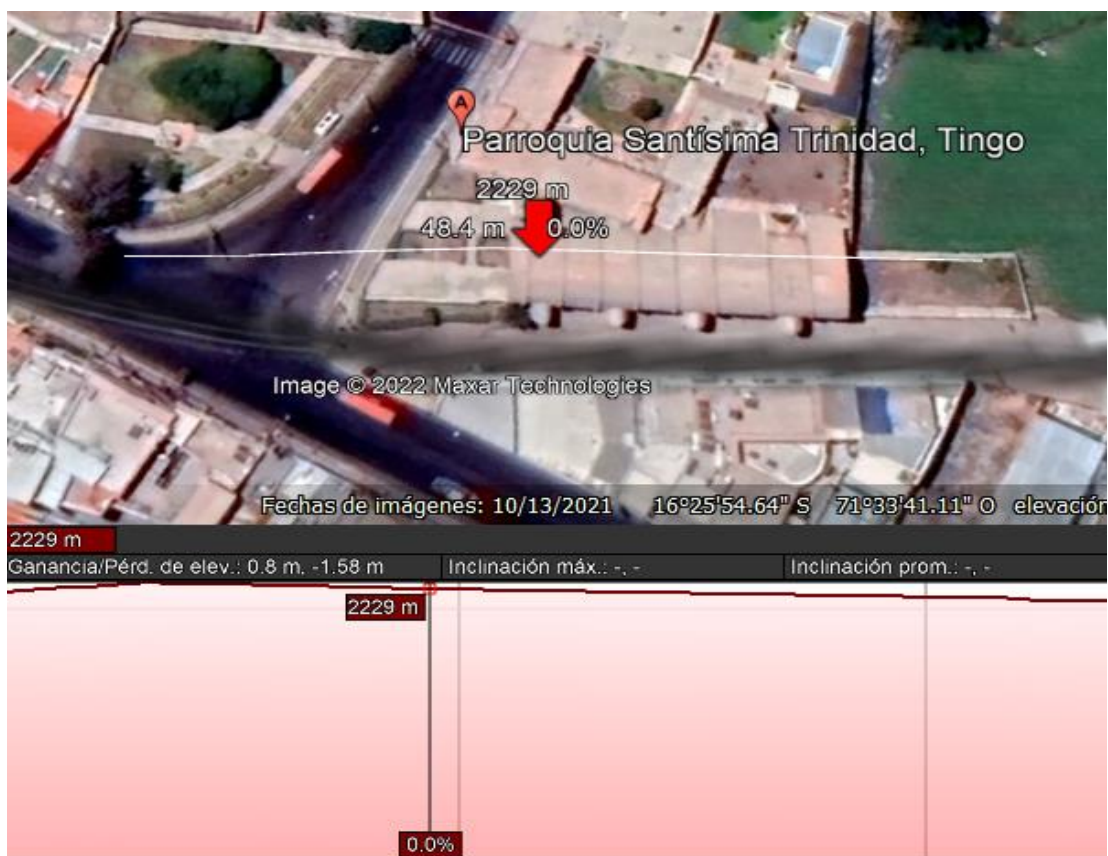


Figura 15. Pendiente de la zona evaluada

#### E. Evaluación del indicador 5: Diafragmas horizontales

Tal como se menciona en las bases teóricas, en este indicador se evalúa algunos aspectos relacionados a los diafragmas o techos como es la eficiente conexión con otros elementos, la deformación del diafragma y los desniveles que podría presentar. En la figura 16, se observa que la estructura no posee un



diafragma como tal, en realidad está cubierta con ladrillo artesanal y construido como una bóveda. Por lo tanto, en este indicador le corresponde la clasificación “D” debido a que no cuenta con diafragma o losa resistente.



Figura 16. Detalle de bóveda de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo

## F. Evaluación del indicador 6: Configuración en planta

En este indicador de naturaleza geométrica, se evaluó la forma de la planta de la edificación, específicamente la relación de la dimensión más larga y la más corta. En el plano arquitectónico levantado en campo (ver figura 17) se observa que la estructura tiene una forma rectangular en planta, por lo que su longitud

más larga es de 38.92 metros y su ancho es de 14.12 metros. Reemplazando en la ecuación 7 se obtiene un valor de 0.36, este valor fue categorizado en uno de los intervalos de la tabla 14. Por lo tanto, en este indicador la estructura clasifica como “D”.

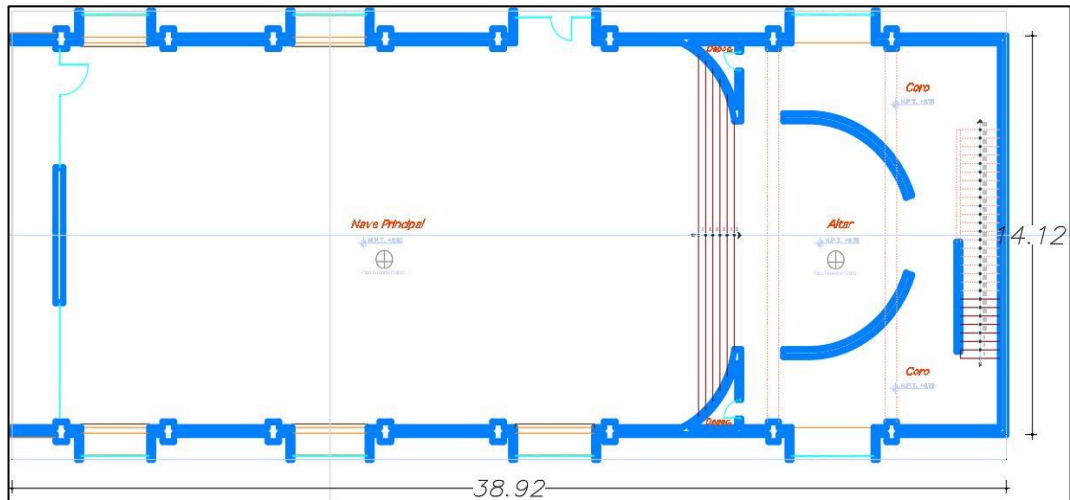


Figura 17. Configuración en planta de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo

Cálculo:

$$\beta_1 = \frac{a}{L}$$

Reemplazando:

$$\beta_1 = \frac{14.12}{38.92}$$

$$\beta_1 = 0.36$$

### G. Evaluación del indicador 7: Configuración en elevación

Este indicador analiza la irregularidad en altura que pudiera presentar la edificación, así mismo evalúa la diferencia de masas, lo cual podría sobrecargar a la estructura y desestabilizarla. En la ilustración 18 se aprecia que el edificio en evaluación tiene una elevación simple en el plano vertical, presenta irregularidad vertical favorable, es decir que a más altura menos peso. Bajo esta premisa, se clasifica en este indicador como “B”.

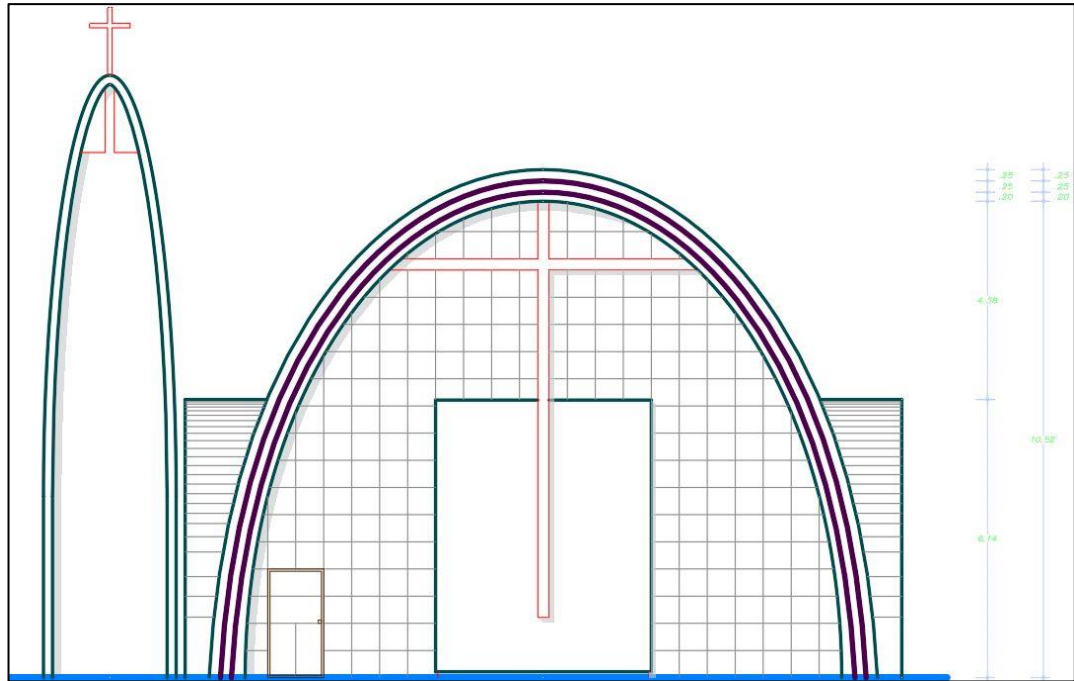


Figura 18. Configuración en elevación de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo

#### H. Evaluación del indicador 8: Separación máxima de muros

En este indicador se evaluó la esbeltez de los muros de la edificación, mediante la relación de la distancia máxima que existe entre muros principales ( $L=13.62$  m) y el espesor promedio ( $s=0.25$  m) que presentan los mismos. Realizado el cálculo necesario ( $L/s$ ) con las dimensiones mostradas en la ilustración 19, se obtiene el valor de 54.48 y según los intervalos de la tabla 16, en este indicador se clasifica como "D".

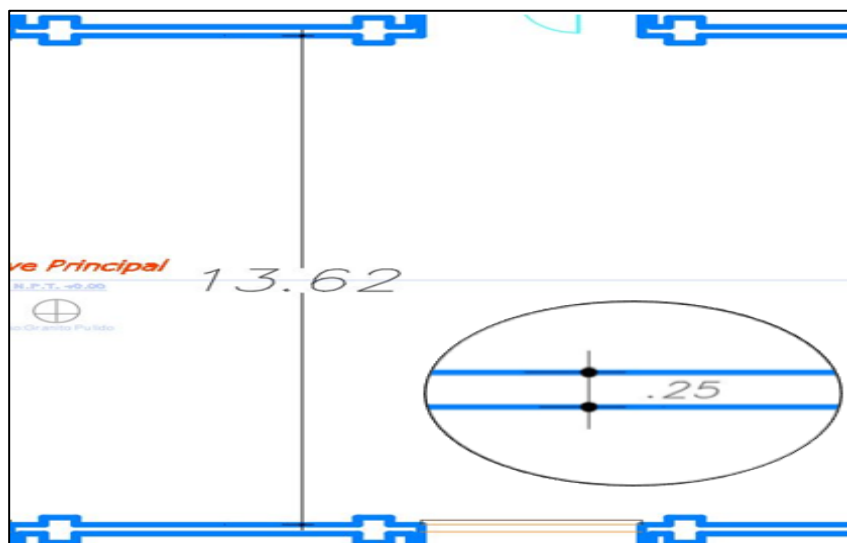


Figura 19. Separación máxima de muros principales

## I. Evaluación del indicador 9: Tipo de cubierta

Debido a que este tipo de edificios están concebidos para generar majestuosidad o imponencia, en este indicador se evaluó el tipo de cubierta que presenta, la conexión de la cubierta con los demás elementos y su aparente estabilidad. En la figura 20, se observa que la cubierta abovedada está constituida del mismo material que sus muros, brinda la impresión de ser frágil por su escaso espesor, no tiene muchas conexiones con los otros elementos. Por lo tanto, en este indicador se le clasifica como "C".



Figura 20. Conexión de la bóveda con otros elementos

## J. Evaluación del indicador 10: Elementos no estructurales

Con respecto a este indicador, cabe aclarar que los componentes no estructurales no tienen la función de resistir o mantener estable a la edificación, por lo que se evaluó las posibles fallas que podrían presentar algunos elementos adosados o dispuestos a la estructura principal en un suceso sísmico. Según las figuras 21 y 22, se observa que en el interior del recinto existen altares de dimensiones considerables en el ábside, asimismo, en las naves laterales se encuentran retablos muy elaborados, del mismo modo se puede observar que existen estatuas de considerable peso en todo el recinto. Estos elementos ornamentales representan un peligro para los ocupantes, debido a que no están bien conectadas ni están correctamente empotradas en los elementos resistentes, Se ha tenido experiencias pasadas donde estos elementos no estructurales fueron los primeros en sufrir volteos durante un sismo. En ese sentido, en este indicador se clasifica al edificio como "D".



Figura 21. Elementos no estructurales en el ábside



Figura 22. Elementos no estructurales en la nave lateral

### K. Evaluación del indicador 11: Estado de conservación

En la figura 23 se puede observar el estado en el que se encuentran las paredes del edificio, donde se evidencian fisuras y grietas diagonales considerables. Del mismo modo, los enchapes y los revoques evidencian desprendimiento. Además, evidencia humedecimiento en las bases de los muros, lo que conllevaría a debilitar a la estructura. Razones por las cuales en este indicador clasifica como “D”.



Figura 23. Grietas en los muros de la estructura

El resumen de resultados y su correspondiente interpretación se exponen en el capítulo IV.

**4. Procedimiento del objetivo específico 2:** Determinar la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método FEMA – 154 de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022

El procedimiento de recolección de datos para alcanzar este objetivo fue realizado en campo, para lo cual se empleó la ficha de observación estandarizado de FEMA 154. Estos trabajos consistieron en la inspección y evaluación de los indicadores contemplados en el método en mención. A continuación, se describen los criterios para la clasificación de cada indicador:

#### **A. Evaluación del indicador: Tipología del sistema estructural**

La estructura de la Parroquia Santísima Trinidad está compuesta por columnas en arco, cubierta y muros resistentes. Se deduce que es un sistema estructural de tipo C3, según las tipologías estructurales considerados por el FEMA 154.

## **B. Evaluación del indicador: Altura del edificio**

La estructura cuenta con 1 nivel en la nave principal, con altura máxima de 10.52m e incluido un sótano en la parte posterior con una altura total de 13.32m, razones por lo que se le cataloga como edificio de mediana altura.

## **C. Evaluación del indicador: Irregularidad en planta y elevación**

La Parroquia Santísima Trinidad no evidencia irregularidad vertical y tampoco irregularidad en planta que puedan incidir en la adecuada respuesta sísmica.

## **D. Evaluación del indicador: Código de construcción**

Mediante información recopilada en la municipalidad distrital de Jacobo Hunter y testimonio del párroco, se establece que la parroquia fue construida en el año de 1947, por lo tanto, es mucho anterior al código de construcción en el Perú que fue publicado en junio de 2006.

## **E. Evaluación del indicador: Tipo de suelo**

Con base a lo hallado en el estudio de suelos, se trata de un suelo "SM", el cual indica que está conformado por arena y limo). Su capacidad admisible es de 1.26 kg/cm<sup>2</sup> y su esfuerzo al corte es de 1.00 kg/cm<sup>2</sup>. Estos valores demuestran que el suelo donde se encuentra asentado la estructura evaluada es un suelo rígido. El resumen de resultados y su correspondiente interpretación se exponen en el capítulo IV.

**5. Procedimiento del objetivo específico 3:** Determinar la vulnerabilidad estructural evaluada por el Método de Mosqueira y Tarque de la parroquia "Santísima Trinidad" de Tingo - Arequipa, 2022

Se evaluó de manera cuantitativa la vulnerabilidad del edificio en mención aplicando el Método de Mosqueira y Tarque, para lo cual se empleó el software

estructural SAP2000, “el cual analiza los esfuerzos de una estructura mediante el modelo numérico denominado Elementos Finitos” (Jabbar, 2019, p. 4). Su procedimiento fue el siguiente:

### A. Introducción de materiales

Se asignaron los materiales utilizados para el cálculo y las verificaciones del edificio conformados por muros, columnas y vigas de concreto y cimientos. Estos para el programa de cálculo estructural SAP2000 (ver figuras 24 y 25).

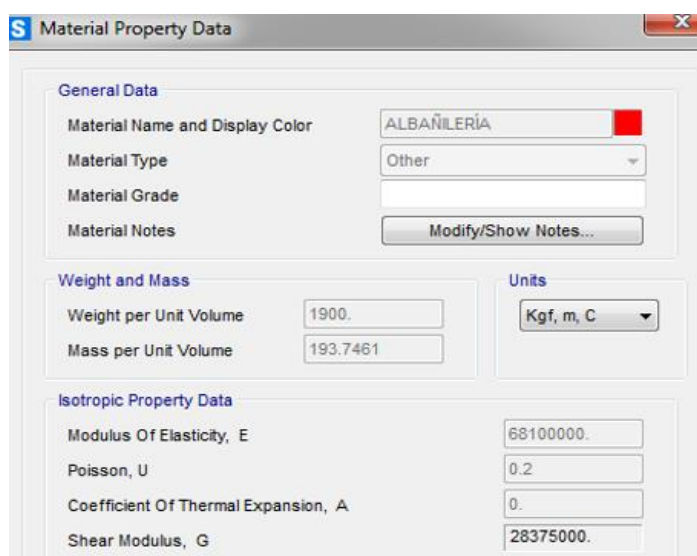


Figura 24. Asignación de las propiedades de la albañilería

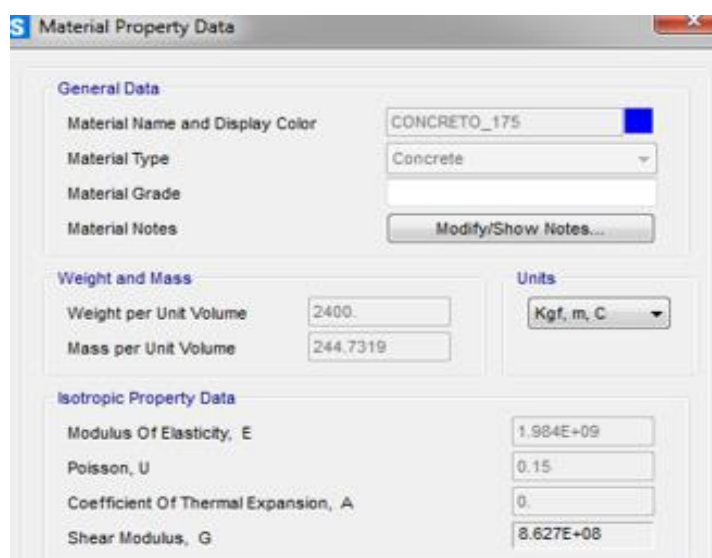


Figura 25. Asignación de las propiedades del concreto



## B. Generación del modelo en 3 dimensiones

Terminado de asignar materiales y definir las secciones de los componentes estructurales y se generó el modelo estructural de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo. Este modelo se presenta en las figuras 26 y 27. Por lo tanto, ya se encuentra listo para su respectivo análisis y sus resultados se presentan en el capítulo IV.

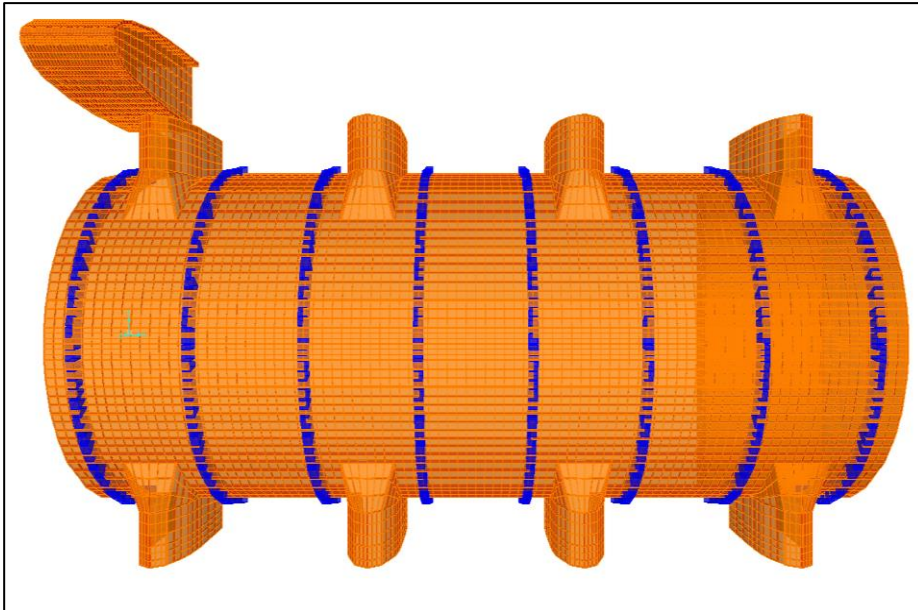


Figura 26. Modelo estructural de la Parroquia Santísima Trinidad

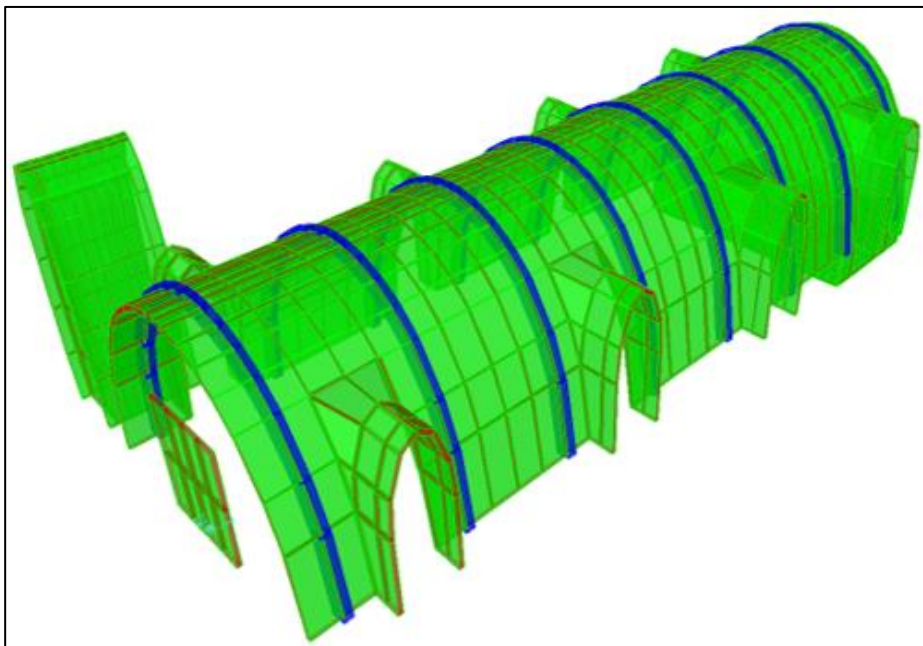


Figura 27. Vista isométrica del modelo estructural de la Parroquia

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los datos registrados en la ficha de observación fueron procesados en gabinete empleando las metodologías de evaluación de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, FEMA 154 y Mosqueira y Tarque. En el caso del método propuesto por Mosqueira y Tarque, se empleó el software estructural SAP2000. Al determinar la vulnerabilidad del edificio por los tres métodos. Debido a que, al ser una estructura que a primera vista da la impresión de ser vulnerable a los sismos, se procedió a establecer el método más conservador para evaluar este tipo de edificios.

### **3.7. Aspectos éticos**

En relación a este ítem, se consideraron todo lo relacionado a la parte propiedad intelectual y aspecto social. En lo referente a la parte intelectual, se consideraron todas las previsiones y normativas que permitan reconocer las autorías de métodos, teorías, postulados y cualquier otro dato e información, los cuales fueron debidamente citados y referenciados acorde los estándares internacionales. Por otra parte, se tomaron en cuenta todas las formalidades de seguridad sanitaria ante el estado de emergencia. Además, se garantiza la originalidad del tema de investigación por lo que se adjunta el reporte de similitud de Turnitin, donde se demuestra que el porcentaje de similitud es menor al 25%.

#### IV. RESULTADOS

##### Título de tesis:

“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales en la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo - Arequipa - 2022”.

##### Ubicación política

La unidad de estudio políticamente está ubicada en la provincia y región de Arequipa. Los detalles de su ubicación se presentan en la tabla 31 y figura 28.

Tabla 31: *Ubicación política de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo*

|            |               |
|------------|---------------|
| Localidad: | Tingo         |
| Distrito:  | Jacobo Hunter |
| Provincia: | Arequipa      |
| Región:    | Arequipa      |
| País:      | Perú          |

Fuente: Elaboración propia.

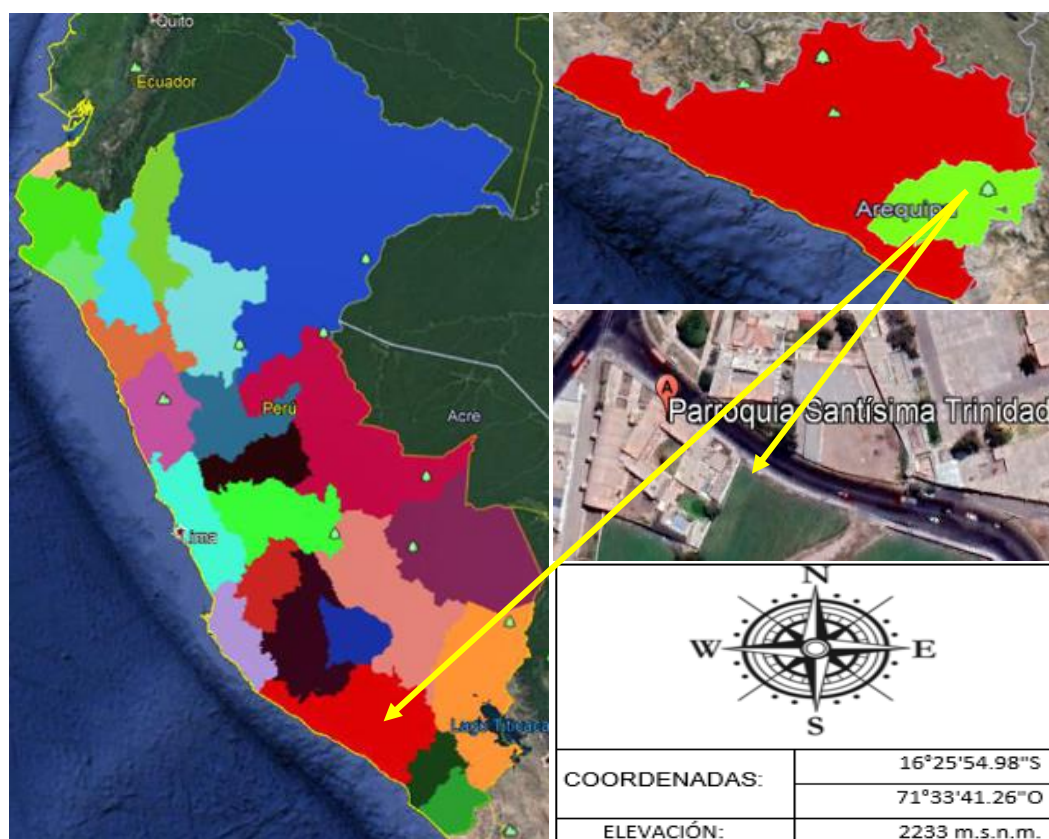


Figura 28. Mapa de ubicación de la Parroquia Santísima Trinidad.

### Límites:

La infraestructura evaluada se sitúa en el pueblo tradicional de Tingo, el cual está ubicado en el distrito de Jacobo Hunter. Por el este limita con el distrito de José Luis Bustamante y Rivero, por el oeste limita con Uchumayo, por el sur limita con Tiabaya y por norte limita con el Cercado de Arequipa.

### Accesibilidad:

A la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo se accede desde la Plaza principal de la ciudad de Arequipa, a unos 5 kilómetros. En la figura 29 se muestra con detalle el recorrido para acceder al edificio en mención.

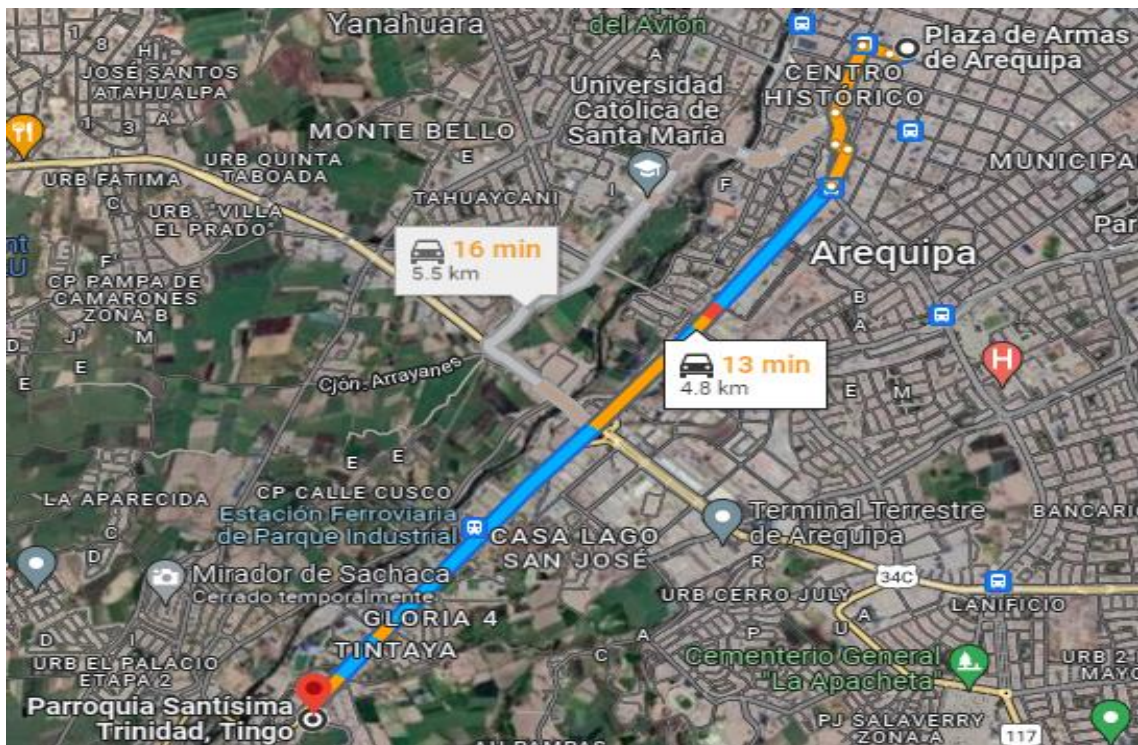


Figura 29. Mapa de accesibilidad a la Parroquia Santísima Trinidad.

### Clima:

El clima es semi desértico, con temperaturas que varían notablemente tanto en la noche como y en el día, entre mayo y julio las temperaturas más bajas son habituales. Por lo que el promedio anual es de 10.45 centígrados, con un máximo mensual de 21.7 centígrados y una mínima mensual de 15 centígrados. Las precipitaciones varían de 138.80 milímetros en enero a 35.10 milímetros en abril.

## Resultados del estudio de mecánica de suelos:

En laboratorio se determinaron las propiedades de los suelos donde se encuentra cimentada la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo. En las figuras 30 y 31 se evidencian los trabajos en campo y laboratorio respectivamente. Asimismo, en las tablas 32 y 33 se muestran los resultados.



Figura 30. Extracción de muestras de suelos.



Figura 31. Ensayo de suelos en laboratorio.

Tabla 32: *Análisis granulométrico por tamizado de calicata 1*

| CLASIFICACIÓN SUCS   |            | Malla               | Abertura | Peso         | % Retenido | % Pas. Acumulado |
|----------------------|------------|---------------------|----------|--------------|------------|------------------|
| SM                   |            | ASTM                | (mm)     | Retenido (g) |            |                  |
|                      |            | >3"                 |          |              |            |                  |
| ARENA LIMOSA         |            | 3"                  | 75.00    |              |            |                  |
|                      |            | 2 1/2"              | 63.00    |              |            |                  |
|                      |            | 2"                  | 50.00    |              |            | 100              |
| CLASIFICACIÓN AASHTO |            | 1 1/2"              | 37.50    | 76           | 1.58       | 98.42            |
|                      |            | 1"                  | 25.00    | 70           | 1.45       | 96.97            |
|                      |            | 3/4"                | 19.00    | 43           | 0.89       | 96.07            |
|                      |            | 1/2"                | 12.50    | 42           | 0.87       | 95.20            |
|                      |            | 3/8"                | 9.50     | 20           | 0.42       | 94.78            |
|                      |            | N° 4                | 4.75     | 106          | 2.20       | 92.58            |
|                      |            | <b>COEFICIENTES</b> |          | N° 8         | 2.36       | 14.1             |
| Cu=10.383            | Cc = 0.867 | N° 10               | 2.00     | 5.2          | 0.69       | 90.02            |
|                      |            | N° 16               | 1.19     | 21.2         | 2.81       | 87.21            |
| <b>Wmi</b>           | 4811.0     | N° 30               | 0.60     | 50.6         | 6.71       | 80.49            |
| <b>Wp N°4</b>        | 4454.0     | N° 40               | 0.425    | 35.1         | 4.66       | 75.84            |
| <b>Wmi f</b>         | 700.0      | N° 50               | 0.300    | 48.5         | 6.43       | 69.40            |
|                      |            | N° 80               | 0.180    | 67.6         | 8.97       | 60.44            |
| GRAVA                | 7.4%       | N° 100              | 0.150    | 32.7         | 4.34       | 56.10            |
| ARENA                | 48.6%      | N° 200              | 0.075    | 91.2         | 12.10      | 44.00            |
| FINOS                | 44.0%      | FONDO               |          | 331.7        | 44.00      |                  |

Fuente: Propia.

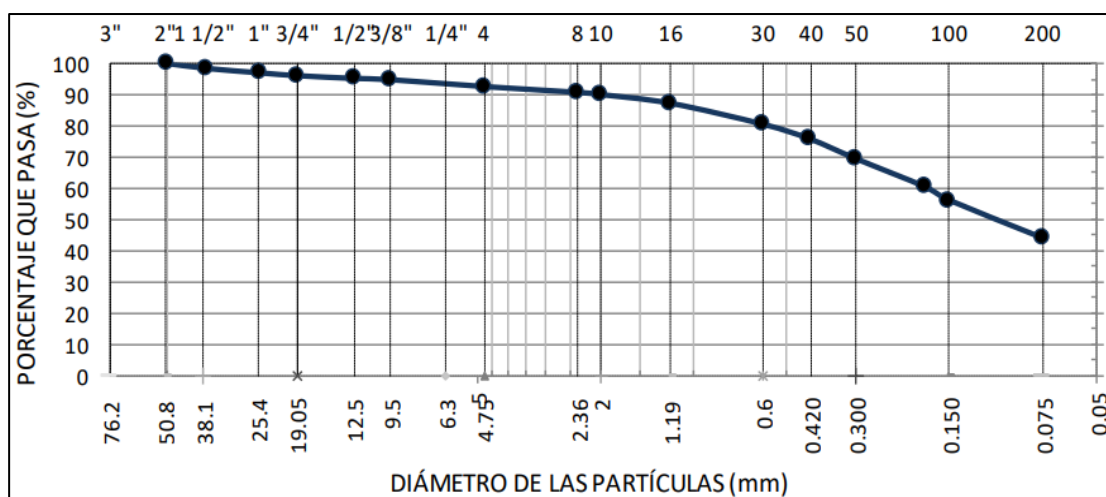


Figura 32. Curva granulométrica del suelo de calicata C1.

Tabla 33: *Resumen de resultados del estudio de mecánica de suelos*

| Propiedades            | Resultados              |
|------------------------|-------------------------|
| Clasificación S.U.C.S. | "SM" Arena limosa       |
| Capacidad admisible    | 1.26 kg/cm <sup>2</sup> |
| Índice de plasticidad  | No presenta             |
| Napa freática          | No presenta             |
| Esfuerzo de corte      | 1.00 kg/cm <sup>2</sup> |

**Fuente:** Propia.

### **Interpretación:**

En la tabla 33 se presentan los resultados del estudio de suelos, donde se evidencia que según la clasificación SUCS, es un suelo del tipo "SM", lo que indica que es un suelo conformado por arena y limo. No presenta plasticidad ni napa freática (a 3 metros de profundidad). Su capacidad admisible es de 1.26 kg/cm<sup>2</sup> (para zapata cuadrada) y su esfuerzo al corte es de 1.00 kg/cm<sup>2</sup>. Estos valores demuestran que el suelo donde se encuentra asentado la estructura evaluada es un suelo estable de mediana capacidad portante y suelo rígido.

### **Resultados del ensayo de las propiedades mecánicas del ladrillo:**

En laboratorio se determinaron las propiedades mecánicas de ladrillo artesanal tipo King Kong. En las figuras 33 y 34 se muestran los ensayos de compresión diagonal de muretes y ensayo de compresión axial de pilas. Los resultados se presentan en las tablas 34 y 35 respectivamente.



Figura 33. Ensayo de compresión diagonal de murete.



Figura 34. Ensayo de compresión axial de pilas.

Tabla 34: Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes

| N°         | Dimensiones |        |               | Dimensiones con yeso |        |           |        | P máx              | Área            | Vm                 |
|------------|-------------|--------|---------------|----------------------|--------|-----------|--------|--------------------|-----------------|--------------------|
|            | L (mm)      | t (mm) | H (mm)        | L (mm)               | t (mm) | H (mm)    | D (mm) | kg/cm <sup>2</sup> | cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> |
| M-01       | 740         | 130    | 710           | 745                  | 130    | 713       | 1026   | 5045               | 1333.8          | 3.78               |
| M-02       | 738         | 131    | 713           | 741                  | 131    | 716       | 1027   | 5135               | 1345.4          | 3.82               |
| M-03       | 742         | 129    | 715           | 746                  | 129    | 718       | 1029   | 5005               | 1327.4          | 3.77               |
| Resultados |             |        | V'm pr: 3.789 | σ: 0.0240            |        | CV: 0.63% |        | V'm: 3.765         |                 |                    |

Fuente: Propia.

Tabla 35: Resultados del ensayo de compresión axial de pilas

| N°          | Dimensiones |                         |        | Esbeltez | P(Max) | Área            | f <sub>m</sub>     | factor de    | f <sub>m</sub> |
|-------------|-------------|-------------------------|--------|----------|--------|-----------------|--------------------|--------------|----------------|
|             | L (mm)      | t (mm)                  | H (mm) | (H/t)    | Ton    | cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | corrección   | Corregido      |
| PI-01       | 241         | 131                     | 475    | 3.6260   | 4950   | 315.71          | 15.679             | 0.935        | 14.660         |
| PI-02       | 240         | 130                     | 462    | 3.5538   | 4700   | 312             | 15.064             | 0.932        | 14.042         |
| PI-03       | 241         | 132                     | 480    | 3.6364   | 5850   | 318.12          | 18.389             | 0.935        | 17.202         |
| Resultados: |             | f <sub>m</sub> : 15.302 |        | σ: 1.675 |        | f' m: 13.627    |                    | f' m: 13.627 |                |

Fuente: Propia.



### **Interpretación:**

En la tabla 34 se observa que los muretes elaborados con los ladrillos artesanales tipo King Kong con las que están contruidos los muros de la estructura evaluada, presentan un promedio de resistencia a la fuerza cortante ( $V'm$ ) de 3.7659 kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, en la tabla 35, se observa que la resistencia a la compresión axial de pilas ( $f'm$ ) es un promedio de 13.627 kg/cm<sup>2</sup>. Estos valores son considerablemente inferiores a lo estipulado en la Norma E.070, donde se establece que la resistencia al corte mínimo deberá ser de 5.1 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, la resistencia a la compresión axial deberá ser de 35 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, no son aptas para la construcción de muros estructurales resistentes.

### **Resultados del ensayo de la resistencia del concreto seco:**

En laboratorio se determinó la resistencia del concreto seco con el esclerómetro, específicamente de las columnas de la estructura evaluada (ver figura 35). En la tabla 36 se presentan los resultados.



Figura 35. Ensayo de resistencia del concreto seco con esclerómetro.

Tabla 36: *Resultados del ensayo de resistencia del concreto seco*

| RESULTADOS MUESTRA 01                          |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL                           | COLUMNAS                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE.              | RUGOSO                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ALTURA RELATIVA N.T.                           | -- m                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| EXPOSICIÓN AL AMBIENTE.                        | EXPUESTO                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ORIENTACIÓN DEL MARTILLO                       | 0°                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| LECTURAS (R)                                   | 28.2                            | 27.5 | 27.3 | 27.3 | 26.5 | 28.4 | 24.6 | 28.6 | 28.1 | 28.1 |
| PROMEDIO DE LECTURAS (R)                       | 27.5                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON RESPECTO A (R) | 172 kg/cm <sup>2</sup>          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| RESULTADOS MUESTRA 02                          |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ELEMENTO ESTRUCTURAL                           | COLUMNAS                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE.              | RUGOSO                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ALTURA RELATIVA N.T.                           | -- m                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| EXPOSICIÓN AL AMBIENTE.                        | EXPUESTO                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ORIENTACIÓN DEL MARTILLO                       | 0°                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| LECTURAS (R)                                   | 28.3                            | 27.0 | 28.0 | 27.4 | 28.0 | 27.5 | 27.5 | 28.0 | 27.3 | 28.5 |
| PROMEDIO DE LECTURAS (R)                       | 27.8                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON RESPECTO A (R) | 170 kg/cm <sup>2</sup>          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| RESULTADOS MUESTRA 03                          |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ELEMENTO ESTRUCTURAL                           | COLUMNAS                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE.              | RUGOSO                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ALTURA RELATIVA N.T.                           | -- m                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| EXPOSICIÓN AL AMBIENTE.                        | EXPUESTO                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ORIENTACIÓN DEL MARTILLO                       | 0°                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| LECTURAS (R)                                   | 27.0                            | 27.0 | 27.5 | 27.6 | 27.6 | 27.5 | 27.5 | 27.6 | 27.0 | 27.1 |
| PROMEDIO DE LECTURAS (R)                       | 27.3                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON RESPECTO A (R) | 170 kg/cm <sup>2</sup>          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>PROMEDIO</b>                                | <b>170.33 kg/cm<sup>2</sup></b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Fuente: Propia.

### Interpretación:

En la tabla 36 se observa el resumen de resultados de la resistencia del concreto seco, donde se evidencia que la lectura promedio final es de  $F'_c=170 \text{ kg/cm}^2$ , este valor es menor al requerimiento mínimo establecido en la Norma E.070 que es de  $175 \text{ kg/cm}^2$ . Además, para una edificación de este tipo, la resistencia deberá ser superior a  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Por lo que se infiere que el concreto empleado es deficiente.

**Objetivo específico 1:** Determinar la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método de Benedetti y Petrini de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022

Se determinó el grado de vulnerabilidad sísmica de la Parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo, empleando para ello el Método de Benedetti y Petrini. En las figuras 36 y 37 se evidencia la verificación de la estructura, asimismo, en la tabla 37 se presenta el resumen de clasificaciones de los indicadores y su resultado final.



Figura 36. Inspección de la estructura evaluada



Figura 37. Levantamiento arquitectónico de la estructura evaluada

Tabla 37: Resultado de la vulnerabilidad por el método de Benedetti y Petrini

| Indicadores  | Clases (Ki) |    |    |    | Peso (Wi) | Ki*Wi  |
|--|-------------|----|----|----|-----------|--------|
|  | A           | B  | C  | D  |           |        |
| Organización del sistema resistente                        | 0           | 5  | 20 | 45 | 1.00      | 20.0   |
| Calidad del sistema resistente                             | 0           | 5  | 25 | 45 | 0.25      | 1.25   |
| Resistencia convencional                                   | 0           | 5  | 25 | 45 | 1.50      | 67.5   |
| Posición de la estructura                                  | 0           | 5  | 25 | 45 | 0.75      | 0.00   |
| Diafragma horizontal                                       | 0           | 5  | 15 | 45 | 1.00      | 45.0   |
| Configuración de la planta                                 | 0           | 5  | 25 | 45 | 0.50      | 22.5   |
| Configuración de la elevación                              | 0           | 5  | 25 | 45 | 1.00      | 5.00   |
| Distancia entre muros                                      | 0           | 5  | 25 | 45 | 0.25      | 11.25  |
| Tipo de cubierta   | 0           | 15 | 25 | 45 | 1.00      | 25.0   |
| Componentes no estructurales                               | 0           | 0  | 25 | 45 | 0.25      | 11.25  |
| Estado de conservación                                     | 0           | 5  | 25 | 45 | 1.00      | 45.00  |
| Índice de vulnerabilidad<br>$Iv = \sum_{i=1}^{11} Ki * Wi$ |             |    |    |    |           | 253.75 |
| <b>RESULTADO FINAL: Muy vulnerable</b>                     |             |    |    |    |           |        |

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

En la tabla 37 se observa que la estructura evaluada tiene un índice de vulnerabilidad de 253.75, este valor indica que la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo es muy vulnerable a los sucesos sísmicos de gran magnitud. Los indicadores que más inciden en el incremento de la vulnerabilidad son “la resistencia convencional, diafragmas horizontales, configuración en planta, distancia entre muros, elementos no estructurales y el estado de conservación”. Debido a que en dichos indicadores se obtienen calificaciones muy críticas “D” con un valor Ki de 45 y un peso ponderado que va de 0.25 a 1.25, es decir que la estructura no podrá tener una adecuada respuesta a las fuerzas horizontales producto de sismos severos y como consecuencias se producirán fisuras y grietas considerables sobre todo en los muros. Por lo tanto, la estructura amerita un refuerzo.

**Objetivo específico 2:** Determinar la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método FEMA – 154 de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022.

Se determinó el grado de vulnerabilidad de la Parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo, empleando para ello el Método FEMA 154. La clasificación o categorización de la zonificación sísmica, el tipo de suelo, uso del edificio y el tipo de sistema estructural, se presentan en la tabla 38. Con estos datos generales, se procedió a asignarle los puntajes en los sub-indicadores denominados “modificadores”, los cuales se muestran en la tabla 39. Finalmente, en la figura 39 se presenta el formato de evaluación final con el respectivo resultado.



Figura 38. Aplicación de la ficha de observación del Método FEMA 154

Tabla 38: *Categorización o clasificación de indicadores del Método FEMA 154*

| N° | Indicador                          | Clasificación                |
|----|------------------------------------|------------------------------|
| 01 | Zona sísmica                       | Zona 3, alta sismicidad      |
| 02 | Tipo de suelo                      | SM, suelo rígido, intermedio |
| 03 | <b>Categoría de la edificación</b> | Edificaciones importantes    |
| 04 | <b>Sistema estructural</b>         | C3 - URMINF                  |

**Fuente:** Propia.

### **Interpretación:**

En la tabla 38, se clasifican o categorizan los indicadores generales del Método FEMA-154, donde se observa que la zona sísmica es de alta sismicidad, esto debido a que según la Norma E.030 del diseño sismorresistente, el distrito de

Jacobo Hunter está ubicado en la zona 3 de alta sismicidad. Del mismo modo, el tipo de suelo es rígido por la razón de que, de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos, se trata de un suelo estable, con una capacidad admisible de 1.26/kgcm<sup>2</sup>, esfuerzo al corte de 1.00 kg/cm<sup>2</sup> y no presenta plasticidad. Por otro lado, la categoría de la edificación es “edificaciones importantes”, ya que en la norma E.030 (2018) se considera como “edificaciones importantes” aquellos en donde se reúne gran cantidad de personas. Finalmente, según los criterios de FEMA 154, el sistema estructural es “estructuras de concreto relleno con albañilería no reforzada”.

Tabla 39: *Asignación de puntajes a Modificadores de vulnerabilidad*

| Puntaje básico y modificadores |                                 |            |
|--------------------------------|---------------------------------|------------|
| Tipo de edificación            |                                 | C3 URM INF |
| Puntuación Básica              |                                 | 1,60       |
| N°                             | Modificadores                   | Puntaje    |
| 01                             | Mediana altura (4 a 7 niveles)  | +0,2       |
| 02                             | Gran altura (mayor a 7 niveles) | +0,3       |
| 03                             | Irregularidad vertical          | -1,0       |
| 04                             | Irregularidad en planta         | -0,5       |
| 05                             | Pre-código                      | -0,2       |
| 06                             | Post-código                     | N/A        |
| 07                             | Suelo “C”                       | -0,4       |
| 08                             | Suelo “D”                       | -0,4       |
| 09                             | Suelo “E”                       | -0,8       |

Fuente: Propia.

### Interpretación:

En la tabla 39, se presenta la puntuación asignada a cada modificador de la vulnerabilidad. Debido a que la edificación evaluada tiene un sistema estructural del tipo URMNIF (Estructuras de concreto relleno con albañilería sin reforzar) el método FEMA 154 asigna una puntuación básica de 1.6. En el primer modificador relacionada a la altura de la estructura le corresponde el valor de 0.2 por la razón de que la Parroquia Santísima Trinidad tiene una elevación de 13.32 metros, lo cual incluye un sótano, por lo que se considera de mediana altura. El quinto modificador está referido al empleo de alguna normativa de diseño

sismorresistente en la construcción de la estructura evaluada, por lo que le corresponde un valor de -0.2, esto debido a que el edificio en mención fue construido en el año de 1947 sin ningún tipo de normativa. Finalmente, el tipo de suelo en el que esta cimentada la edificación es “D” suelos bastante estables, razón por la cual le corresponde un puntaje de -0.4.


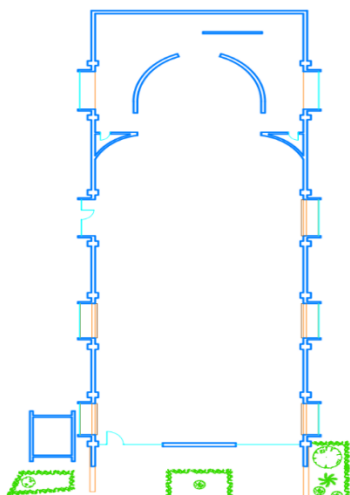

| PROCEDIMIENTO DE INSPECCION VISUAL RAPIDA DE EDIFICACIONES PARA RIESGO SÍSMICO POTENCIAL - ALTA SISMICIDAD  |            |      |        |       |  |          |            |        |       | <br><b>UCV</b><br>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO                  |        |   |        |        |      |  |
|---|------------|------|--------|-------|--|----------|------------|--------|-------|---|--------|---|--------|--------|------|--|
| FEMA 154 - HOJA DE RECOLECCION DE DATOS   |            |      |        |       |  |          |            |        |       |   |        |   |        |        |      |  |
| <b>ESQUEMA</b><br>  |            |      |        |       | DIRECCIÓN: Av. Americas 1820<br>AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1947<br>OTROS DATOS:<br>PISOS: 1 Nivel y sótano<br>OBSERVADOR:<br>NOMBRE: Randy Terrazos Molina<br>USO: Iglesia<br>ÁREA: 572 m2 |          |            |        |       |   |        |   |        |        |      |  |
|   |            |      |        |       | <b>FOTOGRAFÍA REFERENCIAL</b><br>   |          |            |        |       |   |        |   |        |        |      |  |
| <b>OCUPACIÓN</b><br><input type="checkbox"/> Asamblea <input type="checkbox"/> Estatal <input type="checkbox"/> Estudio<br><input type="checkbox"/> Comercio <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Residencia<br><input type="checkbox"/> Emergencia <input type="checkbox"/> Industria <input type="checkbox"/> Educativos |            |      |        |       | <b>TIPO DE SUELO</b><br>A Roca Dura    B Promedio    C Muy Denso<br><b>D Suelo Rígido</b> E Suelo Blando    F Suelo Pobre  |          |            |        |       | <b>FALLAS NO ESTRUCTURALES</b><br><input type="checkbox"/> Revestimiento<br><input type="checkbox"/> Parapeto<br><input type="checkbox"/> Otros |        |   |        |        |      |  |
| <b>PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL</b>  |            |      |        |       |  |          |            |        |       |   |        |   |        |        |      |  |
| TIPO DE EDIFICACIÓN   | W1         | W2   | S1 MRF | S2 BR | S3 LM  | S4 RC SW | S5 URM INF | C1 MRF | C2 SW | C3 URM INF  | PC1 TU | PC2   | RM1 FD | RM2 RD | URM  |  |
| Puntuación Básica   | 4,40       | 3,80 | 2,80   | 3,00  | 3,20   | 2,80     | 2,00       | 2,50   | 2,80  | 1,60  | 2,60   | 2,40  | 2,80   | 2,80   | 1,80 |  |
| Media altura (4 a 7 pisos)  | N/A        | N/A  | +0,2   | +0,4  | N/A  | +0,4     | +0,4       | +0,4   | +0,4  | +0,2  | N/A    | +0,2  | +0,4   | +0,4   | N/A  |  |
| Gran Altura (más 7 pisos)   | N/A        | N/A  | +0,6   | +0,8  | N/A  | +0,8     | +0,8       | +0,6   | +0,8  | +0,3  | N/A    | +0,4  | N/A    | +0,6   | N/A  |  |
| Irregularidad Vertical  | -2,5       | -2   | -1     | -1,5  | N/A  | -1,0     | -1,0       | -1,5   | -1,0  | -1,0  | N/A    | -1,0  | -1,0   | -1,0   | -1,0 |  |
| Irregularidad de Planta   | -0,5       | -0,5 | -0,5   | -0,5  | -0,5   | -0,5     | -0,5       | -0,5   | -0,5  | -0,5  | -0,5   | -0,5  | -0,5   | -0,5   | -0,5 |  |
| Pre-código  | N/A        | -1   | -1     | -0,8  | -0,6   | -0,8     | -0,2       | -1,2   | -1,0  | -0,2  | -0,8   | -0,8  | -1,0   | -0,8   | -0,2 |  |
| Post-Benchmark  | +2,4       | +2,4 | +1,4   | +1,4  | N/A  | +1,6     | N/A        | +1,4   | +2,4  | N/A   | +2,4   | N/A   | +2,8   | +2,6   | N/A  |  |
| Suelo Tipo C  | N/A        | -0,4 | -0,4   | -0,4  | -0,4   | -0,4     | -0,4       | -0,4   | -0,4  | -0,4  | -0,4   | -0,4  | -0,4   | -0,4   | -0,4 |  |
| Suelo Tipo D  | N/A        | -0,8 | -0,6   | -0,6  | -0,6   | -0,6     | -0,4       | -0,6   | -0,6  | -0,4  | -0,6   | -0,6  | -0,6   | -0,6   | -0,6 |  |
| Suelo Tipo E  | N/A        | -0,8 | -1,2   | -1,2  | -1   | -1,2     | -0,8       | -1,2   | -0,8  | -0,8  | -0,4   | -1,2  | -0,4   | -0,6   | -0,8 |  |
| Puntaje Final   | <b>1,2</b> |      |        |       |  |          |            |        |       |   |        |   |        |        |      |  |
| <b>Comentarios:</b><br><p style="text-align: center;"><b>S &lt; 2.0</b> Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial</p>   |            |      |        |       |  |          |            |        |       |   |        | REQUIERE UNA EVALUACIÓN DETALLADA<br>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |        |        |      |  |

Figura 39. Resultado final de evaluación de la vulnerabilidad por FEMA 154

### **Interpretación:**

En la figura 39 se presenta el formato de evaluación del método FEMA 154 y su resultado final. Donde se demuestra que el puntaje final es de 1.2. Este valor indica que la infraestructura de la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo presenta un grado de vulnerabilidad alta, debido a que el valor “S” es menor a 2, por lo que amerita que se efectúe una evaluación más detallada y minuciosa. El indicador que más incide en el incremento de la vulnerabilidad es el “pre código”, ya que dicho edificio fue construido antes de que se implementaran las normativas de diseño sismorresistente más exigentes y acorde a la sismicidad del área geográfica donde se encuentra ubicado la estructura.

**Objetivo específico 3:** Determinar la vulnerabilidad estructural evaluada por el Método de Mosqueira y Tarque de la Parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022.

Como se mencionó en las bases teóricas, el método propuesto por Mosqueira y Tarque considera 3 indicadores los cuales son: el comportamiento estructural del edificio, la calidad de mano de obra y materiales y el estado de conservación.

Con respecto al indicador “comportamiento estructural”, se realizó el análisis sísmico dinámico básico, el cual contempla los tres “sub indicadores” del indicador principal, los cuales son: desplazamientos o control de distorsiones (ver figura 40 y tabla 41), esfuerzos de compresión (ver figuras 41 y 42) y el esfuerzo cortante (ver figura 43).

A continuación, se presentan los resultados de cada uno de estos indicadores, con sus respectivas interpretaciones. Finalmente, en la tabla 42 se califican los indicadores y en la tabla 43 se categoriza el número hallado con la ecuación 10 en uno de los rangos de vulnerabilidad.



Tabla 40: *Modos de vibración*

| Step Type | Step Num | Periodo | UX            | UY            | RZ            |
|-----------|----------|---------|---------------|---------------|---------------|
| Mode      | 01       | 5.72    | 0.00%         | 79.81%        | 0.11%         |
| Mode      | 02       | 5.25    | 80.85%        | 0.00%         | 0.09%         |
| Mode      | 03       | 2.57    | 0.03%         | 0.96%         | 66.58%        |
| Mode      | 04       | 1.98    | 0.04%         | 8.58%         | 5.92%         |
| Mode      | 05       | 1.90    | 7.31%         | 0.02%         | 0.00%         |
| Mode      | 06       | 1.45    | 1.62%         | 0.09%         | 1.74%         |
| Mode      | 07       | 1.41    | 0.46%         | 0.25%         | 8.82%         |
| Mode      | 08       | 1.34    | 0.00%         | 0.01%         | 0.60%         |
| Mode      | 09       | 1.32    | 0.03%         | 0.00%         | 0.03%         |
| Mode      | 10       | 1.21    | 0.02%         | 0.12%         | 0.12%         |
| Mode      | 11       | 1.20    | 0.01%         | 0.04%         | 0.02%         |
| Mode      | 12       | 1.20    | 0.01%         | 0.02%         | 0.08%         |
| Mode      | 13       | 1.16    | 0.00%         | 0.84%         | 0.02%         |
| Mode      | 14       | 1.15    | 0.40%         | 0.01%         | 0.27%         |
| Mode      | 15       | 1.07    | 0.00%         | 0.01%         | 1.39%         |
| Mode      | 16       | 0.99    | 0.00%         | 0.01%         | 0.76%         |
| Mode      | 17       | 0.96    | 0.00%         | 0.00%         | 1.06%         |
| Mode      | 18       | 0.94    | 0.01%         | 0.03%         | 1.28%         |
| Mode      | 19       | 0.93    | 0.00%         | 0.30%         | 0.09%         |
| Mode      | 20       | 0.93    | 0.02%         | 0.01%         | 0.01%         |
| Mode      | 21       | 0.92    | 0.13%         | 0.01%         | 0.00%         |
| Mode      | 22       | 0.91    | 0.00%         | 0.05%         | 0.48%         |
| Mode      | 23       | 0.90    | 0.00%         | 0.07%         | 0.27%         |
| Mode      | 24       | 0.89    | 0.18%         | 0.00%         | 0.01%         |
|           |          |         | <b>91.14%</b> | <b>91.23%</b> | <b>89.73%</b> |

Fuente: Propia.

### Interpretación:

En la tabla 40 se presenta el resultado de los modos de vibración del edificio analizado, donde se observa hasta 24 modos de vibración y la sumatoria excede el 90%, cumpliendo así con lo establecido en la normativa correspondiente (E.030 – 2018), donde se establece que se toma en cuenta los modos de vibración que sumados sean al menos el 90%. Pero los principales modos de vibración con mayor masa efectiva se presentan en el segundo (UX) y primer modo (UY), con valores de 80.85% y 79.81% respectivamente.

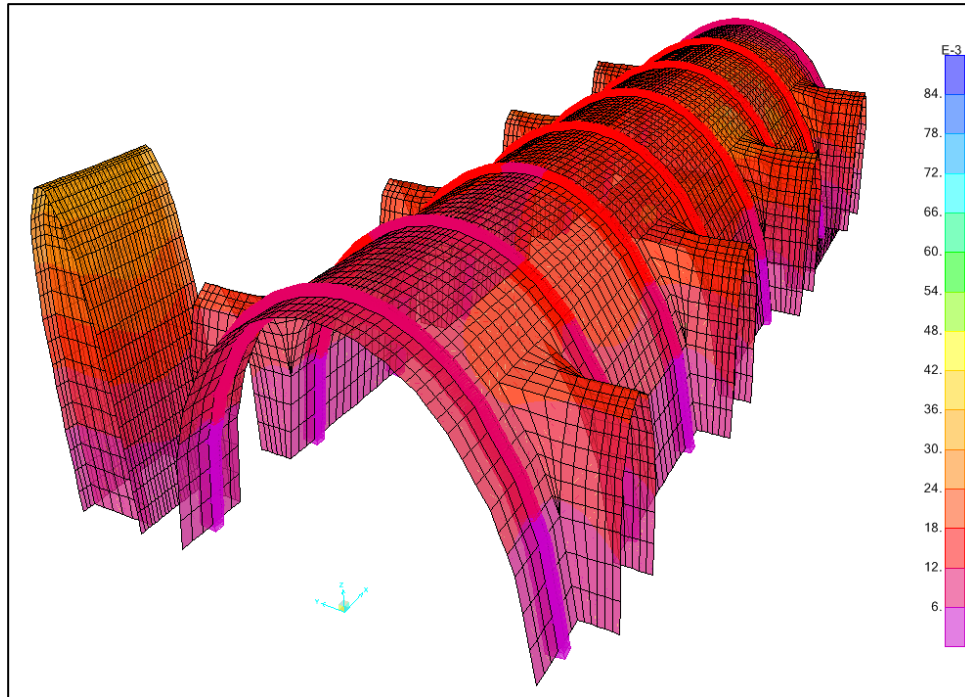


Figura 40. Desplazamientos laterales por cargas sísmicas

Tabla 41: Control de distorsiones de entrepiso de la Parroquia Santísima Trinidad

| Control de distorsiones de entrepiso |                       |                       |                       |                |                |                                 |                                 |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Piso                                 | U <sub>x</sub><br>(m) | U <sub>y</sub><br>(m) | H <sub>i</sub><br>(m) | ∅ <sub>x</sub> | ∅ <sub>y</sub> | Valoración                      |                                 |
|                                      |                       |                       |                       |                |                | ∅ <sub>x</sub> < Ψ <sub>x</sub> | ∅ <sub>y</sub> < Ψ <sub>y</sub> |
| 1                                    | 0.0167                | 0.0452                | 13.17                 | 0.0026         | 0.0071         | Conforme                        | No conforme                     |

Fuente: Propia.

### Interpretación:

En la figura 40 y tabla 41 se presentan los resultados del control de distorsiones, donde se evidencia que el desplazamiento máximo en la dirección U<sub>x</sub> es de 0.0167 m y en la dirección U<sub>y</sub> es de 0.0452 m, siendo sus distorsiones de entrepiso de 0.0026 y 0.0071 respectivamente. Verificándose que la distorsión en la dirección Y-Y es mayor al límite de 0.005 establecido en la norma vigente para albañilería, requiriéndose elementos de arriostramiento y control de desplazamientos laterales para el cumplimiento de los requisitos mínimos por distorsiones de entrepiso establecidos por la norma E.030.

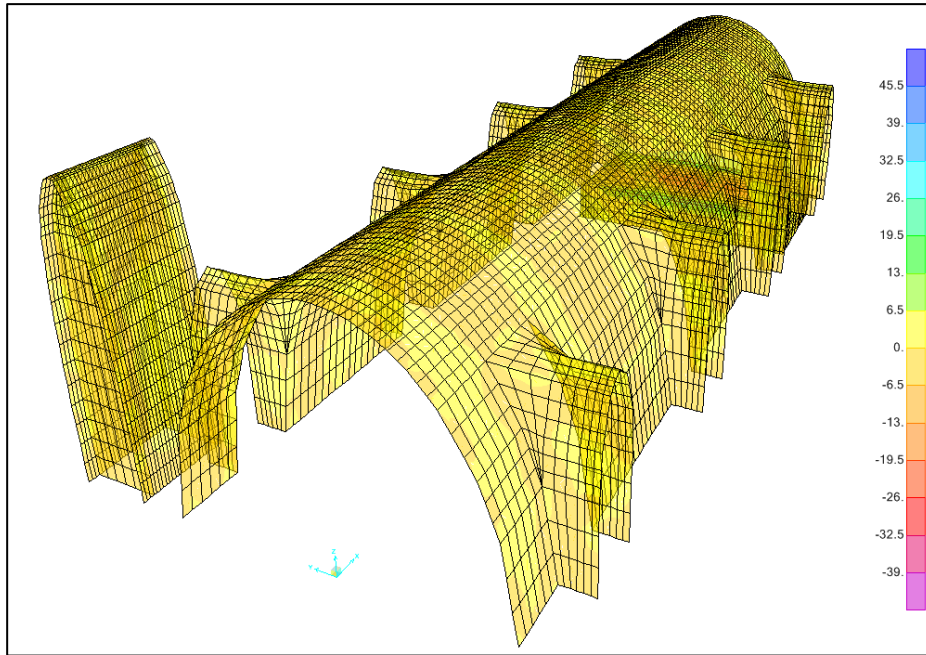


Figura 41. Diagrama de esfuerzos axiales S11 por carga de gravedad

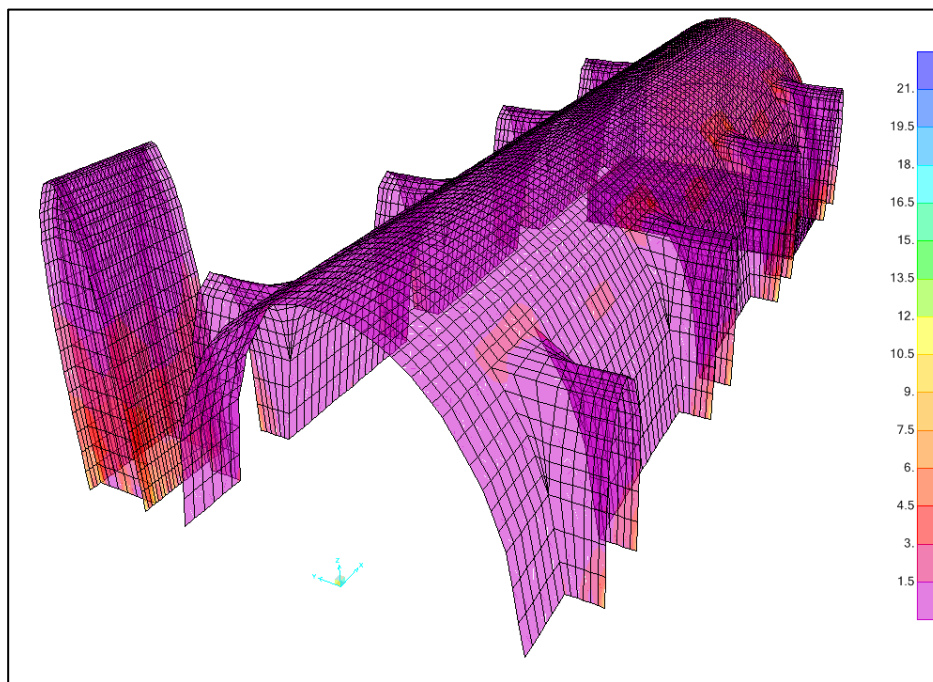


Figura 42. Diagrama de esfuerzos axiales S22 por carga de gravedad

**Interpretación:**

En la figura 41 se muestra el diagrama de esfuerzos a compresión de la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo, donde se evidencia que el esfuerzo axial máximo, en el eje local 1 es  $S11 = 59.85 \text{ kgf/cm}^2$ , siendo el admisible de máximo

de compresión de 13.63 kgf/cm<sup>2</sup> en la albañilería, verificándose que los esfuerzos se encuentran fuera de lo permisible para la dirección local de análisis S11. Del mismo modo, en la figura 42 el esfuerzo axial máximo, en el eje local 2 es S22 = 58.19 kgf/cm<sup>2</sup>, siendo el admisible de máximo de compresión de 13.63 kgf/cm<sup>2</sup> en la albañilería, verificándose que los esfuerzos se encuentran fuera de lo permisible para la dirección local de análisis S22.

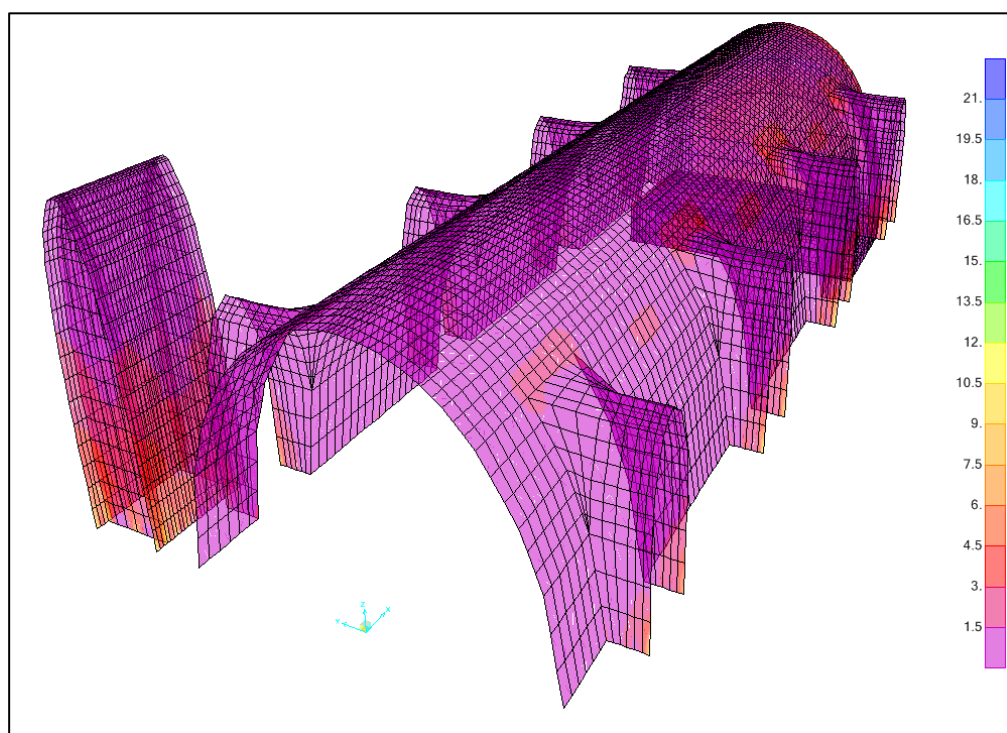

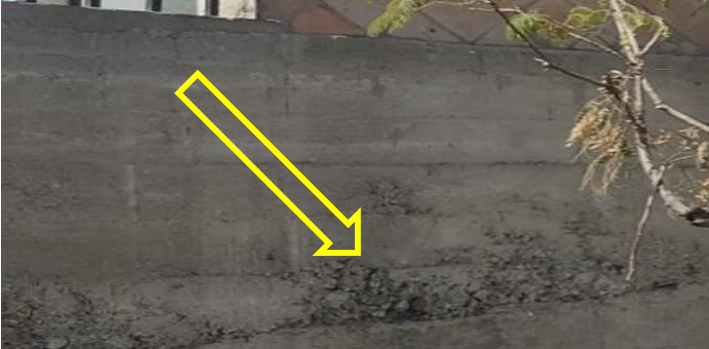
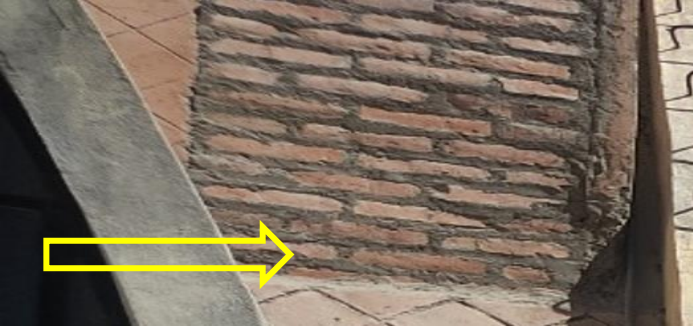


Figura 43. Diagrama de esfuerzos cortantes S22 por cargas laterales de sismo

### Interpretación:

En la figura 43 se muestra el diagrama de esfuerzos cortantes de la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo, donde se evidencia que el esfuerzo cortante en el eje local 2 es S22 = 22.05 kgf/cm<sup>2</sup>, siendo el admisible de máximo de tracción diagonal 3.76 kgf/cm<sup>2</sup> para la albañilería, verificándose que los esfuerzos actuantes son mayores a los resistentes para la dirección local de análisis S22. Requiriéndose realizar los reforzamientos y elementos de control establecidos según la normatividad vigente

Tabla 42: *Calificación de calidad de mano de obra y materiales*

| Errores y deficiencias constructivas  | Calidad             | Valoración |
|---|---------------------|------------|
| <p>Construido sin asistencia técnica, presenta segregación del concreto, cangrejeras en elementos estructurales, espesor de junta de mortero superiores a 2 centímetros, acero de refuerzo expuesto, deficiente conectividad de elementos estructurales. Construido con ladrillo artesanal y resistencia del concreto seco menores a 175 kg/cm<sup>2</sup>.</p>                             |                     |            |
| <p>Discontinuidad de elementos estructurales</p>  <p>Segregación del concreto</p>  <p>Deficiente conectividad entre elementos</p>  | <p>Mala calidad</p> | <p>3</p>   |

Fuente: Adaptado de Salazar (2018).

**Interpretación:**

En la tabla 42 se observa el criterio de calificación del indicador: calidad de mano de obra y materiales, donde se evidencia que la Parroquia de la Santísima Trinidad

fue construida con personal no calificado, porque presenta segregación del concreto en algunos de sus elementos estructurales, la conectividad entre algunos elementos es inadecuada ya que algunos tramos del muro fue construida en distintas etapas lo cual genera la denominada “juntas frías” que pondría en riesgo la estabilidad de la estructura durante un suceso sísmico. Por otro lado, la calidad de materiales es deficiente, tal como se demostró en el ensayo de la resistencia del concreto, donde se obtuvo resultados inferiores a 175 kg/cm<sup>2</sup>, además, la unidad de albañilería es el ladrillo tipo King Kong de fabricación artesanal, los cuales tienen una resistencia a compresión diagonal (V'm) 3.76 kg/cm<sup>2</sup> y resistencia a la compresión axial (f'm) de 13.62 kg/cm<sup>2</sup>, estos valores son considerablemente inferiores a lo establecido en la Norma E.070.

| <b>Estado físico actual de la edificación</b>                                       |  |
|---|--|
| Grietas en muros  | Fisuras en elementos estructurales   |
|   |   |
| Elementos en estado deplorable  | Desprendimiento del recubrimiento  |
|  |  |
| <b>RESULTADOS FINAL:</b>  | <b>Pésimo estado físico</b>  |

Figura 44. *Calificación del estado de conservación de la Parroquia Santísima Trinidad*

### **Interpretación:**

En la figura 44 se presenta el resultado de la inspección visual del indicador: “estado de conservación”, donde se muestra la calificación final que es la más

crítica “estado pésimo”, debido a que la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo se encuentra en una situación de descuido, tal como se demuestra en la figura 44, donde se evidencia grietas considerables en los muros y en la cubierta, asimismo presenta fisuras en algunos componentes estructurales. Además, el recubrimiento se desprende a causa del inadecuado proceso constructivo, materiales no idóneos y los sucesos sísmicos a lo largo del tiempo.

Tabla 43: *Calificación de indicadores de vulnerabilidad de Mosqueira & Tarque*

| Comportamiento estructural (60%) |   | Calidad de materiales y mano de obra (30%) |   | Estado de conservación (10%) |   |
|----------------------------------|---|--|---|------------------------------|---|
| Adecuado                         | 1 | Buena                                      | 1 | Óptimo                       | 1 |
| Aceptable                        | 2 | Regular                                    | 2 | Aceptable                    | 2 |
| Inadecuado                       | 3 | Mala                                       | 3 | Pésimo                       | 3 |

Fuente: (Mosqueira y Tarque, 2005).

$$V_s = (3 \times 0.6) + (3 \times 0.3) + (3 \times 0.1)$$

$$V_s = 3.0$$

Tabla 44: *Vulnerabilidad de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo*

| Rangos    | Vulnerabilidad |
|-----------|----------------|
| 1 a 1.4   | Baja           |
| 1.5 a 2.1 | Media          |
| 2.2 a 3.0 | Alta           |

Fuente: (Mosqueira y Tarque 2005).

### Interpretación:

En la tabla 43 se observa el resumen de calificaciones de los indicadores de la vulnerabilidad del método de Mosqueira & Tarque, donde se evidencia que el comportamiento estructural de la edificación es inadecuado porque las derivas exceden el 0.005 establecido en la norma, asimismo, el esfuerzo actuante es mayor al resistente. Por otro lado, las características constructivas son deficientes y el estado de conservación es grave. Por lo tanto, la vulnerabilidad tiene un valor de 3, lo que indica que la Parroquia Santísima Trinidad está en situación de alta vulnerabilidad (ver tabla 44).

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo específico 1:** Determinar la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método de Benedetti y Petrini de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022

**Casas y Salas**, en su investigación que tuvo como primer objetivo específico: estimar la vulnerabilidad de la Basílica San Francisco a través del método italiano (Benedetti y Petrini), donde concluyen que la mencionada estructura presenta un  $I_v$  de 196.25, lo que significa que es medianamente vulnerable a los sismos (ver tabla 45).

Tabla 45: *Vulnerabilidad de la Basílica de san Francisco por el método italiano*

| Indicadores                         | Clase                | Ki | Wi   | Ki*Wi |
|-------------------------------------|----------------------|----|------|-------|
| Organización del sistema resistente | C                    | 20 | 1.0  | 20.0  |
| Resistencia convencional            | D                    | 45 | 1.5  | 67.5  |
| Configuración en elevación          | C                    | 25 | 1.0  | 25.0  |
| Componentes no estructurales        | C                    | 25 | 0.25 | 6.25  |
| Estado de conservación              | D                    | 45 | 1.0  | 45.0  |
| $I_v = 196.25$                      | Vulnerabilidad media |    |      |       |

**Fuente:** Casas y Salas (2022).

En el caso del presente estudio, empleando el método italiano (Benedetti & Petrini), el Índice de vulnerabilidad es de 253.75 (ver tabla 46), lo que quiere decir que la Parroquia de la Santísima Trinidad es muy vulnerable a sismos de la zona.

Tabla 46: *Vulnerabilidad de la Parroquia Santísima Trinidad por el método italiano*

| Indicadores                  | Clase          | Ki | Wi   | Ki*Wi |
|------------------------------|----------------|----|------|-------|
| Resistencia convencional     | D              | 45 | 1.5  | 67.5  |
| Diafragmas horizontales      | D              | 45 | 1.0  | 45.0  |
| Configuración en planta      | D              | 45 | 0.50 | 22.5  |
| Separación entre muros       | D              | 45 | 0.25 | 11.25 |
| Componentes no estructurales | D              | 45 | 0.25 | 11.25 |
| Estado de conservación       | D              | 45 | 1.0  | 45.0  |
| $I_v = 253.75$               | Muy vulnerable |    |      |       |

**Fuente:** Propia.



Debido a la vulnerabilidad media que presenta la estructura evaluada por Casas & Salas y la vulnerabilidad muy alta que presenta la estructura evaluada en la presente investigación, se afirma que existe discrepancia en estos resultados finales. No obstante, en la tabla 45, los autores demuestran que los indicadores más influyentes en el incremento de la vulnerabilidad son: organización del sistema resistente, resistencia convencional, configuración en elevación, componentes no estructurales y el estado de conservación. Asimismo, en el presente estudio, los indicadores que más influyen son: la resistencia convencional, diafragmas horizontales, la forma en planta, distancia máxima entre muros, componentes no estructurales y el estado de conservación (ver tabla 46). En ese sentido, a nivel de indicadores se afirma que existe similitud, ya que en estos indicadores en ambos casos se tienen clasificaciones que van de “crítica (C) a muy crítica (D)”. Esta similitud de resultados, se debe a que ambas infraestructuras fueron concebidas con la misma finalidad, sin embargo, fueron construidas en distintas épocas, con distintos materiales y aforos diferentes. En ese sentido, la vulnerabilidad media de la Basílica de San Francisco se debe a la estabilidad que proporcionan sus muros que cuentan con un espesor promedio de 1.94 metros, la ligereza de sus materiales (sillar) y su configuración geométrica en planta, frente a la estructura esbelta, muros débiles (espesor de 25 cm) y el deplorable estado de conservación que presenta la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo.

**Objetivo específico 2:** Determinar la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método FEMA – 154 de la parroquia Santísima Trinidad de Tingo - Arequipa, 2022 Álvarez y Pulgar, en su investigación manifiestan que su segundo objetivo específico fue “obtener la vulnerabilidad a la peligrosidad sísmica aplicando el método FEMA 154 en los colegios nacionales del nivel básico regular del distrito de Villa María del Triunfo en Lima”, donde infieren que el 60% de las edificaciones esenciales son vulnerables a los sismos severos de esta zona. Además, los autores mencionan que algunos indicadores o modificadores del método influyen, dependiendo del tipo de sistema estructural de la edificación y el año en que

fueron construidos, por lo que los puntajes obtenidos fueron menores a 2, tal como se muestra en la tabla 47.

Tabla 47: Vulnerabilidad de los colegios por el método FEMA 154

| Tipo de edificación            | W1             | C1             | C3             |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Puntuación Básica              | 4,40           | 2,5            | 1,60           |
| <b>Modificadores</b>           | <b>Puntaje</b> | <b>Puntaje</b> | <b>Puntaje</b> |
| Altura mediana (4 a 7 niveles) | N/A            | +0,4           | +0,2           |
| Pre - código                   | N/A            | -1,2           | -0,2           |
| Post - código                  | +2.4           | +1.4           |                |
| Suelo "C"                      | N/A            | -0,4           | -0,4           |
| Suelo "D"                      | N/A            | -0,6           | -0,4           |
| Suelo "E"                      | 0,2            | -0,8           | -0,8           |
| Puntuación final               | 4.6            | 3.3            | 0.6            |
| Resultado:                     | Baja           | Baja           | Alta           |

Fuente: Álvarez y Pulgar (2019).

En la presente investigación, empleando el Método estadounidense de verificación visual rápida de la vulnerabilidad FEMA 154, la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo presenta un grado de vulnerabilidad alta, debido a que el valor "S" es menor a 2 (ver tabla 48).

Tabla 48: Vulnerabilidad de la Parroquia Santísima Trinidad por el método FEMA 154

| Tipo de edificación    |                                | C3 URM INF          |
|------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Puntuación Básica      |                                | 1,60                |
| <b>N°</b>              | <b>Modificadores</b>           | <b>Puntaje</b>      |
| 01                     | Altura mediana (4 a 7 niveles) | +0,2                |
| 05                     | Pre - código                   | -0,2                |
| 07                     | Suelo "C"                      | -0,4                |
| 08                     | Suelo "D"                      | -0,4                |
| 09                     | Suelo "E"                      | -0,8                |
| Puntuación final       |                                | 1.2                 |
| Resultado: $1.2 < 2.0$ |                                | Vulnerabilidad alta |

Fuente: Propia.

Para Álvarez y Pulgar, las edificaciones con sistemas estructurales "W1" y "C1" (estructuras de madera y estructuras aporricadas respectivamente) que representan el 40% del total, presentan vulnerabilidad baja y solo sufrirían daños

ligeros durante un sismo severo, sin embargo, las edificaciones con sistema estructural del tipo “C3” (estructuras de concreto y relleno de albañilería no reforzada) que son el 60% son muy vulnerables, por lo que sufrirían daños moderados a graves y no seguirían cumpliendo la función para la cual fueron diseñadas. Este resultado final coincide con lo hallado en el presente estudio, ya que la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo cuenta con un puntaje final de 1.2, el cual es menor a 2 y se le cataloga como una edificación con alta vulnerabilidad, además es una estructura del tipo “C3” debido a que cuenta con elementos de concreto como columnas, vigas de amarre y sus muros están conformados por unidades de albañilería sin reforzar. Por otro lado, en ambos estudios se comprueba que el tipo de suelo donde se encuentran cimentadas las edificaciones y la construcción sin lineamientos de una norma sismorresistente adecuada para estas zonas influyen en el incremento de la vulnerabilidad.

**Objetivo específico 3:** Determinar la vulnerabilidad estructural evaluada por el Método de Mosqueira y Tarque de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022

Díaz, en su tesis de maestría que tuvo como segundo objetivo específico: “hallar la vulnerabilidad al peligro sísmico de la iglesia Belén de Cajamarca aplicando el método cuantitativo – analítico de Mosqueira y Tarque. Concluye que la estructura en mención presenta una vulnerabilidad alta (ver tabla 49) y que los esfuerzos cortantes y los desplazamientos son los que tienen calificación más crítica (ver figura 45).

Tabla 49: *Resumen de calificaciones de vulnerabilidad de la Iglesia Belén*

| Comportamiento estructural |  |                |  |                         | Calidad de materiales y mano de obra |         | Estado de conservación |            |  |
|----------------------------|--|----------------|--|-------------------------|--------------------------------------|---------|------------------------|------------|--|
| Esfuerzos cortantes        |  | Desplazamiento |  | Esfuerzos de compresión |                                      |         |                        |            |  |
| Adecuada                   |  | Adecuada       |  | Adecuada                |                                      | Buena   |                        | Adecuada   |  |
| Aceptable                  |  | Aceptable      |  | Aceptable               |                                      | Regular |                        | Aceptable  |  |
| Inadecuada                 |  | Inadecuada     |  | Inadecuada              |                                      | Mala    |                        | Inadecuada |  |
| RESULTADO FINAL            |  |                |  |                         | VULNERABILIDAD ALTA                  |         |                        |            |  |

**Fuente:** Díaz (2019).

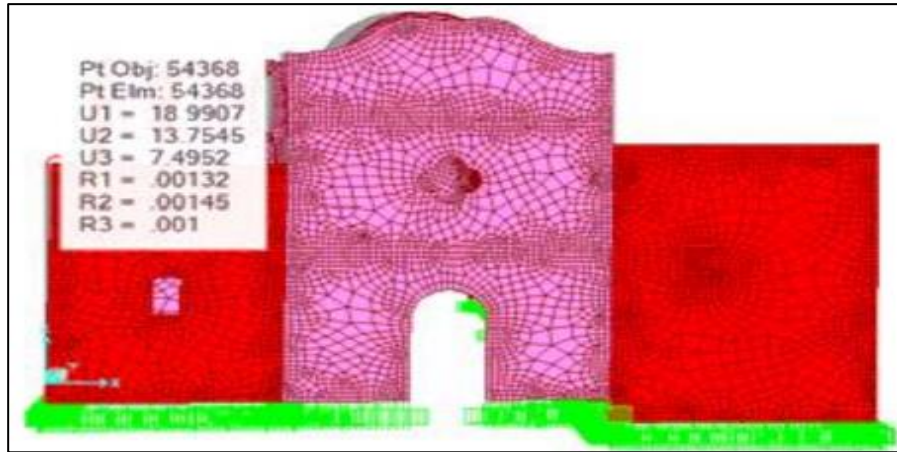


Figura 45. Desplazamientos debido al sismo de la Iglesia Belén

Con respecto a este tercer objetivo específico, aplicando el método cuantitativo de Mosqueira & Tarque, se obtuvo un valor final de 3.0. Este valor indica que la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo presenta una vulnerabilidad alta a los sismos severos de la zona, el indicador “comportamiento estructural” es el que más influye en el incremento de su grado de vulnerabilidad, tal como se evidencia en la tabla 50 y la figura 46.

Tabla 50: Indicadores más influyentes de la vulnerabilidad – Mosqueira & Tarque

| Comportamiento estructural (60%) |   | Calidad de materiales y mano de obra (30%) |   | Estado de conservación (10%) |   |
|----------------------------------|---|--|---|------------------------------|---|
| Adecuado                         | 1 | Buena                                      | 1 | Optimo                       | 1 |
| Aceptable                        | 2 | Regular                                    | 2 | Aceptable                    | 2 |
| Inadecuado                       | 3 | Mala                                       | 3 | Pésimo                       | 3 |

Fuente: Propia.

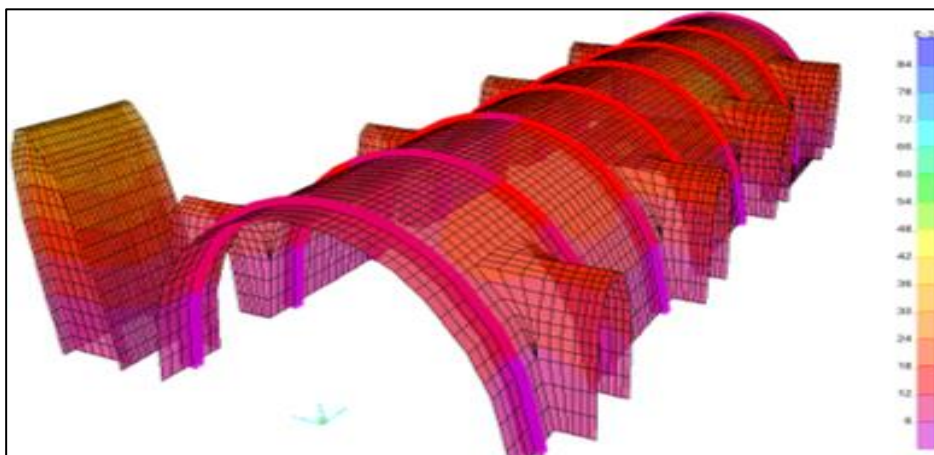


Figura 46. Desplazamientos debido al sismo de la Parroquia de la Santísima Trinidad

Analizando lo hallado por Díaz, los esfuerzos cortantes y los desplazamientos son los indicadores que más influyen en la vulnerabilidad alta de la Iglesia Belén, puesto que el esfuerzo actuante máximo en la dirección "X" tiene un valor de 9.68 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, los desplazamientos están en el orden de 13.75 a 19.99 milímetros, estos resultados exceden los valores admisibles. Por otro lado, los indicadores: calidad constructiva y estado de conservación califican como "aceptables", aun así, el resultado final es el más crítico. Estos resultados guardan cierta similitud con los resultados de la evaluación cuantitativa de la Parroquia de la Santísima Trinidad, ya que según la tabla 50, los 3 indicadores tienen calificación crítica, no obstante, el indicador "comportamiento estructural" es el que influye significativamente en la alta vulnerabilidad de la mencionada estructura, por la razón de que el esfuerzo cortante máximo es de 22.05 kgf/cm<sup>2</sup>, lo cual es mayor al esfuerzo admisible que es de 3.76 kgf/cm<sup>2</sup>. Asimismo, el desplazamiento máximo es de 0.0452 m y una deriva de 0.0071 en la dirección "Y", este valor es superior a lo establecido en la Norma E.030, donde se indica que la distorsión no debe exceder a 0.005. Esta coincidencia se debe a que en ambos casos se emplea el método cuantitativo de Mosqueira y Tarque, el cual permite determinar de forma precisa la vulnerabilidad estructural de este tipo de edificaciones.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó la vulnerabilidad al peligro sísmico mediante métodos convencionales de evaluación, en la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo en el distrito de Jacobo Hunter de la provincia de Arequipa. Aplicando los Métodos de condición cualitativa propuestos por Benedetti & Petrini y FEMA 154, la estructura evaluada presenta una vulnerabilidad alta a los sismos y en el caso del método cuantitativo planteado por Mosqueira y Tarque, la vulnerabilidad estructural es alta, sobre todo en los muros y en la bóveda principal. En ese sentido, se concluye que las tres metodologías de evaluación de vulnerabilidad en construcciones ya existentes concuerdan que la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo está en situación de alta vulnerabilidad.
2. Con respecto al método de evaluación de la vulnerabilidad propuesto por Benedetti y Petrini, el Índice de vulnerabilidad tiene un valor de 253.75, lo que quiere decir que la edificación es muy vulnerable a sismos severos de la zona. Por otro lado, los indicadores que más influyen son: la resistencia convencional, diafragmas horizontales, la forma en planta y el estado de conservación, ya que se tienen clasificaciones muy críticas (D)", con pesos ponderados de 0.5 a 1.75. Por lo que se concluye que el método, es confiable para evaluar este tipo de estructuras, porque su resultado concuerda con la impresión a primera vista de la mencionada estructura.
3. En relación al estudio de la vulnerabilidad aplicando el Método estadounidense Fema-154, se concluye que la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo cuenta con un puntaje final de 1.2, el cual es menor a 2 y se le cataloga como una edificación con alta vulnerabilidad, además es una estructura del tipo "C3" debido a que cuenta con elementos de concreto como columnas, vigas de amarre y sus muros están conformados por unidades de albañilería sin reforzar. Los indicadores que inciden en el incremento de la vulnerabilidad es el tipo de suelo (intermedio) donde se encuentra cimentadas la edificación y la construcción sin lineamientos de una norma sismorresistente, ya que fue construida en 1947.

4. Aplicando el método cuantitativo de Mosqueira & Tarque, se obtuvo un valor final de 3.0. Este valor indica que la Parroquia de la Santísima Trinidad de Tingo presenta una vulnerabilidad alta a los sismos severos, por lo que podría ser dañada de forma grave en sus muros y en su cubierta. El indicador “comportamiento estructural” es el que más influye en el incremento de su grado de vulnerabilidad, por la razón de que el esfuerzo cortante máximo es de 22.05 kgf/cm<sup>2</sup>, lo cual es mayor al esfuerzo admisible que es de 3.76 kgf/cm<sup>2</sup>. Asimismo, el desplazamiento máximo es de 0.0452 metros y una deriva de 0.0071 en la dirección “Y”, este valor es superior a lo establecido en la Norma E.030, donde establece que la distorsión no debe sobrepasar el 0.005. Por lo que se concluye que el método cuantitativo permite determinar de forma precisa la vulnerabilidad estructural de este tipo de edificaciones.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Conforme a los resultados y conclusiones, se recomienda a las entidades pertinentes a fomentar estudios de la vulnerabilidad a los sismos aplicando métodos convencionales a todas las infraestructuras destinadas al culto religioso, sobre todo aquellas que están ubicadas en distritos o suburbios alejados de la zona céntrica de la ciudad de Arequipa. Solo así se contará con una base de informaciones sobre la situación física en la que se encuentran dichas edificaciones importantes y poder tomar acciones que permitan garantizar su funcionalidad y salvaguardar la integridad física de los fieles o asistentes.
2. Para emplear los métodos de Benedetti & Petrini y FEMA 154 en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de este tipo de edificios, se recomienda considerar a dichos métodos como una “pre evaluación” de la vulnerabilidad, puesto que son métodos de carácter cualitativo, subjetivos y dependerá en gran medida de la pericia del evaluador.
3. Por lo afirmado en la segunda recomendación, para determinar la vulnerabilidad sísmica considerar preferiblemente el método cuantitativo o analítico basado en modelos numéricos como “Elementos Finitos” empleando un software estructural y de esta manera determinar de forma precisa los elementos más vulnerables a fallar ante un suceso sísmico.
4. Con respecto al análisis de la calidad de materiales empleados en la construcción, se recomienda efectuar muestreos o extraer muestras directamente de la estructura evaluada, tales como extracción de testigos con diamantina y la extracción de unidades de albañilería para un análisis más real, ya que a causa del paso del tiempo dichos materiales pudieron haber sufrido fatiga y desgaste sistemático, por lo que los resultados podrían ser más críticos.
5. Finalmente, se recomienda a los encargados de la Parroquia de La Santísima Trinidad de Tingo, efectuar intervenciones inmediatas a la estructura a nivel de mantenimiento preventivo, así mismo se recomienda realizar posibles reforzamientos con la asistencia de un profesional capacitado.



## REFERENCIAS

- AGUILAR, J., GONZALEZ HERRERA, R., JUÁREZ, V. y DÍAZ, M., 2020. Comportamiento de templos coloniales en el sismo del 7 de septiembre de 2017 en Chiapas. *Revista de Ingeniería Sísmica* [en línea], pp. 26. DOI 10.18867/ris.102.502.
- ALVAREZ, J. y PULGAR, X., 2019. Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de Vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales [en línea]. S.l.: Tesis de Licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- BARNAURE, M., COMAN, M. y MARCU, D., 2019. Sismic vulnerabiliti of historic orthodox churchs in Romany: numerical modeling & retroft solution. *IOP Conference Serie: Material Sience and Engineering*, vol. 586, pp. 12024. DOI 10.1088/1757-899X/586/1/012024
- BARRANTES, R., 2013. Investigación: un camino al conocimiento [en línea]. S.l.: Ágora: Serie Estudios. ISBN 978-9968-31-984-3.
- BAYLON, M., GONZALES, J., NACES, M. y RAMOS, S., 2020. Sismic vulnerability assesment of st. Mary Magdalene church. s.l.: s.n.
- BENEDETTI, D. y PETRINI, V., 1984. Sulla vulnerabilytá sismica di edify in muratora i proposete di un método di valutacione. *L'industria de lle Construcioni*, pp. 66-74.
- CAJACHAGUA, G., 2019. Evaluación del riesgo sísmico de las viviendas existentes de adobe mediante el índice de Benedetti – Petrini de la zona urbana del distrito de Huariaca, Provincia y Región de Pasco 2019. Cerro de Pasco, Perú: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- CAMERON, C., 2017. ¿Hay que reconstruir el patrimonio cultural? UNESCO [en línea]. [Consulta: 18 noviembre 2021]. Disponible en: <https://es.unesco.org/courier/2017-julio-septiembre/hay-que-reconstruir-patrimonio-cultural>
- CAMPOS, J., 2022. El patrimonio religioso del Perú, más allá de las declaraciones. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense* [en línea], pp. 30. DOI <https://doi.org/10.54571/ajee.525>
- CÁRDENAS, L., 2008. Análisis de la Vulnerabilidad Estructural del Hotel Comercio. Lima, Perú: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma.
- CARDENAS, O., FARFAN, A. y HUACO, G., 2020. Sismic Risk Assesment of Peruvian Public School Buildings Using FEMA P-154 Rapid Visual Screening. *Innovación y Tendencias en Ingeniería* [en línea], vol. 1, pp. 1-5. DOI 10.1109/CONITI51147.2020.9240369
- CARRIÓN, J., 2017. Análisis de vulnerabilidad sísmica de la Iglesia «Nuestra Señora de la Merced», ubicada en el Centro Histórico de la ciudad de Quito [en línea]. Quito, Ecuador: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Las Fuerzas Armadas.
- CASAS, R. y JHON, S., 2022. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el reforzamiento estructural de Monumentos Históricos de la Basílica y Convento de San Francisco, Arequipa - 2022” [en línea]. S.l.: Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo.
- CASTRO, F., 2003. El proyecto de investigación y su esquema de elaboración [en

- línea]. Segunda. Carcasa: Uyapar. ISBN 980-6629-00-0.
- CHARAJA, F., 2011. El MAPIC en la Metodología de Investigación Científica. Segunda Ed. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- DÍAZ, Y., 2019. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la iglesia Belén de la ciudad de Cajamarca - 2017. S.I.: Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca.
- E.030, N., 2018. Diseño sismoresistente. 2018. Perú: s.n.
- FIGUEROA, C., 2019. Vulnerabilidad sísmica en Iglesias mexicanas, caso de estudio: Templo de Santa Lucía, Chiapas - México. Morelia, México: Tesis de magister, Universidad Michoacana.
- FIGUEROA, C., JARA, J. y PACHECO, M., 2019. La aproximación de una evaluación analítica a un efecto sísmico real: el caso del templo de Santa Lucía, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. Intervención (Méx. DF), vol. 10, pp. 37-46. DOI <https://doi.org/10.30763/intervencion.2019.20.218>.
- GONZALEZ, G., 2020. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del patrimonio cultural chileno: estudio de iglesias patrimoniales de Valparaíso. Santiago de Chile, Chile: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Chile.
- HADZIMA-NYARKO, M., PAVICA, G. y LESIC, M., 2017. Sismic vulnerability of antique confined masonry building in Osijek, Croatia. Earthquakes & Structure, vol. 11, no. 4, pp. 629-648. DOI 10.12989/EAS.2016.11.4.629
- HERNÁNDEZ, R., 2014. Metodología de la investigación. Sexta Edic. México D.F.: MCGRAW-HILL. ISBN 978-1-4562-2396-0.
- HURTADO, J., 2010. Metodología de la investigación: Guía para la comprensión holística de la ciencia [en línea]. Cuarta. Caracas: Quirón Ediciones. ISBN 54820100011105
- JABBAR, A., 2019. Finite Element Methods. Project: mathematic, vol. 2, pp. 1-13. [https://www.researchgate.net/publication/333784183\\_The\\_Finite\\_Element\\_Method](https://www.researchgate.net/publication/333784183_The_Finite_Element_Method).
- KASSEM, M., NAZRI, F. y FARSANGI, E., 2019. Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete building based in non linear parametric analysis. Method, vol. 6, pp. 199-211. DOI 10.1016/j.mex.2019.01.006
- LEE, Y., GRAF, W., THIEL, C., HU, Z. y ELLIS, M., 2021. Seismic risk assessments for real estate portfolios: Impact engineer investigations on qualities of seismic risk studies. Earthquake Spectral, pp. 178-199. DOI 10.1177/87552930211042907
- MAHMUD, M.R., ALI, S. y BHUIYAN, A., 2018. Seismic vulnerability assessment of primary school building at Chitagong city, Bangladesh using FEMA 154. S.I.: s.n. [https://www.researchgate.net/publication/331035030\\_](https://www.researchgate.net/publication/331035030_)
- MALDONADO, J. y NOBOA, J., 2021. Seismic Vulnerability Due to Construction Defects. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea], vol. 1203, pp. 321-335. DOI 10.1088/1757-899X/1203/3/032125
- MONTERO, M., 2018. Análisis y verificación de la propuesta de reforzamiento estructural de la Catedral La Dolorosa de Manta [en línea]: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de las Fuerzas Armadas. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/14601>.
- MONTESINOS, E., 2019. Perú: Una revisión de los sismos más intensos en los últimos 60 años. CONVOCA [en línea]. Disponible en:

- <https://convoca.pe/agenda-propia/peru-una-revision-de-los-sismos-mas-intensos-en-los-ultimos-60-anos>.
- MOSQUEIRA, M. y TARQUE, S., 2005. Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana [en línea]. Lima, Perú: Tesis de Magíster en Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- MUÑOZ, D., 1989. Conceptos básicos en riesgo sísmico. Física de la tierra, vol. 1, pp. 199-216.
- ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J. y ROMERO, H., 2018. Metodología de la Investigación: Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de Tesis [en línea]. 5a. Bogotá: Ediciones de la U. ISBN 978-958-762-876-0
- NAVAEE, S. y KANG, J., 2016. Enhancement of a finite element analysis course for structural engineering. Computer in Education Journal, vol. 16, pp. 11-24.
- NIKOLIĆ, Ž., LUKA, R., OSTOJIĆ, N. y BENVENUTI, E., 2021. Seismic Vulnerability Assessment of Historic Masonry Building in Croatia Coastal. Applied Science, vol. 11, no. 13. DOI 10.3390/app11135997
- PALELLA, S. y MARTINS, F., 2012. Metodología de investigación cuantitativa [en línea]. Caracas: s.n. ISBN 980-273-445-4
- PAREDES, R. y CHACÓN, L., 2017. Evaluación de la calidad constructiva y análisis de la vulnerabilidad sísmica, de viviendas edificadas sin asesoramiento técnico en el distrito de Yarabamba [en línea]. Arequipa, Perú: [Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad Católica de Santa María].
- PATIWAEEL, P., GROOTE, P. y VANCLAY, F., 2018. Improving heritage impacts assessment: in analytic critique of I.C.O.M.O.S. guideline. International Journal of Heritage Studies, vol. 25, pp. 1-15. DOI 10.1080/13527258.2018.1477057
- PERALTA, P., 2017. Los defectos de los desastres naturales en la producción vitivinícola de Moquegua y Arequipa (1600 - 1868) [en línea]. Arequipa, Perú: Tesis de Licenciatura en Historia, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- POURMOHAMMAD, F., ZARE, M. y AKASHEH, B., 2021. Sismic hazard & seismicity parameter in southwest Alborz. Nexo Journal, vol. 34, pp. 661-670. DOI 10.5377/nexo.v34i02.11550
- RAZAK, J., RAMBAT, S., CHE ROS, F., SHI, Z. y MAZLAN, S., 2021. Sismic Vulnerability Assessment in Ranau, Sabah, Using 2 Different Models. International Journals of Geo-Information, vol. 10, pp. 271. DOI 10.3390/ijgi10050271
- SALAZAR, E., 2018. Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús. Cajamarca, Perú: Tesis de Maestría en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca.
- SÁNCHEZ, M., 2013. Vulnerabilidad sísmica de construcciones patrimoniales históricas de mampostería en Chile: Aplicación a los Torreones españoles de Valdivia [en línea]. Valdivia, Chile: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad Austral de Chile.
- SHABANI, A., ALINEJAD, A., TEYMOURI, M., COSTA, A., SHABANI, M. y KIOUMARSI, M., 2021. Sismic Vulnerability Assessment & Strengthening of Heritage Timber Building: An Review. Building, vol. 11, pp. 661. DOI 10.3390/buildings11120661.
- SILGADO, E., 1978. Historia de los Sismos más notables ocurridos en el Perú. Lima: Instituto de Geología y Minería.

- STONE, H., 2017. Exposur & vulnerabiliti for sismic risks evaluation. London: Tesis de Doctor en Ingeniería, College London. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/195303448.pdf>.
- TAVERA, H., 2014. Zonificación sísmica - geotécnica de la ciudad de Arequipa - Cercado [en línea]. Lima: Instituto Geofísico del Perú. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12816/1327>.
- TISCHER, H., 2012. Rapid sismic vulnerabiliti assesment of schools building in Québec: Tesis de Doctor en Ingeniería Civil, McGill University.
- TUESTA, C., JIMÉNEZ, M. y JAUREGUI, G., 2021. Vulnerabilidad sísmica estructural de instituciones educativas públicas, aplicando el método de benedetti-petrini. Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería [en línea], vol. 4, pp. 57. DOI 10.25127/ucni.v4i2.728
- UĞUR, A., MEHMET, C. y GÜLÇAĞ, A., 2015. Sismic Risk Assesment Methods for Existing Buildings Stocks in Urbans Areas. Procedian Engineering, vol. 118, pp. 1242-1249. DOI 10.1016/j.proeng.2015.08.476
- ULLAH, S., IRSHAD, M., AHMAD, I. y MAQSOOM, A., 2019. Sismic vulnerabiliti assesment of buildings stocks of Malakands (Pakistan) using FEMA P-154 method. SN Aplied Sciences, pp. 14. DOI (<https://doi.org/10.1007/s42452-019-1681-z>).
- WU, Y., MENG, B., WANG, L. y QIN, G., 2020. Sismic vulnerabiliti analysis of bured polyetylene pipelines based in finites elements method. International Journal of Presure Vessel & Pipings, vol. 187, pp. 104167. DOI 10.1016/j.ijpvp.2020.104167.
- YSLA, F., 2018. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas del sector San Gabriel Alto Distrito Villa María del Triunfo Lima, Perú: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo.
- ZAMORA CEDEÑO, G.M. y AGUIRRE ULLAURI, M. del C., 2020. Consideraciones sobre vulnerabilidad del patrimonio arquitectonico. Estudio de caso: Iglesia de El Sagrario, Cuenca, Ecuador. Intervención, vol. 1, no. 21 SE-Investigación, pp. 257-327. DOI 10.30763/Intervencion.229.v1n21.08.2020
- ZHANG, Y., ROMANELLI, F., VACCARI, F., PERESAN, A., JIANG, C., WU, Z., GAO, S., KOSSOBOKOV, V. y PANZA, G., 2021. Sismic hazard map based in Neo - deterministic Sismics Hazards Assesments for China Sismic Experimentals Sites & adjacents areas. Engineering Geological, vol. 291, pp. 106208. DOI 10.1016/j.enggeo.2021.106208
- ZIZI, M., CORLITO, V., LOURENCO, P. y DE MATTEIS, G., 2021. Sismic vulnerabiliti of masonries churchs in Abruzzi regions, Italy. Structure, vol. 32, pp. 662-680. DOI 10.1016/j.istruc.2021.03.013.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de consistencia

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Anexo 3. Certificados de ensayos

Anexo 4. Certificado de validación de instrumentos

Anexo 5. Validación del análisis sísmico con el Software SAP2000

Anexo 6. Resumen de resultados de los antecedentes

Anexo 7. Procedimientos

Anexo 8. Reporte de Turnitin

Anexo 9. Normativa

Anexo 10. Solicitud para la inspección de la parroquia

Anexo 11. Panel fotográfico

Anexo 12. Mapa y planos

## ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO:** “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales en la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo - Arequipa – 2022”

**AUTOR:** Br. Terrazos Molina Randy Josué

| PROBLEMA  | OBJETIVOS   | HIPÓTESIS   | VARIABLES                    |  | DIMENSIONES                                    | INDICADORES                       | INSTRUMENTOS                                   |
|---|---|---|------------------------------|--|--|-----------------------------------|--|
| <b>Problema General:</b>  | <b>Objetivo General:</b>  | <b>Hipótesis General:</b>   | <b>INDEPEND.</b>             | Métodos convencionales de evaluación     | Método de Benedetti y Petrini                  | Indicadores estructurales         | Fichas de observación                          |
| ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica evaluada por métodos convencionales de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022?     | Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica evaluada por métodos convencionales de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022    | El grado de vulnerabilidad sísmica evaluada por métodos convencionales de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022 es alta e insegura      |                              |  |  | Indicadores geométricos           | Formatos de estudio de suelos                  |
|   |   |   |                              |  |  | Indicadores no estructurales      | Formato de ensayo de resistencia de materiales |
| <b>Problemas Específicos:</b>   | <b>Objetivos Específicos:</b>   | <b>Hipótesis Específicos:</b>   |                              |  | Método FEMA 154                                | Zona sísmica                      | Fichas de observación                          |
| ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método de Benedetti y Petrini de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022?    | Determinar la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método de Benedetti y Petrini de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022   | La vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método de Benedetti y Petrini de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022 es media               |                              |  |  | Tipo de suelo                     | Formatos de estudio de suelos                  |
|   |   |   |                              |  |  | Sistema estructural               | Formato de ensayo de resistencia de materiales |
|   |   |   | Modificadores                |  |  |                                   |  |
| ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método FEMA – 154 de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022?                | Estimar la vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método FEMA – 154 de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022                  | La vulnerabilidad sísmica evaluada por el Método FEMA – 154 de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022 es alta                            | Método de Mosqueira y Tarque | Comportamiento estructural               | Fichas de observación                          |                                   |  |
|   |   |   |                              | Calidad de materiales y mano de obra     | Formatos de estudio de suelos                  |                                   |  |
|   |   |   |                              | Estado de conservación                   | Formato de ensayo de resistencia de materiales |                                   |  |
| ¿Cuál es la vulnerabilidad estructural evaluada por el Método de Mosqueira y Tarque de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022? | Precisar la vulnerabilidad estructural evaluada por el Método de Mosqueira y Tarque de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022. | La vulnerabilidad estructural evaluada por el Método de Mosqueira y Tarque de la parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo - Arequipa, 2022 es alta e insegura. | <b>DEPEND.</b>               | Vulnerabilidad sísmica                   | Índice de vulnerabilidad                       | Vulnerabilidad baja, media y alta | Benedetti y Petrini                            |
|   |   |   |                              |  | Nivel de vulnerabilidad                        | Vulnerabilidad baja y alta        | FEMA 154                                       |
|   |   |   |                              |  | Vulnerabilidad estructural                     | Deriva en dirección X-X < 0.5%    | Software SAP2000                               |
|   |   |   |                              |  |  | Deriva en dirección Y-Y < 0.5%    |  |
|   |   |   |                              | Esfuerzo actuante <= Esfuerzo resistente |  |                                   |  |

## ANEXO 02. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**TITULO:** “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales en la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo - Arequipa – 2022”

**AUTOR:** Br. Terrazos Molina Randy Josué

| VARIABLES                                | DEFINICION CONCEPTUAL  | DEFINICION OPERACIONAL   | DIMENSIONES                      | INDICADORES                          | ESCALA   | METODOLOGÍA   |
|--|--|--|----------------------------------|--------------------------------------|----------|---|
| Métodos convencionales de evaluación     | Se trata de metodologías formuladas y desarrolladas por diversos autores. Según Cárdenas (2008, p.42) “estos métodos convencionales de evaluación de la vulnerabilidad, se aplican a estructuras ya existentes y están calibradas para realizar una evaluación rápida a edificaciones de forma masiva y que tienen características físicas similares | Las metodologías empleadas para el estudio de la vulnerabilidad del edificio son tres: Método de Benedetti y Petrini, el cual fue propuesto y desarrollado por los ingenieros italianos en mención, el segundo es el Método FEMA 154 desarrollado por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de Estados Unidos, y finalmente el tercer método es el propuesto por los ingenieros Mosqueira y Tarque | Método Benedetti y Petrini       | Indicadores estructurales            | De razón | <b>Tipo de investigación:</b> Aplicada<br><b>Nivel de investigación:</b> Descriptiva<br><b>Diseño:</b> No experimental<br><b>Enfoque:</b> Mixto<br><b>Población:</b> Parroquia Santísima Trinidad<br><b>Muestra:</b> Parroquia Santísima Trinidad |
|  |  |  |                                  | Indicadores geométricos              |          |   |
|  |  |  |                                  | Indicadores no estructurales         |          |   |
|  |  |  | Método FEMA 154                  | Zona sísmica                         | De razón |   |
|  |  |  |                                  | Tipo de suelo                        |          |   |
|  |  |  |                                  | Sistema estructural                  |          |   |
|  |  |  | Método de Mosqueira Tarque       | Modificadores                        | De razón |   |
|  |  |  |                                  | Comportamiento estructural           |          |   |
|  |  |  |                                  | Calidad de materiales y mano de obra |          |   |
|  | Estado de conservación   |  |                                  |                                      |          |   |
| Vulnerabilidad sísmica                   | La vulnerabilidad está referida al grado fragilidad de una estructura frente a una amenaza sísmica. Dicho de otro modo, es la debilidad de los componentes estructurales de una edificación ante los sismos y generalmente está condicionada por el tipo de procedimiento constructivo y la calidad d ellos materiales (Kassem 2019, p.1)            | La vulnerabilidad sísmica que presenta la Parroquia “Santísima Trinidad” de Tingo es evaluada y determinada a través de tres métodos de evaluación convencionales. Estos métodos ya descritos líneas más arriba permiten diagnosticar, determinar y categorizar el grado de vulnerabilidad que presentan estas estructuras.  | Índice de vulnerabilidad sísmica | Baja                                 | De razón | <b>Muestreo:</b> No probabilístico<br><b>Técnica:</b> Observación<br><b>Instrumentos:</b> Ficha de observación, ficha de evaluación y formato de ensayos  |
|  |  |  |                                  | Media                                |          |   |
|  |  |  |                                  | Alta                                 |          |   |
|  |  |  | Nivel de vulnerabilidad          | Baja                                 |          |   |
|  |  |  |                                  | Alta                                 |          |   |
|  |  |  | Vulnerabilidad estructural       | Deriva en dirección X-X < 0.5%       |          |   |
| Deriva en dirección Y-Y < 0.5%           |  |  |                                  |                                      |          |   |
| Esfuerzo actuante <= Esfuerzo resistente |  |  |                                  |                                      |          |   |

## ANEXO 03. CERTIFICADOS DE ENSAYOS

### Ensayo de las propiedades mecánicas del concreto y ladrillos



**MS GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

#### INFORME DE ENSAYO

ESCLEROMETRIA

NTP 339.181

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA

CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 – J. HUNTER

#### DATOS DE LA MUESTRA

|          |       |                    |             |
|----------|-------|--------------------|-------------|
| MUESTRA: | 1,2,3 | CÓDIGO DE MUESTRA: | V-1568-2022 |
| MODULO:  | --    | F. RECEPCION:      | 27/08/2022  |
|          |       | F. EMISION:        | 8/09/2022   |

#### RESULTADOS MUESTRA 01

|  |   |
|--|---|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL                             | COLUMNAS  |
| CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE.                | ROGUSO  |
| ALTURA RELATIVA N.T.                             | -- m  |
| EXPOSICIÓN AL AMBIENTE.                          | EXPUESTO  |
| EDAD   | ---   |
| ORIENTACIÓN DEL MARTILLO                         | 0 °   |
| LECTURAS (R)                                     | 28.2   27.5   27.3   27.3   26.5   28.4   24.6   28.6   28.1   28.1 |
| PROMEDIO DE LECTURAS (R)                         | 27.5  |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON RESPECTO A ( R ) | 172 kg/cm <sup>2</sup>  |



#### RESULTADOS MUESTRA 02

|  |   |
|--|---|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL                             | COLUMNAS  |
| CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE.                | ROGUSO  |
| ALTURA RELATIVA N.T.                             | -- m  |
| EXPOSICIÓN AL AMBIENTE.                          | EXPUESTO  |
| EDAD   | ---   |
| ORIENTACIÓN DEL MARTILLO                         | 0 °   |
| LECTURAS (R)                                     | 28.3   27.0   28.0   27.4   28.0   27.5   27.5   28.0   27.3   28.5 |
| PROMEDIO DE LECTURAS (R)                         | 27.8  |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON RESPECTO A ( R ) | 170 kg/cm <sup>2</sup>  |

#### RESULTADOS MUESTRA 03

|  |   |
|--|---|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL                             | COLUMNAS  |
| CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE.                | ROGUSO  |
| ALTURA RELATIVA N.T.                             | -- m  |
| EXPOSICIÓN AL AMBIENTE.                          | EXPUESTO  |
| EDAD   | ---   |
| ORIENTACIÓN DEL MARTILLO                         | 0 °   |
| LECTURAS (R)                                     | 27.0   27.0   27.5   27.6   27.6   27.5   27.5   27.6   27.0   27.1 |
| PROMEDIO DE LECTURAS (R)                         | 27.3  |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON RESPECTO A ( R ) | 170 kg/cm <sup>2</sup>  |

MIGUEL ANGEL TOLEDO ROMERO  
Registro 145386 - CIVIL

**PROMEDIO**

170.33 kg/cm<sup>2</sup>

OBSERVACIONES: El resultado promedio de las tres muestras de esclerometria se encuentra por dentro de los parametros establecidos por la norma E 060

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA S.A.C.
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.





**INFORME DE ENSAYO**  
**COMPRESION DIAGONAL EN MUROS**  
NTP 399.605

PROYECTO: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE METODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTISIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA: JUNTA 10mm  
CÓDIGO DE MUESTRA: M-10mm  
F. RECEPCIÓN: 1/09/2022  
F. EMISIÓN: 8/09/2022

**PESO  
VOLUMETRICO**

| Especimen | Dimensiones |        |        | Peso<br>(kg) | Volumen<br>(m <sup>3</sup> ) | Peso Volumetrico<br>(Ton/m <sup>3</sup> ) | Promedio |
|-----------|-------------|--------|--------|--------------|------------------------------|---|----------|
|           | L (mm)      | t (mm) | H (mm) |              |                              |   |          |
| M-10mm-01 | 740         | 130    | 710    | 142.000      | 0.06830                      | 2.079                                     | 2.059    |
| M-10mm-02 | 742         | 131    | 712    | 139.000      | 0.06921                      | 2.008                                     |          |
| M-10mm-03 | 739         | 129    | 715    | 142.500      | 0.06816                      | 2.091                                     |          |

**COMPRESION DIAGONAL**

| Especimen | Dimensiones |        |        | Dimensiones con Yeso |        |        | P max.<br>kg/cm <sup>2</sup>      | Area<br>cm <sup>2</sup> | Vm<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |        |
|-----------|-------------|--------|--------|----------------------|--------|--------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------|
|           | L (mm)      | t (mm) | H (mm) | L (mm)               | t (mm) | H (mm) |                                   |                         |                             | D (mm) |
| M-10mm-01 | 740         | 130    | 710    | 745.00               | 130    | 713    | 1026                              | 5045                    | 1333.800                    | 3.7824 |
| M-10mm-02 | 738         | 131    | 713    | 741.00               | 131    | 716    | 1027                              | 5135                    | 1345.370                    | 3.8168 |
| M-10mm-03 | 742         | 129    | 715    | 746.00               | 129    | 718    | 1029                              | 5005                    | 1327.410                    | 3.7705 |
|           |             |        |        |                      |        |        | Vm promedio:                      | 3.7899                  |                             |        |
|           |             |        |        |                      |        |        | Desviacion estandar $\sigma$ :    | 0.0240                  |                             |        |
|           |             |        |        |                      |        |        | <b>Resistencia al Corte V' m:</b> | <b>3.7659</b>           |                             |        |
|           |             |        |        |                      |        |        | Coefficiente de variacion:        | 0.63%                   |                             |        |

| Especimen                      | Resistencia al corte (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------|--|
| M-10mm-01                      | 3.7824                                     |
| M-10mm-02                      | 3.8168                                     |
| M-10mm-03                      | 3.7705                                     |
| Vm promedio:                   | 3.7899                                     |
| Desviacion estandar $\sigma$ : | 0.0240                                     |
| Resistencia al Corte Vm:       | 3.7659                                     |
| Coefficiente de variacion:     | 0.0063                                     |



ING. CP. MIGUEL ANGEL TOLEDO ROMERO  
Registro 165386 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO.
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



**MS GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

**INFORME DE ENSAYO**  
**COMPRESION AXIAL EN PILAS**  
NTP 339.613

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE METODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTISIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  
SOLICITANTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA: JUNTA 10mm  
CÓDIGO DE MUESTRA: PI-10mm  
F. RECEPCIÓN: 1/09/2022  
F. EMISIÓN: 8/09/2022

| Especimen  | Dimensiones |        |        | Esbeltez<br>(H/t) | P(Max)<br>Ton | Area<br>cm <sup>2</sup> | fm<br>kg/cm <sup>2</sup> | factor de<br>correccion | fm kg/cm <sup>2</sup><br>Corregido |
|------------|-------------|--------|--------|-------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|
|            | L (mm)      | t (mm) | H (mm) |                   |               |                         |                          |                         |                                    |
| PI-10mm-01 | 241         | 131    | 475    | 3.6260            | 4950          | 315.71                  | 15.679                   | 0.935                   | 14.660                             |
| PI-10mm-02 | 240         | 130    | 462    | 3.5538            | 4700          | 312                     | 15.064                   | 0.932                   | 14.042                             |
| PI-10mm-03 | 241         | 132    | 480    | 3.6364            | 5850          | 318.12                  | 18.389                   | 0.935                   | 17.202                             |
|            |             |        |        |                   |               |                         |                          | fm                      | 15.302                             |
|            |             |        |        |                   |               |                         |                          | σ:                      | 1.675                              |
|            |             |        |        |                   |               |                         |                          | f'm                     | <b>13.627</b>                      |
|            |             |        |        |                   |               |                         |                          | C.v:                    | 10.95%                             |

TABLA 10  
Factores de correccion de f'm por esbeltez

| Esbeltez | 2    | 2.5 | 3    | 4    | 4.5  | 5 |
|----------|------|-----|------|------|------|---|
| Factor   | 0.73 | 0.8 | 0.91 | 0.95 | 0.98 | 1 |



  
ING. CP. MIGUEL ANGELO TOLEDO ROMERO  
Registro 155385 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO.
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

# Estudio de mecánicas de suelos



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## INFORME TECNICO:

### ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION



### PROYECTO:

**“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA  
MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA  
PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO -  
AREQUIPA 2022”**

UBICACION: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA

SOLICITANTES: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

.....  
Ing Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**SEPTIEMBRE 2022**

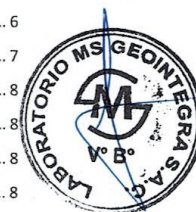
**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**  
Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa  
Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| 1. GENERALIDADES .....   | 4  |
| 1.1. OBJETIVOS .....   | 4  |
| 1.2. NORMAS TECNICAS.....  | 4  |
| 1.3. INFORMACION DE LA ESTRUCTURA .....                          | 4  |
| 1.4. UBICACIÓN Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO .....           | 4  |
| 1.5 ACCESO AL AREA DE ESTUDIO.....                               | 5  |
| 1.6 CLIMA .....  | 6  |
| 2. MARCO GEOMORFOLOGICO Y GEOLOGICO DEL AREA DE ESTUDIO .....    | 6  |
| 2.1 GEOMORFOLOGIA .....  | 6  |
| 2.2 ESTATIGRAFIA .....   | 6  |
| 2.3 GEOLOGIA .....   | 6  |
| 2.3.1 GEOLOGIA ESTRUCTURAL .....                                 | 6  |
| 2.3.2 GEOLOGIA LOCAL.....  | 7  |
| 3. EXPLORACION DE CAMPO.....                                     | 8  |
| 3.1 METODOLOGIA DE EXPLORACION .....                             | 8  |
| 3.2 TOMA DE MUESTRA .....  | 8  |
| 3.3. UBICACIÓN UTM DE LAS CALICATAS .....                        | 8  |
| 3.4. NIVEL FREATICO .....  | 9  |
| 3.5. PERFIL DEL SUELO.....                                       | 10 |
| 4. TRABAJO DE LABORATORIO .....                                  | 11 |
| 4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO.....                                  | 12 |
| 4.2 RESULTADOS DE LABORATORIO.....                               | 12 |
| 4.2.1. PORCENTAJES GRANULOMETRICOS .....                         | 12 |
| 4.2.2. CONSTANTES FISICAS .....                                  | 13 |
| 4.2.3. RESISTENCIA AL CORTE (ANGULO DE FRICCION Y COHESION)..... | 13 |
| 4.2.4. AGRESIVIDAD DEL SUELO AL CONCRETO (SALES SOLUBLES).....   | 13 |
| 5. REGISTRO ESTRATIGRAFICO .....                                 | 14 |
| 6. CARACTERISTICA GEOTECNICAS DE LOS ESTRATOS .....              | 14 |
| 7. PROFUNDIDAD DE DESPLANTE .....                                | 15 |
| 8. ANGULO DE FRICCION Y COHESION .....                           | 15 |
| 9. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE .....                            | 15 |
| 10. CALCULO DE ASENTAMIENTO .....                                | 18 |
| 11. EFECTO DEL SISMO .....                                       | 21 |
| 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                          | 28 |



### MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
**LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.**

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

---

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 12.1 CONCLUSIONES.....              | 28 |
| 12.2 RECOMENDACIONES.....           | 29 |
| 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 30 |
| 14. RESUMEN TECNICO.....            | 29 |



---

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**  
Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa  
Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## INFORME TÉCNICO DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO.

Página | 4

### 1. GENERALIDADES

El presente informe técnico tiene por finalidad determinar la carga admisible del suelo para las estructuras de cimentación así mismo la clasificación y propiedades físicas del suelo en cuestión; en el cual se emplaza la cimentación del Proyecto "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022" Para tal fin se han realizado trabajos de campo y laboratorio:

- El primero con reconocimiento del lugar, excavación de calicatas de exploración, muestreo y registro de exploración.
- El segundo con ensayos de laboratorio cuasi inalteradas, alteradas e inalteradas para las propiedades de fase, caracterización geotécnica y determinación de parámetros de diseño para las estructuras de cimentación; carga admisible, asentamiento diferencial tolerable.

### 1.1. OBJETIVOS

Los principales objetivos del estudio son los siguientes:

- Caracterización del subsuelo de apoyo de la zona donde se construirán las estructuras.
- Determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación.
- Determinar nivel freático.

### 1.2. NORMAS TECNICAS

Para la realización del presente estudio de suelos se tomará como referencia los siguientes documentos técnicos:

- Norma ASTM-American Society for Testing Materials
- Norma Técnica Suelos y Cimentaciones E-050
- Norma Técnica Diseño Sismo resistente E-030

### 1.3. INFORMACION DE LA ESTRUCTURA

La infraestructura que se pretende construir es una edificación de cuatro niveles, clasificada como mixta porque considera pórticos (columnas, vigas, losas aligeradas y/o bidireccionales) y muros estructurales.

La cimentación constituida por zapatas, cimientos corridos o vigas de cimentación.

### 1.4. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada en la parroquia Santísima Trinidad de Tingo- Av. América 1820 – Arequipa



  
Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

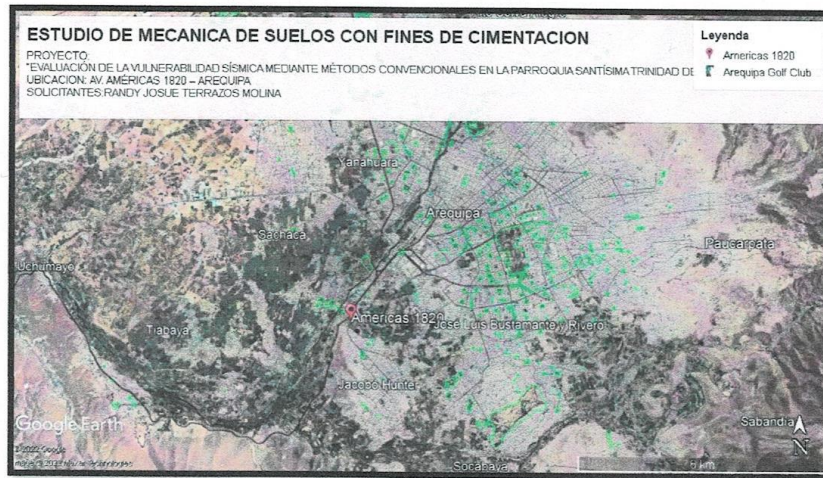


IMAGEN 01: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA

### 1.5 ACCESO AL AREA DE ESTUDIO

Se considera de accesibilidad por vía terrestre.

Desde Arequipa se encuentra aproximadamente a una distancia de 5.0 km, en un tiempo promedio de 15 min. El recorrido más próximo se da por el terminal terrestre.

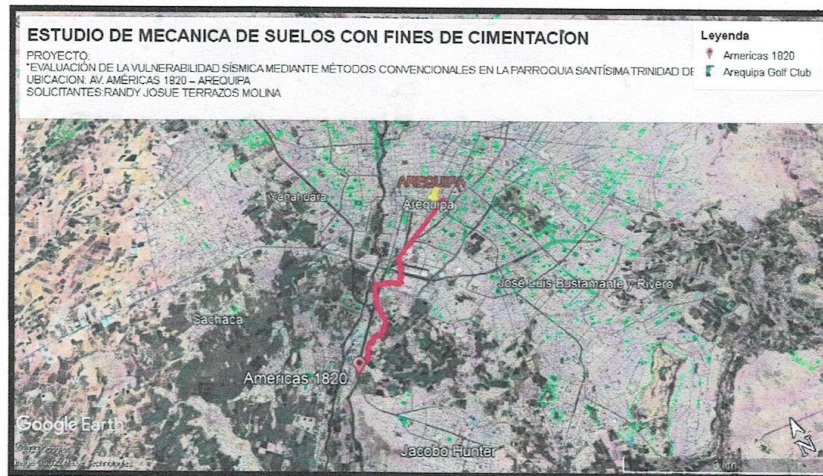


IMAGEN 02: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

### 1.6 CLIMA

El clima de la zona es semiárido, con variaciones considerables de temperatura entre el día y la noche, en los meses de mayo a julio las heladas es el fenómeno meteorológico más característico.

El promedio de la temperatura anual es de 10.43 °C, siendo la máxima media mensual de 21.70°C, y la mínima media mensual de 15.00°C.

Las precipitaciones varían entre 138.80 mm(enero) a 35.10mm(abril) anual, concentrándose la mayor parte de ella en los meses de enero, febrero y marzo, siendo en los otros meses no significativos.

La humedad relativa promedio anual es de 65%, con una máxima media mensual de 81% en marzo y una mínima media mensual de 56% en el mes de septiembre.

## 2. MARCO GEOMORFOLOGICO Y GEOLOGICO DEL AREA DE ESTUDIO

### 2.1 GEOMORFOLOGIA

De acuerdo con el INGEMENT, geomorfológicamente el territorio está delimitado en franjas relacionadas con su génesis y formaciones, paralelos y próximos al litoral se encuentran depósitos sedimentarios procedentes del Cretáceo Alterado con lagunas intrusiones hacia el interior.

Presenta las siguientes unidades geomorfológicas:

### 2.2 ESTATIGRAFIA

Presenta una litología variada con edades que van desde el Jurásico Superior al Reciente, y como rocas más antiguas se tienen las cuarcitas, areniscas y lutitas carbonosas del Grupo Yura, estas afloran en los flancos del Cauce del Rio Colca principalmente yacen en discordancia angular a la serie volcánica del grupo Tacaza, sobre yaciendo a este grupo se encuentra la potente secuencia del grupo Barroso consistente de andesitas y traquitas, dividido en tres unidades que son El Volcánico Chila, El Barroso y el Purpurini.

### 2.3 GEOLOGIA

#### 2.3.1 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Su unidad geológica PN-t, conformado por flujos ande síticos, areniscas, limonitas gris violáceas con conglomerados.

Corresponde a depósitos de suelos de origen aluvial, del cuaternario reciente constituidos por suelos arcillosos de compacidad media.







- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

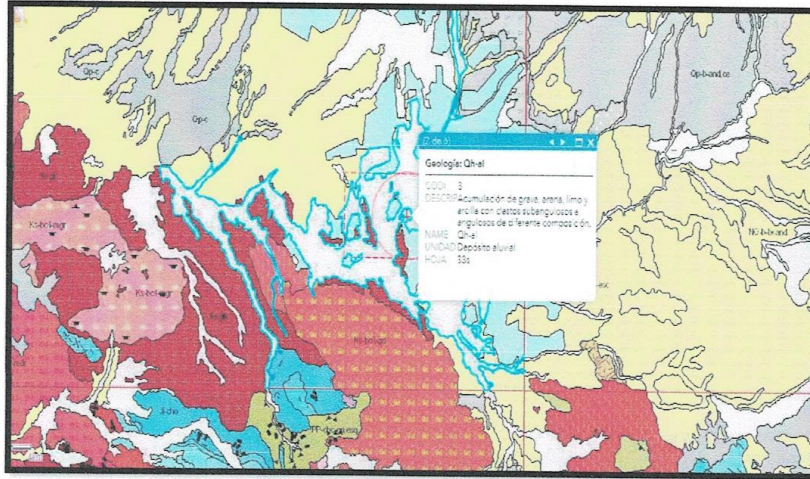


IMAGEN 03: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA

### 2.3.2 GEOLOGIA LOCAL

DEPÓSITOS DEL EDIFICIO “TICSANI ANTIGUO”: Está conformado por flujos de lavas, rocas volcanoclásticas, ignimbritas y depósitos de avalanchas de escombros. Se extiende hacia el este y norte del edificio “Ticsani Moderno” y ocupa un área de 65 km<sup>2</sup>. Las lavas y depósitos volcanoclastos están conformados por coladas de lavas traquí-andesíticas, intercaladas con rocas volcanoclásticas (brechas y conglomerados volcánicos) y en menor cantidad ignimbritas; en conjunto alcanzan más de 900 m de espesor. Al este de la caldera de avalancha, las lavas buzanan ligeramente hacia el noreste y al oeste del cráter más reciente (D3) buzanan hacia el suroeste. Los depósitos de avalanchas de escombros se emplazaron hacia el oeste, a lo largo de paleovalles conformados por los ríos Putina, Carumas y Tambo. En los sectores proximal y medial, que se hallan a menos de 14 y 23 km de la fuente respectivamente, miden en promedio de 300 a 400 m de espesor. En el sector distal su espesor disminuye progresivamente. En el área de intersección de los ríos Carumas y Tambo, mide de 150 a 200 m; al sureste de Quinistaquillas de 100 a 150 m y al suroeste del mismo poblado menos de 60 m. El volumen calculado de los depósitos es 10.6 km<sup>3</sup>. Estos depósitos están constituidos por fragmentos de rocas no consolidadas o pobremente consolidadas. Los fragmentos líticos son angulosos a subangulosos, de un amplio rango de tamaños (de milímetros a más de 4 m de diámetro), que evidencia una mala clasificación de las partículas líticas. Se han encontrado facies de matriz y facies de bloques. Gran parte de los depósitos del sector proximal, están conformados por facies de bloques y en menor cantidad por facies de matriz (buenas exposiciones en la carretera Calacoa-Quebaya). Las facies de matriz predominan en los sectores mediales y distales (Figura 1). Están conformados por material de litología heterogénea, mezclados durante el transporte. Los clastos son angulosos a subangulosos y se hallan bastante estrellados, debido a las colisiones de partículas. En la unidad litológica A esta facie está ligeramente consolidada y cohesionada, conformada por partículas de orden milimétrico.





- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

### 3. EXPLORACION DE CAMPO.

#### 3.1 METODOLOGIA DE EXPLORACION.

Con la finalidad de caracterizar el terreno de fundación, se ha realizado un reconocimiento del área en estudio y se fijaron de forma estratégica 3 calicata de exploración con fines de tener representatividad de subsuelo, en ellas se han realizado cartografiado y descripción de los estratos presentes, se han tomado muestras representativas.

- Excavación manual a cielo abierto, denominadas calicatas con obtención de muestras de los diferentes tipos de suelo. Norma ASTM D420
- Inspección e identificación visual y manual de suelos. Norma ASTM D248.

#### 3.2 TOMA DE MUESTRA.

La operación de toma de muestra incluye la toma de material que forma el suelo de modo que tenga en cuenta la variabilidad de este, el manejo y la elaboración de la muestra y por último la toma de fracción de dicha muestra para sus determinaciones analíticas. Se tomó en cuenta las variaciones de los suelos en sentido vertical (perfil del suelo).

Las muestras se tomaron en forma individual y colocadas en bolsa herméticas de 15 a 30 kg., de capacidad, con una tarjeta identificando la muestra, la cual se coloca en el interior.

En campo se excavo 3 calicatas con una profundidad de 3.00 m con coordenadas UTM siguientes.

| CALICATA | PROFUNDIDAD |
|----------|-------------|
|          | (m)         |
| C-01     | 3.00        |
| C-02     | 3.00        |
| C-03     | 3.00        |

CUADRO DE PROFUNDIDAD DE CADA CALICATA (FUENTE PROPIA)



#### 3.3. UBICACIÓN UTM DE LAS CALICATAS.

| CALICATA | COORDENADAS UTM |            |
|----------|-----------------|------------|
|          | ESTE            | NORTE      |
| C-01     | 226463.00       | 8181564.00 |
| C-02     | 226456.00       | 8181527.00 |
| C-03     | 226437.00       | 8181535.00 |

CUADRO DE COORDENADAS UTM DE CADA CALICATA (FUENTE PROPIA)

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

### 3.4. NIVEL FREÁTICO

En las calicatas exploradas hasta la profundidad auscultada, no se encontró evidencia de nivel freático.

Página | 9



EXCAVACION DONDE SE EVIDENCIA LA AUSENCIA DE NIVEL FREÁTICO.

.....  
Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

### 3.5. PERFIL DEL SUELO

Se presenta la columna estratigráfica del suelo por capas, y se clasifica según la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería. Ubicadas en la zona del proyecto con una profundidad de 3.00 m. desde la cual se puede apreciar materiales como; Limo de baja plasticidad. Por debajo de este estrato uniforme en la zona de estudio presenta una matriz rocosa sedimentaria margas no fracturada.

Página | 10

#### CALICATA Nro. 01

| PROFUNDIDAD (m) |      | DESCRIPCION   | CLASIFICACION SUCS |
|-----------------|------|---|--------------------|
| DE              | A    |   |                    |
| 0.00            | 1.00 | Color: Marrón Claro.<br>Condición de Humedad: Seco, con 2.7%<br>Consistencia: Firme.<br>Cementación: Moderada, cuando se derrumba o quiebra con considerable presión del dedo.<br>Criterio para la Descripción de la Tenacidad: No presenta.<br>Plasticidad: No presenta límites de consistencia. | SM                 |
| 1.00            | 1.80 | Color: Café<br>Condición de Humedad: Seco, con 4.0%<br>Consistencia: Firme.<br>Cementación: Moderada, cuando se derrumba o quiebra con considerable presión del dedo.<br>Criterio para la Descripción de la Tenacidad: No presenta.<br>Plasticidad: No presenta límites de consistencia.          | SM                 |
| 1.80            | 3.00 | Color: Café Claro.<br>Condición de Humedad: Seco, con 1.8%<br>Consistencia: Firme.<br>Cementación: Moderada, cuando se derrumba o quiebra con considerable presión del dedo.<br>Criterio para la Descripción de la Tenacidad: No presenta.<br>Plasticidad: No presenta límites de consistencia.   | SM                 |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

PERFIL ESTATIGRAFICO DE LA CALICATA 01 (FUENTE PROPIA)

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**CALICATA Nro. 02**

Página | 11

| PROFUNDIDAD (m) |      | DESCRIPCION  | CLASIFICACION SUCS |
|-----------------|------|--|--------------------|
| DE              | A    |  |                    |
| 0.00            | 1.00 | Color: Marrón<br>Condición de Humedad: Seco, con 4.7%<br>Consistencia: Firme.<br>Cementación: Moderada, cuando se derrumba o quiebra con considerable presión del dedo.<br>Criterio para la Descripción de la Tenacidad: No presenta.<br>Plasticidad: No presenta límites de consistencia. | SM                 |
| 1.00            | 1.80 | Color: Café<br>Condición de Humedad: Seco, con 3.1 %<br>Consistencia: Firme.<br>Cementación: Moderada, cuando se derrumba o quiebra con considerable presión del dedo.<br>Criterio para la Descripción de la Tenacidad: No presenta.<br>Plasticidad: No presenta límites de consistencia.  | SM                 |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

PERFIL ESTATIGRAFICO DE LA CALICATA 01 (FUENTE PROPIA)



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

CALICATA Nro. 02

Página | 11

| PROFUNDIDAD (m) |      | DESCRIPCION  | CLASIFICACION SUCS |
|-----------------|------|--|--------------------|
| DE              | A    |  |                    |
| 0.00            | 1.00 | Color: Marrón<br>Condición de Humedad: Seco, con 4.7%<br>Consistencia: Firme.<br>Cementación: Moderada, cuando se derrumba o quiebra con considerable presión del dedo.<br>Criterio para la Descripción de la Tenacidad: No presenta.<br>Plasticidad: No presenta límites de consistencia. | SM                 |
| 1.00            | 1.80 | Color: Café<br>Condición de Humedad: Seco, con 3.1 %<br>Consistencia: Firme.<br>Cementación: Moderada, cuando se derrumba o quiebra con considerable presión del dedo.<br>Criterio para la Descripción de la Tenacidad: No presenta.<br>Plasticidad: No presenta límites de consistencia.  | SM                 |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

PERFIL ESTADIGRAFICO DE LA CALICATA 01 (FUENTE PROPIA)

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

CALICATA Nro. 02

Página | 12

| PROFUNDIDAD (m) |      | DESCRIPCION  | CLASIFICACION SUCS |
|-----------------|------|--|--------------------|
| DE              | A    |  |                    |
| 0.00            | 3.00 | Color: Marrón<br>Condición de Humedad: Seco, con 4.7%<br>Consistencia: Firme.<br>Cementación: Moderada, cuando se derrumba o quiebra con considerable presión del dedo.<br>Criterio para la Descripción de la Tenacidad: No presenta.<br>Plasticidad: No presenta límites de consistencia. | SM                 |



PERFIL ESTADISTICO DE LA CALICATA 01 (FUENTE PROPIA)

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

#### 4. TRABAJO DE LABORATORIO

##### 4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con el objeto de identificar y clasificar el material de fundación conforme a sus propiedades físico-mecánicas, se han efectuado los siguientes ensayos de laboratorio:

Página | 13

| ENSAYOS DE LABORATORIO                              |               |
|---|---------------|
| ENSAYOS   | NORMA         |
| Análisis granulométrico de suelos                   | (ASTM D 422)  |
| Sistema de Clasificación Unificado de Suelos (SUCS) | (ASTM D 2487) |
| Límites de Atterberg                                | (ASTM D 4318) |
| Humedad natural                                     | (ASTM D 2216) |
| Peso Específico                                     | (ASTM D 2937) |
| Análisis químico (sales)                            | (MTC E 219)   |
| Ensayo de Corte Directo                             | (ASTM D 2850) |

TABLA 1. ENSAYOS DE LABORATORIO

##### 4.2 RESULTADOS DE LABORATORIO

###### 4.2.1. PORCENTAJES GRANULOMETRICOS

| CALICATA | MUESTRAS | PROF. | % GRAVA | % ARENA | % FINO |
|----------|----------|-------|---------|---------|--------|
| C-01     | M-01     | 1.00  | 7.4%    | 48.6%   | 44.0%  |
|          | M-02     | 1.80  | 2.9%    | 67.3%   | 29.8%  |
|          | M-03     | 3.00  | 7.4%    | 66.3%   | 26.3%  |
| C-02     | M-01     | 1.90  | 2.2%    | 56.8%   | 41.0%  |
|          | M-02     | 3.00  | 10.4%   | 70.6%   | 19.0%  |
| C-03     | M-01     | 3.00  | 7.6%    | 67.1%   | 25.2%  |

TABLA 2. PORCENTAJES DE LAS GRADACIONES DE CADA MUESTRA



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

| CALICATA | MUESTRAS | PROF. | HUMEDAD | NIVEL FREATICO | PLASTICIDAD |
|----------|----------|-------|---------|----------------|-------------|
| C-01     | M-01     | 1.00  | 2.7     | --             | --          |
| C-01     | M-02     | 1.80  | 4.0     | --             | --          |
| C-01     | M-03     | 3.00  | 1.8     | --             | --          |
| C-02     | M-01     | 1.90  | 4.7     | --             | --          |
| C-02     | M-02     | 3.00  | 3.1     | --             | --          |
| C-03     | M-03     | 3.00  | 3.0     | --             | --          |

TABLA 3. HUMEDAD Y CONSTANTES FISICAS

#### 4.2.2. CONSTANTES FISICAS

Para los parámetros de ángulo de fricción y cohesión se tomó la muestra más representativa y esta corresponde a la muestra con clasificación SM (ARENA LIMOSA).

#### 4.2.3. RESISTENCIA AL CORTE (ANGULO DE FRICCIÓN Y COHESION)

| CALICATA | MUESTRAS | PROF. | ANGULO DE FRICCIÓN |
|----------|----------|-------|--------------------|
| C-02     | M-01     | 3.00  | 24.4               |

TABLA 4. ANGULO DE FRICCIÓN



#### 4.2.4. AGRESIVIDAD DEL SUELO AL CONCRETO (SALES SOLUBLES)

Las sustancias más dañinas a la estructura de concreto que se encuentran enterradas y en contacto directo con el suelo y con aguas subterráneas y que dan origen a la corrosión del concreto son los sulfatos y los ácidos a estos agentes también se le suman los cloruros que por su acción destructiva cuando penetran al interior del elemento estructural del concreto, si bien es cierto que los cloruros no son dañinos al concreto, pero crean una corrosión al refuerzo estructural.

La formación cristalina de las sales resulta una expansión interna que rompe por tracción al concreto.

Por tal motivo hay que tener mayor consideración en los análisis químicos del terreno donde se fundaran los cimientos.

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

Página | 15

| PRESENCIA EN EL SUELO  | PPM         | GRADO DE ALTERACION | OBSERVACIONES  |
|------------------------|-------------|---------------------|--|
| Sales Solubles Totales | > 15,000.00 | Perjudicial         | Ocasiona problemas de perdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación |

TABLA DE VALORES DE SALES SOLUBLES TOTALES

Los valores ensayados para cada calicata son los siguientes:

| SALES SOLUBLES TOTALES |     |
|------------------------|-----|
| CALICATA / NUESTRA     | PPM |
| C-01 / M-01            | 311 |
| C-01 / M-02            | 185 |
| C-01 / M-03            | 124 |
| C-02 / M-01            | 62  |
| C-02 / M-02            | 154 |
| C-03 / M-01            | 49  |

RESULTADO DEL ANALISIS QUIMICO (SALES SOLUBLES)

Los valores en partes por millón (PPM) no son perjudiciales en la resistencia de concreto por estar por debajo del valor de 15,000 PPM.

#### 5. REGISTRO ESTRATIGRAFICO

El suelo que predomina en la zona de estudio es:

| CALICATA | MUESTRAS | PROF. | CLASIFICACION SUCS |
|----------|----------|-------|--------------------|
| C-01     | M-01     | 1.00  | SM                 |
|          | M-02     | 1.80  | SM                 |
|          | M-03     | 3.00  | SM                 |
| C-02     | M-01     | 1.90  | SM                 |
|          | M-02     | 3.00  | SM                 |
| C-03     | M-03     | 3.00  | SM                 |

TABLA 4. CLASIFICACION DE CADA MUESTRA



#### 6. CARACTERISTICA GEOTECNICAS DE LOS ESTRATOS

En base a la exploración, reconocimiento geotécnico y resultados de laboratorio se ha establecido las siguientes características geotécnicas:

##### ESTRATO I.

Encontramos en la superficie una arena limosa; uniforme que va desde la Calicata 0388 - CIVIL estrato I, sin encontrar bolonería.

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
Calle 180388 - CIVIL

#### MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**ESTRATO II.**

Encontramos en la superficie una arena limosa; uniforme que va desde la calicata 01 estrato II, sin grava.

**ESTRATO III.**

Encontramos en la superficie una arena limosa; uniforme que va desde la calicata 01 estrato III.

Página | 16

**7. PROFUNDIDAD DE DESPLANTE**

Según la caracterización geotécnica, la estructuración y la geometría de la edificación, el estrato de cimentación lo constituye el estrato I, II y III, por tanto, se fija la profundidad de cimentación con respecto al nivel de terreno existente circundante.

**PROFUNDIDAD DE DESPLANTE ZAPATA CUADRADA (Df): 1.80 m.**

**PROFUNDIDAD DE DESPLANTE CIMIENTO CORRIDO (Df): 1.20 m.**

**8. ANGULO DE FRICCIÓN Y COHESION**

Se ha realizado el ensayo de Corte Directo para encontrar los valores promedio para el uso en la determinación de la carga admisible, para el material predominante se tiene:

| CALICATA | MUESTRAS | COHESION | ANGULO DE FRICCIÓN |
|----------|----------|----------|--------------------|
| C-02     | M-01     | 0.50     | 24.4               |



**9. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE**

Basándose en el muestreo de campo, registro de exploración y del perfil estratigráfico determinado, así como en las características de la estructura a construir, se asume inicialmente cimentar las estructuras a una profundidad de 1.80 m para cimiento cuadrado y 1.20 para cimiento corrido. apoyándose en el estrato I muestra I para verificar la diferencia de capacidad portante de acuerdo con la profundidad de desplante para mayor análisis.

Se ha determinado la carga de rotura al corte para las estructuras al emplazarse en la cercanía de la ubicación de la calicata ejecutada, considerando zapata cuadrada, apoyados en el estrato I muestra I, para un factor de 3, por el mecanismo de Meyerhoff, Vesic y Hansen como principal valor de carga admisible, se tiene:

MEYERHOFF, VESIC Y HANSEN:

$$q_u = C N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

Donde:

Qadm: Capacidad admisible del terreno (Kg/cm<sup>2</sup>)

Y: Densidad Natural del terreno (gf/cm<sup>3</sup>)

Df: Profundidad de desplante de la estructura (cm)

Factores de Capacidad de Carga

Nq: Factor unidimensional de capacidad de carga, pendiente del ancho y de la zona de empuje pasivo

función del ángulo de fricción interna, considera la

Influencia del peso de suelos.

Ny: Factor adimensional de capacidad de carga debido a la presión de la sobrecarga, función del ángulo de fricción la sobrecarga se halla representada por el peso por unidad de área Df del suelo que rodea la zapata.

Nc: Factor de seguridad de forma

FS: Factor de Seguridad; FS=3

Factores de Forma

Fc, Fy, Fq: Originados mediante las dimensiones de estribos

Página | 17

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

|    |       |
|----|-------|
| Nq | 11.93 |
| Nc | 24.07 |
| Ny | 7.58  |



#### CARGA ADMISIBLE PARA ZAPATA CUADRADO

##### Zapata aislada cuadrada:

|                                   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Ancho de la cimentación           | :1.20 m                  |
| Profundidad de Desplante Efectiva | :1.80 m                  |
| Densidad natural                  | :1.500 g/cm <sup>3</sup> |

**Carga admisible zapata aislada cuadrada: qadm= 1.26 kg/cm<sup>2</sup>**

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

#### MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

Página | 18

| TIPO DE CIMENTACIÓN | Df (m) | B (m) | L (m) | qu (Tn/m2) | qu (kg/cm2) | qperm (Tn/m2) | qperm (kg/cm2) |
|---------------------|--------|-------|-------|------------|-------------|---------------|----------------|
| ZAPATA CUADRADA     | 1.20   | 1.20  | 1.20  | 26.93      | 2.69        | 8.98          | 0.90           |
|                     | 1.20   | 1.50  | 1.50  | 28.30      | 2.83        | 9.43          | 0.94           |
|                     | 1.20   | 1.80  | 1.80  | 29.66      | 2.97        | 9.89          | 0.99           |
|                     | 1.20   | 2.00  | 2.00  | 30.57      | 3.06        | 10.19         | 1.02           |
|                     | 1.50   | 1.20  | 1.20  | 32.30      | 3.23        | 10.77         | 1.08           |
|                     | 1.50   | 1.50  | 1.50  | 33.66      | 3.37        | 11.22         | 1.12           |
|                     | 1.50   | 1.80  | 1.80  | 35.03      | 3.50        | 11.68         | 1.17           |
|                     | 1.50   | 2.00  | 2.00  | 35.94      | 3.59        | 11.98         | 1.20           |
|                     | 1.80   | 1.20  | 1.20  | 37.67      | 3.77        | 12.56         | 1.26           |
|                     | 1.80   | 1.50  | 1.50  | 39.03      | 3.90        | 13.01         | 1.30           |
|                     | 1.80   | 1.80  | 1.80  | 40.40      | 4.04        | 13.47         | 1.35           |
|                     | 1.80   | 2.00  | 2.00  | 41.31      | 4.13        | 13.77         | 1.38           |
|                     | 2.00   | 1.20  | 1.20  | 41.24      | 4.12        | 13.75         | 1.37           |
|                     | 2.00   | 1.50  | 1.50  | 42.61      | 4.26        | 14.20         | 1.42           |
|                     | 2.00   | 1.80  | 1.80  | 43.97      | 4.40        | 14.66         | 1.47           |
|                     | 2.00   | 2.00  | 2.00  | 44.88      | 4.49        | 14.96         | 1.50           |

VALORES DE DIFERENTES CARGAS ADMISIBLES PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES Y ANCHOS DE CIMENTACION (FUENTE PROPIA)

**CARGA ADMISIBLE PARTA CIMIENTO CORRIDO**

**Cimiento Corrido:**

Ancho de la cimentación :0.80 m  
 Profundidad de Desplante Efectiva :1.20 m  
 Densidad natural :1.500 g/cm3

**Carga admisible cimiento corrido: qadm. = 0.87 kg/cm2**



| TIPO DE CIMENTACIÓN | Df (m) | B (m) | L (m) | qu (Tn/m2) | qu (kg/cm2) | qperm (Tn/m2) | qperm (kg/cm2) |
|---------------------|--------|-------|-------|------------|-------------|---------------|----------------|
| CIMIENTO CORRIDO    | 0.60   | 0.40  | -     | 13.01      | 1.30        | 4.34          | 0.43           |
|                     | 0.60   | 0.50  | -     | 13.58      | 1.36        | 4.53          | 0.45           |
|                     | 0.60   | 0.60  | -     | 14.15      | 1.41        | 4.72          | 0.47           |
|                     | 0.60   | 0.80  | -     | 15.29      | 1.53        | 5.10          | 0.51           |
|                     | 0.80   | 0.40  | -     | 16.59      | 1.66        | 5.53          | 0.55           |
|                     | 0.80   | 0.50  | -     | 17.16      | 1.72        | 5.72          | 0.57           |
|                     | 0.80   | 0.60  | -     | 17.73      | 1.77        | 5.91          | 0.59           |
|                     | 0.80   | 0.80  | -     | 18.86      | 1.89        | 6.29          | 0.63           |
|                     | 1.00   | 0.40  | -     | 20.17      | 2.02        | 6.72          | 0.67           |
|                     | 1.00   | 0.50  | -     | 20.74      | 2.07        | 6.91          | 0.69           |
|                     | 1.00   | 0.60  | -     | 21.30      | 2.13        | 7.10          | 0.71           |
|                     | 1.00   | 0.80  | -     | 22.44      | 2.24        | 7.48          | 0.75           |
|                     | 1.20   | 0.40  | -     | 23.75      | 2.37        | 7.92          | 0.79           |
|                     | 1.20   | 0.50  | -     | 24.31      | 2.43        | 8.10          | 0.81           |
|                     | 1.20   | 0.60  | -     | 24.88      | 2.48        | 8.28          | 0.83           |
|                     | 1.20   | 0.80  | -     | 26.02      | 2.60        | 8.67          | 0.87           |

VALORES DE DIFERENTES CARGAS ADMISIBLES PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES Y ANCHOS DE CIMENTACION (FUENTE PROPIA)

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC

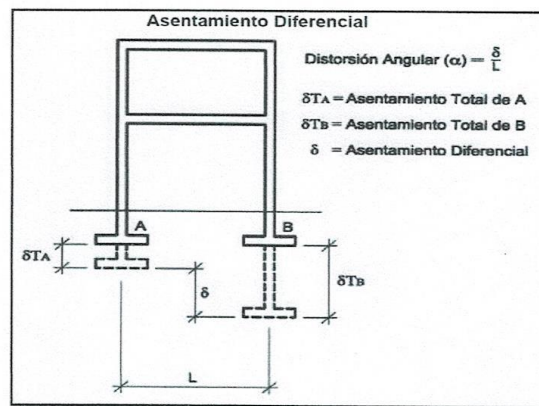


- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

### 10. CALCULO DE ASENTAMIENTO

En todo análisis de diseño de cimentaciones se distinguen dos clases de asentamientos: asentamientos totales y asentamientos diferenciales, de los cuales son los asentamientos diferenciales los que tienen mayor probabilidad de comprometer a la estructura, para el tipo de estructura a construir el valor recomendado de distorsión angular deberá ser como máximo 1/500, con el cual se garantiza que los asentamientos diferenciales registrados no generará daño a la estructura, el ingeniero estructural deberá registrar los asentamientos diferenciales de acuerdo a la distancia entre los elementos de cimentación y sus correspondientes elementos estructurales para el presente proyecto.

Página | 19



ESQUEMA DE DISTORSION ANGULAR DE ZAPATAS AISLADAS (REFERENCIA NORMA E.050)



| DISTORSION ANGULAR = $\alpha$ |  |
|-------------------------------|--|
| $\alpha = \delta/L$           | DESCRIPCION  |
| 1/150                         | Limite donde se espera daño estructural en edificios convencionales  |
| 1/250                         | limite en que la perdida de verticalidad de edificios altos y rigidos es visible                                     |
| 1/300                         | limite en que se espera dificultades con puentes grua  |
| 1/300                         | limite donde se espera las primeras grietas en paredes   |
| 1/500                         | limite seguro para edificios en los que no permiten grietas  |
| 1/500                         | limite para cimentaciones rigidas circulares o para anillos de cimentacion de estructuras rigidas, altas y esbeltas. |
| 1/650                         | limite para edificios rigidos de concreto cimentado sobre un solado con espesor aproximado de 1.20 m.                |
| 1/750                         | limite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos  |

TABLA 10. VALORES DE DISTORSION ANGULAR DE ACUERDO CON LA ESTRUCTURA PROYECTADA

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

página | 20

| DESCRIPCION                                     | PARAMETRO | MAGNITUD | COMENTARIOS                      |
|---|-----------|----------|----------------------------------|
| Valores minimo para calidad de servicio         | ST        | 25 mm    | Cimentacion superficial aislada  |
|   |           | 50 mm    | losa de cimentacion              |
| (european committee for estandarization, 1994a) | ΔST       | 5 mm     | marco con revestimiento rigido   |
|   |           | 10 mm    | marco con revestimiento flexible |
|   |           | 20 mm    | marcos abiertos                  |
| Maximo aceptable movimiento de la cimentacion   | δ         | 1/500    | Cimentacion superficial aislada  |
|   | ST        | 50       | Cimentacion superficial aislada  |
|   | ΔST       | 20       |                                  |

TABLA 11. ASENTAMIENTO MAXIMO TOLERABLE SEGÚN EUROPEAN COMMITTEE FOR ESTÁNDAR DIZATION (1994)

A continuación, se procede a determinar:

- El asentamiento diferencial producido por la carga máxima admisible del terreno por resistencia y su distorsión angular.

$$s_0 = 2qB \frac{1-\nu^2}{E_s} I_p ; s = (s_0) (c_w)$$

(asentamiento elástico producido por una carga q)

$$I_p = \frac{1}{\pi} \left[ m \ln \left( \frac{\sqrt{1+m^2} + 1}{m} \right) + \ln \left( \sqrt{1+m^2} + m \right) \right] ; m = \frac{L}{B}$$



En el análisis de asentamientos elásticos se ha considerado los valores, en base a la caracterización geotécnica, dichos valores son recomendados por J. Bowles y estos son:

  
Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

Página | 21

| FORMA DE LA ZAPATA | VALORES DE $f$ (cm/m) |      |       |        |     |
|--------------------|-----------------------|------|-------|--------|-----|
|                    | CIM. FLEXIBLE         |      |       | RÍGIDA |     |
| UBICACIÓN          | CENTRO                | ESQ. | MEDIO | --     |     |
| RECTANGULAR: L/B=2 | 153                   | 77   | 130   | 120    |     |
|                    | L/B=5                 | 210  | 105   | 183    | 170 |
|                    | L/B=10                | 254  | 127   | 225    | 210 |
| CUADRADA           | 112                   | 56   | 95    | 82     |     |
| CIRCULAR           | 100                   | 84   | 85    | 88     |     |

FACTORES DE FORMA (cm/m)

| TIPOS DE SUELOS   | $\mu$ (-)  |
|-------------------|------------|
| ARCILLA: SATURADA | 0.4 - 0.5  |
| NO SATURADA       | 0.1 - 0.3  |
| ARENOSA           | 0.2 - 0.3  |
| LIMO              | 0.3 - 0.35 |
| ARENA: DENSA      | 0.2 - 0.4  |
| DE GRANO GRUESO   | 0.15       |
| DE GRANO FINO     | 0.25       |
| ROCA              | 0.1 - 0.4  |
| LOESS             | 0.1 - 0.3  |
| HIELO             | 0.38       |
| CONCRETO          | 0.15       |

RELACION DE POISSON (S/U)

| TIPOS DE SUELOS      | $E_s$ (ton/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|-----------------------------|
| ARCILLA MUY BLANDA   | 30-300                      |
| BLANDA               | 200 - 400                   |
| MEDIA                | 450 - 900                   |
| DURA                 | 700 - 2000                  |
| ARCILLA ARENOSA      | 3000 - 4250                 |
| SUELOS GRACIARES     | 1000 - 16000                |
| LOESS                | 1500 - 6000                 |
| ARENA LIMOSA         | 500 - 2000                  |
| ARENA: SUELTA        | 1000 - 2500                 |
| DENSA                | 5000 - 10000                |
| GRAVA ARENOSA: DENSA | 8000 - 20000                |
| SUELTA               | 5000 - 14000                |
| ARCILLA ESQUISTOSA   | 14000 - 140000              |
| LIMOS                | 200 - 2000                  |

MODULO DE ELASTICIDAD (Tn/m<sup>2</sup>)



Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

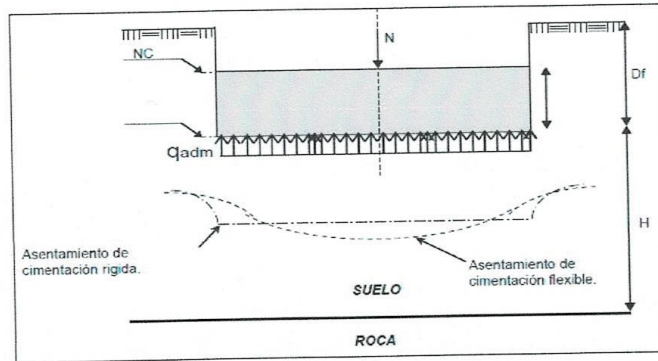
Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**ASENTAMIENTO INICIAL O INSTANTÁNEO (MÉTODO ELÁSTICO):**



Donde:

- |                   |   |                           |
|-------------------|---|---------------------------|
| $q$ ( $q_{adm}$ ) | = Carga admisible cimiento cuadrado (kg/cm <sup>2</sup> ) | = 1.26 Tn/m <sup>2</sup>  |
| $q$ ( $q_{adm}$ ) | = Carga admisible cimiento corrido (kg/cm <sup>2</sup> )  | = 0.87 Tn/m <sup>2</sup>  |
| $\mu$             | = Relación de Poisson                                     | = 0.25 s/u                |
| $E_s$             | = Módulo de elasticidad (kg/m <sup>2</sup> )              | = 1,500 Tn/m <sup>2</sup> |
| $S_i$ (max)       | = Asentamiento permisible (cm)                            | = 2.50 cm                 |
| $B$               | = Ancho del Cimiento (m)                                  | = 1.20 m                  |
| $I_r$             | = Factor de Forma (m/m)                                   | = 112 cm/m                |
| $S_i$             | = Asentamiento Inmediato (cm)                             | = 1.10 Cm                 |

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2) I_r}{E_s}$$

|         |        |             |
|---------|--------|-------------|
| $S_i$   | $\leq$ | $S_i$ (max) |
| 1.10 cm | $\leq$ | 2.50 cm     |

ZAPATA CUADRADA

$$S_i = 1.05 \text{ cm}$$

CIMIENTO CORRIDO

$$S_i = 1.10 \text{ cm}$$



**11. EFECTO DEL SISMO**

El territorio Nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la figura. La zonificación propuesta en la norma E.030 del reglamento Nacional de edificaciones se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica.

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

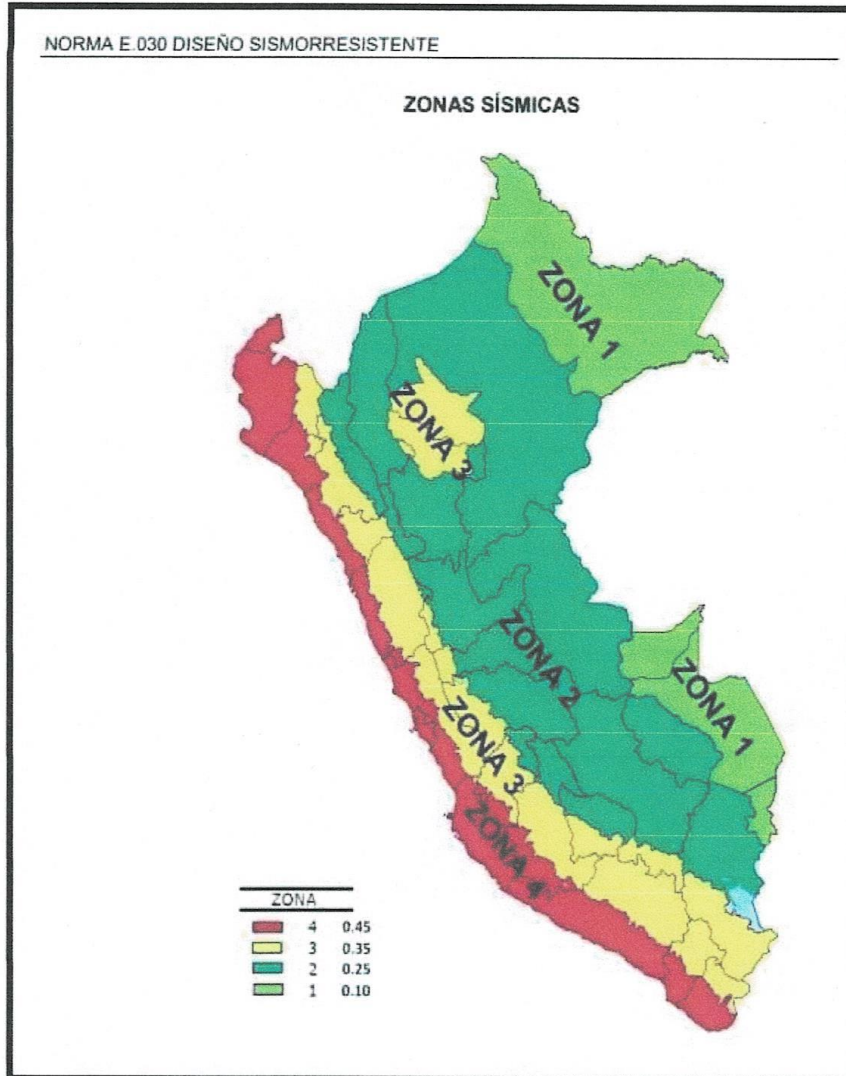
**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales



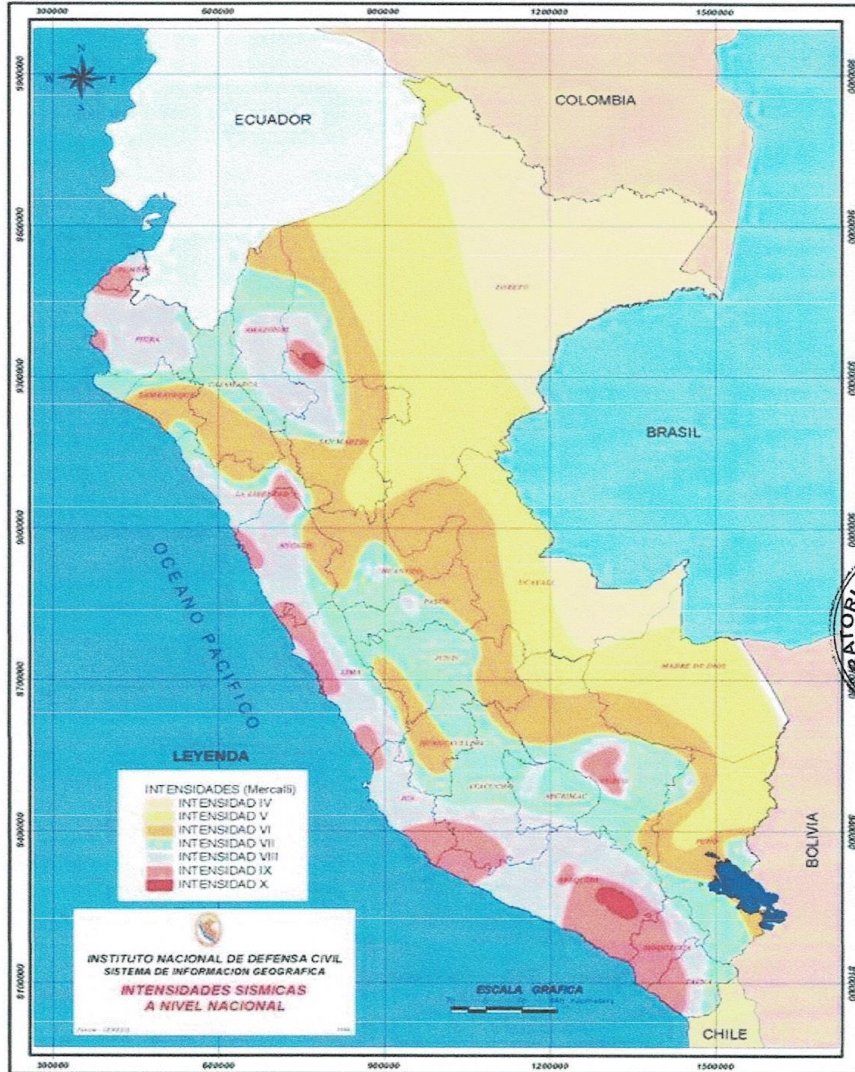
ZONAS SISMICAS (FUENTE NORMA E 030 DISEÑO SISMORRESISTENTE)

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

Página | 24



LA ZONA DE ESTUDIO SE UBICA EN EL GRADO VIII DE INTENSIDAD (MERCALLI), SEGÚN EL MAPA DE INTENSIDADES SÍSMICAS EN EL PERÚ.

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

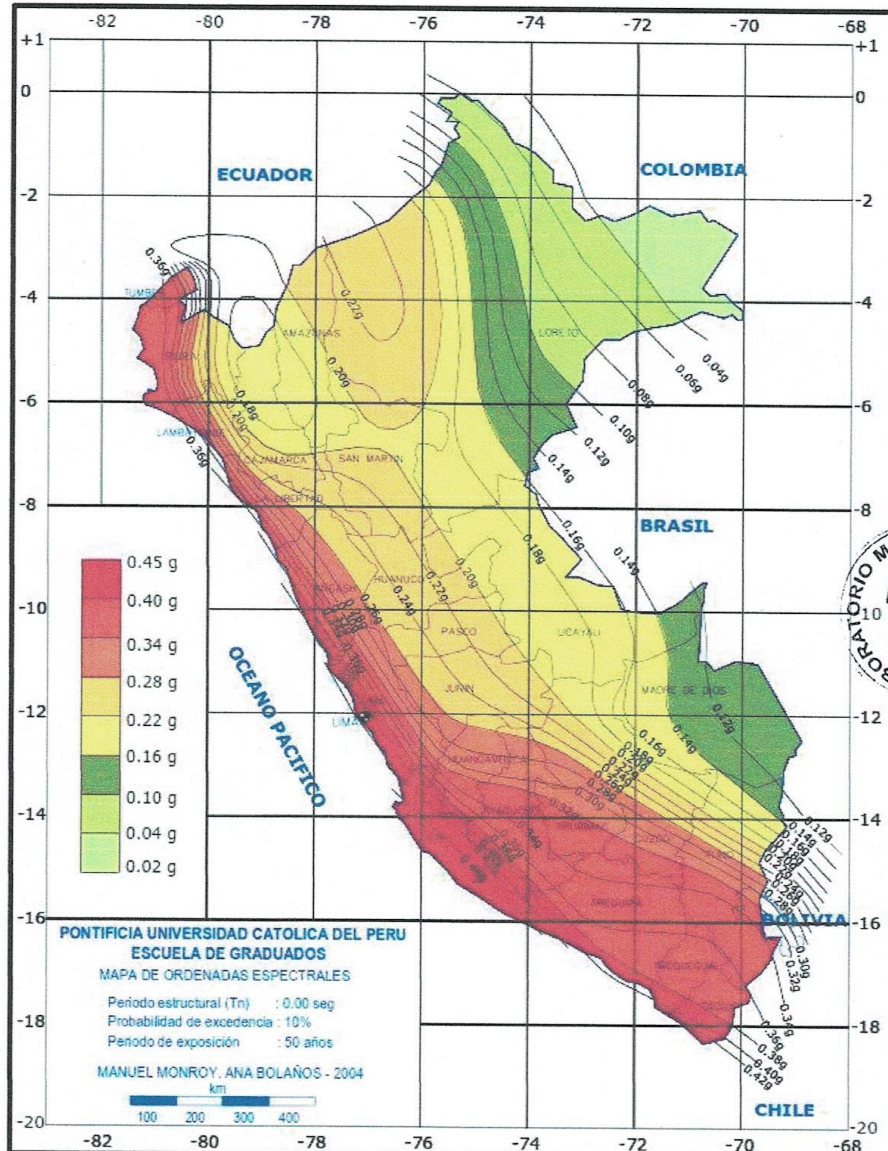
Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

Página | 25



A LA ZONA DE ESTUDIO LE CORRESPONDE UNA ORDENADA ESPECTRAL DE 0.38G PARA UN PERÍODO DE EXPOSICIÓN DE 50 AÑOS CON UNA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DEL 10%, SEGÚN EL MAPA DE ORDENADAS ESPECTRALES.

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

Según el mapa de zonificación sísmica del Perú y de acuerdo a las normas sismo-resistentes del Reglamento de Edificaciones, el área de estudio se encuentra en la zona 3, es decir una zona de sismicidad alta.

Página | 26

| FACTORES DE ZONA (TABLA 01) |      |
|-----------------------------|------|
| ZONA                        | Z    |
| 4                           | 0.45 |
| 3                           | 0.35 |
| 2                           | 0.25 |
| 1                           | 0.10 |

TABLA 12. FACTORES DE ZONA (FUENTE NORMA E030)

El tipo de suelo del proyecto es **Perfil Tipo S2: Suelo Intermedio**

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$ , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT  $N_{60}$  menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada  $S_u$ , entre 25 kPa (0,25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S4 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad PI mayor que 20, contenido de humedad  $w$  mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada  $S_u$  menor que 25 kPa

| CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELO (TABLA 02) |                                |          |                  |
|---|--------------------------------|----------|------------------|
| PERFIL  | $V_s$                          | $N_{60}$ | $S_u$            |
| S0  | > 1500 m/s                     | --       | --               |
| S1  | 500 m/s a 1500 m/s             | > 50     | > 100 KPa        |
| S2  | 180 m/s a 500 m/s              | 15 a 50  | 50 KPa a 100 KPa |
| S3  | < 180 m/s                      | < 15     | 25 KPa a 50 KPa  |
| S4  | Clasificación basada en el EMS |          |                  |

TABLA 13. CLASIFICACIONES DEL PERFIL DEL SUELO (FUENTE NORMA E030)

#### PARÁMETROS DE SITIO (S, TP Y TL)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las Tablas N° 3 y N°4.



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

Página | 27

| FACTOR DE SUELO (S) (TABLA 03) |      |      |      |     |
|--------------------------------|------|------|------|-----|
| ZONA/SUELO                     | S0   | S1   | S2   | S3  |
| Z4                             | 0.80 | 1.00 | 1.05 | 1.1 |
| Z3                             | 0.80 | 1.00 | 1.15 | 1.2 |
| Z2                             | 0.80 | 1.00 | 1.20 | 1.4 |
| Z1                             | 0.80 | 1.00 | 1.60 | 2.0 |

TABLA 14. FACTOR DE SUELO (FUENTE NORMA E030)

| PERIODOS TP Y TL (TABLA 04) |                 |     |     |     |
|-----------------------------|-----------------|-----|-----|-----|
| PERIODOS                    | PERFIL DE SUELO |     |     |     |
|                             | S0              | S1  | S2  | S3  |
| TP(S)                       | 0.3             | 0.4 | 0.6 | 1   |
| TL(S)                       | 3               | 2.5 | 2.0 | 1.6 |

TABLA 15. PERIODO TP Y TL (FUENTE NORMA E030)

**CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN Y FACTOR U:**

Para establecer la categoría de una edificación y su factor de uso U, la norma E-030 considera varios aspectos descritos en la tabla 5. Para nuestro de estudio se determina que el centro educativo inicial pertenece a la categoría A de edificaciones esenciales y al factor de uso U = 1.5.

| CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES   |  |          |
|----------------------------------|--|----------|
| CATEGORIA                        | DESCRIPCION  | FACTOR U |
| A<br>Edificaciones<br>Esenciales | Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos. | 1.5      |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

|                                   |   |     |
|-----------------------------------|---|-----|
| B<br>Edificaciones<br>Importantes | Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento | 1.3 |
| C<br>Edificaciones<br>Comunes     | Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.  | 1.0 |
| D<br>Edificaciones<br>Menores     | Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1,50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.  | (*) |

(\*) En estas edificaciones, a criterio del proyectista, se podrá omitir el análisis por fuerzas sísmicas, pero deberá proveerse de la resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales.

TABLA 16. CATEGORIA DE EDIFICACIONES (FUENTE NORMA E030)



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 12.1 CONCLUSIONES

- El terreno presenta forma regular
- Las columnas estratigráficas presentan forma regular con diferencias de altura de estrato a estrato de manera ínfima.
- Se concluye que a partir de la profundidad de 3.00 m. se encuentra material consolidado que por efectos de humedad su comportamiento cambia debido a la cohesión del material.
- Los parámetros del ángulo de fricción y la carga admisible y asentamiento son únicos de la muestra obtenida en la excavación.
- Se ha podido determinar que la zona geomorfología es estable al efecto del depósito transitorio accidental
- El material predominante es de clasificación SUCS es SM (Arena limosa)
- Agresividad del suelo a la Cimentación: se ha considerado que el suelo no sobrepasa los límites permisibles
- Napa freática: no se encontró napa freática hasta la profundidad de 3.00 m correspondiente a la calicata 1,2 y 3.
- Las cargas aplicadas para definir el dimensionamiento de la cimentación se realizan con cargas sin amplificar puesto que la capacidad de carga admisible se ha determinado con un factor de seguridad de 3.0 (esfuerzos admisibles)
- Tipo de cimentación: Zapatas aisladas o conectada
- Estrato de apoyo en la cimentación: Estrato I muestra I
- Parámetros de diseño:

#### CARGA ADMISIBLE PARA ZAPATA CUADRADO

##### Zapata aislada cuadrada:

|                                   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Ancho de la cimentación           | :1.20 m                  |
| Profundidad de Desplante Efectiva | :1.80 m                  |
| Densidad natural                  | :1.500 g/cm <sup>3</sup> |

**Carga admisible zapata aislada cuadrada: qadm= 1.26 kg/cm<sup>2</sup>**

#### CARGA ADMISIBLE PARTA CIMIENTO CORRIDO

##### Cimiento Corrido:

|                                   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Ancho de la cimentación           | :0.80 m                  |
| Profundidad de Desplante Efectiva | :1.20 m                  |
| Densidad natural                  | :1.500 g/cm <sup>3</sup> |

**Carga admisible cimiento corrido: qadm. = 0.87 kg/cm<sup>2</sup>**



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

## MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

- Los asentamientos inmediatos son los siguientes

ZAPATA CUADRADA      Si = 1.05 cm

CIMIENTO CORRIDO      Si = 1.10 cm

Página | 30

- los asentamientos inmediatos están por debajo de lo recomendado de 2.5 cm.
- Los cuadros muestran la variación de capacidad de carga admisible el cual resulta dividiendo la capacidad de carga límite entre el factor de seguridad.
- Los parámetros del suelo, factor de uso son:

|                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Factor de Zona (Z)                    | 0.35(Zona 3 ) |
| Tipo de Suelo                         | S3            |
| Factor de Amplificación del Suelo (S) | 1.15          |
| Periodo TP                            | 0.6           |
| Periodo TL                            | 2.0           |
| Factor de Uso                         | 1.5           |

- Las muestras fueron depositadas en las instalaciones del laboratorio.



#### 12.2 RECOMENDACIONES

- Los esfuerzos aplicados no deben exceder a la capacidad admisible.
- No extrapolar estos resultados.
- Los parámetros de diseño corresponden a las dimensiones del ancho de la zapata y la profundidad de desplante como valores mínimos, en el caso de que las fuerzas aplicadas al terreno sean mayores (cargas vivas y cargas muertas) incrementar estas dimensiones para que el parámetro de la carga admisible aumente.
- Para el diseño de concreto simple trabajar según la Norma (E-060) diseño en rotura, además de considerar las cargas aplicadas de la Norma (E-020) y la Norma de Diseño Sismo resistente (E-030).

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Braja m. Das (2001) Fundamentos de Ingeniería Geotécnica
- Ingeniería Geotécnica - Braja M Das
- INGEMMET A-037 Boletín CHIVAY 32
- Manual de laboratorio - Joshep Bowles
- Reglamento nacional de edificaciones 2019
- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-050 – Suelos y Cimentaciones
- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-030 - Diseño Sismo Resistente
- Terzaghi K Et. Al. (1980) Mecánica de Suelos en la Ingeniería practica
- Concrete Manual Bureau of Reclamation us Department of the Interior - WAS. 1966.
- Ingeniería de Cimentaciones - Manuel Delgado Vargas 1999.
- Geología de los Cuadrángulos de Arequipa - Carta Geológica Nacional 1964.
- Geología y estratigrafía del cuaternario y zonificación geotécnica del área Urbana de Arequipa - Convenio UNSA – CEREN 2001.

página | 31



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

#### 14. RESUMEN TECNICO

Página | 32

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACION  
"EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

DEPARTAMENTO DE AREQUIPA".

##### RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

|  |                           |       |           |
|--|---------------------------|-------|-----------|
| PROFESIONAL RESPONSABLE (PR)                       | MGUEL ANGEL TOLEDO ROMERO | FECHA | 8/09/2022 |
| TIPO DE CIMENTACION                                | CUADRADA O CORRIDO        |       |           |
| ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION                 | ESTRATO I                 |       |           |
| PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA                    | NP                        |       |           |
| <b>PARAMETROS DE DISEÑO DE CIMENTACION</b>         |                           |       |           |
| PROFUNDIDAD DE ZAPATA CUADRADA                     | 1.80 m                    |       |           |
| PROFUNDIDAD DE CIMIENTO CORRIDO                    | 1.20 m                    |       |           |
| PRESION ADMISIBLE CIMIENTO CUADRADO                | 1.26 Kg/cm <sup>2</sup>   |       |           |
| PRESION ADMISIBLE CIMIENTO CORRIDO                 | 0.87 Kg/cm <sup>2</sup>   |       |           |
| FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE                      | 3                         |       |           |
| ASENTAMIENTO PARA ZAPATA CUADRADA                  | 1.05 cm.                  |       |           |
| ASENTAMIENTO PARA CIMIENTO CORRIDO                 | 1.10 cm                   |       |           |
| <b>PARAMETROS SISMICOS DEL SUELO (NORMA E 030)</b> |                           |       |           |
| ZONA SISMICA                                       | 3                         |       |           |
| TIPO DE PERFIL DEL SUELO                           | S2                        |       |           |
| FACTOR DEL SUELO (S)                               | 1.15                      |       |           |
| PERIODO TP (S)                                     | 0.6                       |       |           |
| PERIODO TL (S)                                     | 2.0                       |       |           |
| AGRESIVIDAD DEL SUELO DE CIMENTACION               | NP (cemento tipo IP)      |       |           |
| <b>PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACION</b>         |                           |       |           |
| LICUACION  | --                        |       |           |
| COLAPSO  | --                        |       |           |
| EXPANSIÓN  | --                        |       |           |
| <b>INDICACIONES ADICIONALES</b>                    | --                        |       |           |

FECHA: 27/08/2022

MIGUEL ANGEL TOLEDO ROMERO  
INGENIERO CIVIL CIP 185388



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS. ASFALTO Y CONCRETO

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## PANEL FOTOGRAFICO



---

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS. ASFALTO Y CONCRETO

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales



CALICATA 01- FOTO 01, DETALLE



CALICATA 01- FOTO 02, PANORAMICO.



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

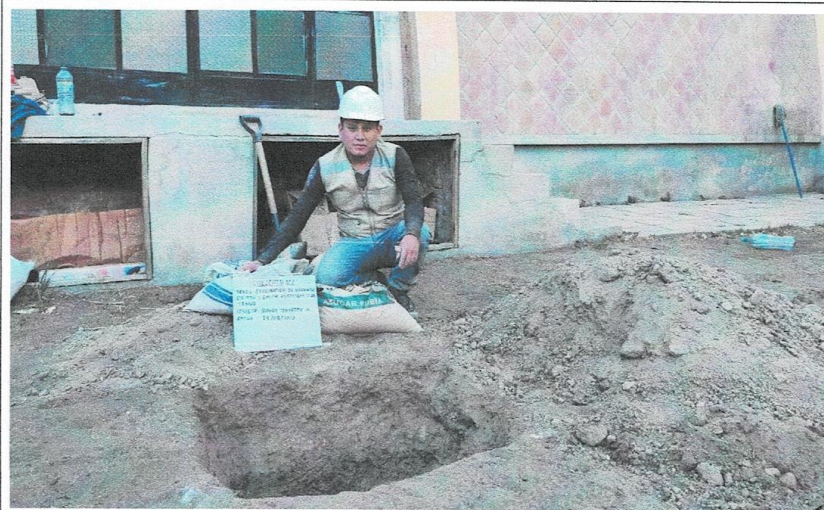
Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS. ASFALTO Y CONCRETO

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales



CALICATA 02- FOTO 03, DETALLE



CALICATA 02- FOTO 04, PANORAMICO.



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS. ASFALTO Y CONCRETO

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales



CALICATA 03- FOTO 04, DETALLE



CALICATA 03- FOTO 06, PANORAMICO.



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## MEMORIA DE CALCULO



---

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM D-3080**

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITADO : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

UBICACIÓN : AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA

CALICATA : 01

MUESTRA : 1 / M-02

TÉCNICO

FECHA : Setiembre-2022

PROF. (m) : 1.00 - 3.00

| CONTENIDO DE HUMEDAD :                   |          |                                       |        |
|--|----------|---------------------------------------|--------|
| N° DE RECIPIENTE                         | 1        | PESO MUESTRA + ANILLO (g)             | 124.40 |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.) | 3,695.00 | PESO DEL ANILLO (g)                   | 48.89  |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)   | 3,610.00 | PESO DE LA MUESTRA (g)                | 62.20  |
| PESO DEL AGUA (gr.)                      | 85.00    | ÁREA (cm <sup>2</sup> )               | 20.26  |
| PESO DEL RECIPIENTE (gr.)                | -        | VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )            | 40.52  |
| PESO DEL SUELO SECO (gr.)                | 3,610.00 | DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.535  |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)                | 2.35     | DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.500  |

ESFUERZO NORMAL : 0,5 kg/cm<sup>2</sup>

| TIEMPO (m.in) | EXTENSÓMETRO DE CARGA | DEFORMACIÓN (m.m) | DEFORMACIÓN NORMAL | FUERZA (kg) | ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------|---|
| 0.00          | -                     | 0.00              |                    | 0.00        | 0.000                                   |
| 0.25          | 0.9                   | 0.25              |                    | 8.42        | 0.416                                   |
| 0.50          | 1.0                   | 0.50              |                    | 9.14        | 0.451                                   |
| 0.75          | 0.5                   | 0.75              |                    | 9.16        | 0.452                                   |
| 1.00          | 0.7                   | 1.00              |                    | 9.63        | 0.476                                   |
| 1.25          | 0.9                   | 1.25              |                    | 10.23       | 0.505                                   |
| 1.50          | 1.0                   | 1.50              |                    | 10.84       | 0.535                                   |
| 1.75          | 1.1                   | 1.75              |                    | 11.22       | 0.554                                   |
| 2.00          | 1.2                   | 2.00              |                    | 11.59       | 0.572                                   |
| 2.5           | 1.3                   | 2.50              |                    | 11.92       | 0.588                                   |
| 3.0           | 1.4                   | 3.00              |                    | 12.16       | 0.600                                   |
| 3.5           | 1.5                   | 3.50              |                    | 12.44       | 0.614                                   |
| 4.0           | 1.5                   | 4.00              |                    | 12.76       | 0.630                                   |
| 4.5           | 1.6                   | 4.50              |                    | 12.99       | 0.641                                   |
| 5.0           | 1.7                   | 5.00              |                    | 13.26       | 0.654                                   |
| 5.5           | 1.7                   | 5.50              |                    | 13.48       | 0.665                                   |
| 6.0           | 1.7                   | 6.00              |                    | 13.76       | 0.679                                   |
| 6.5           | 1.7                   | 6.50              |                    | 13.90       | 0.686                                   |
| 7.0           | 1.8                   | 7.00              |                    | 14.17       | 0.699                                   |
| 7.5           | 1.8                   | 7.50              |                    | 14.21       | 0.701                                   |
| 8.0           | 1.8                   | 8.00              |                    | 14.30       | 0.706                                   |
| 8.5           | 1.9                   | 8.50              |                    | 14.40       | 0.711                                   |
| 9.0           | 1.9                   | 9.00              |                    | 14.45       | 0.713                                   |
| 10.0          | 2.0                   | 10.00             |                    | 14.48       | 0.715                                   |
| 11.0          | 2.0                   | 11.00             |                    | 14.40       | 0.711                                   |
| 12.0          | 2.0                   | 12.00             |                    | 14.35       | 0.700                                   |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
CIP 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
ASTM D-3080

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITADO : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

UBICACIÓN : AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA

CALICATA : 01

MUESTRA : 1 / M-02

PROF. (m) : 1.00 - 3.00

TÉCNICO

FECHA : Setiembre-2022

| CONTENIDO DE HUMEDAD :                   |          |                                       |        |
|--|----------|---------------------------------------|--------|
| Nº DE RECIPIENTE                         | 2        | PESO MUESTRA + ANILLO (g)             | 123.89 |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.) | 3,695.00 | PESO DEL ANILLO (g)                   | 48.89  |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)   | 3,610.00 | PESO DE LA MUESTRA (g)                | 62.20  |
| PESO DEL AGUA (gr.)                      | 85.00    | ÁREA (cm <sup>2</sup> )               | 20.26  |
| PESO DEL RECIPIENTE (gr.)                | -        | VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )            | 40.52  |
| PESO DEL SUELO SECO (gr.)                | 3,610.00 | DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.535  |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)                | 2.35     | DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.500  |

ESFUERZO NORMAL : 1,0 kg/cm<sup>2</sup>

| TIEMPO (min) | EXTENSÓMETRO DE CARGA | DEFORMACIÓN (mm) | DEFORMACIÓN NORMAL | FUERZA (kg) | ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|-----------------------|------------------|--------------------|-------------|---|
| 0.00         | -                     | 0.00             |                    | 0.00        | 0.000                                   |
| 0.25         | 0.9                   | 0.25             |                    | 8.38        | 0.414                                   |
| 0.50         | 1.0                   | 0.50             |                    | 9.00        | 0.444                                   |
| 0.75         | 1.0                   | 0.75             |                    | 9.09        | 0.448                                   |
| 1.00         | 1.0                   | 1.00             |                    | 9.49        | 0.468                                   |
| 1.25         | 1.1                   | 1.25             |                    | 10.25       | 0.506                                   |
| 1.50         | 1.2                   | 1.50             |                    | 11.19       | 0.552                                   |
| 1.75         | 1.3                   | 1.75             |                    | 12.12       | 0.598                                   |
| 2.00         | 1.4                   | 2.00             |                    | 13.00       | 0.641                                   |
| 2.5          | 1.5                   | 2.50             |                    | 13.78       | 0.680                                   |
| 3.0          | 1.6                   | 3.00             |                    | 14.53       | 0.717                                   |
| 3.5          | 1.7                   | 3.50             |                    | 15.26       | 0.753                                   |
| 4.0          | 1.7                   | 4.00             |                    | 15.98       | 0.789                                   |
| 4.5          | 1.8                   | 4.50             |                    | 16.62       | 0.820                                   |
| 5.0          | 1.9                   | 5.00             |                    | 17.30       | 0.854                                   |
| 5.5          | 1.9                   | 5.50             |                    | 17.86       | 0.882                                   |
| 6.0          | 2.0                   | 6.00             |                    | 18.31       | 0.904                                   |
| 6.5          | 2.0                   | 6.50             |                    | 18.65       | 0.921                                   |
| 7.0          | 2.1                   | 7.00             |                    | 18.98       | 0.937                                   |
| 7.5          | 2.1                   | 7.50             |                    | 19.16       | 0.946                                   |
| 8.0          | 2.1                   | 8.00             |                    | 19.31       | 0.953                                   |
| 8.5          | 2.1                   | 8.50             |                    | 19.31       | 0.953                                   |
| 9.0          | 2.1                   | 9.00             |                    | 19.25       | 0.950                                   |
| 10.0         | 2.1                   | 10.00            |                    | 19.23       | 0.949                                   |
| 11.0         | 2.1                   | 11.00            |                    | 19.08       | 0.942                                   |
| 12.0         | 2.1                   | 12.00            |                    | 18.98       | 0.937                                   |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero

C.I.P. 185388 - CIVIL

MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM D-3080**

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITADO : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

UBICACIÓN : AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA

CALICATA : 01

MUESTRA : 1 / M-02

PROF. (m) : 1.00 - 3.00

TÉCNICO

FECHA : Setiembre-2022

| CONTENIDO DE HUMEDAD :                   |          |                                       |        |
|--|----------|---------------------------------------|--------|
| Nº DE RECIPIENTE                         | 2        | PESO MUESTRA + ANILLO (g)             | 123.89 |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.) | 3,695.00 | PESO DEL ANILLO (g)                   | 48.89  |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)   | 3,610.00 | PESO DE LA MUESTRA (g)                | 62.20  |
| PESO DEL AGUA (gr.)                      | 85.00    | ÁREA (cm <sup>2</sup> )               | 20.26  |
| PESO DEL RECIPIENTE (gr.)                | -        | VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )            | 40.52  |
| PESO DEL SUELO SECO (gr.)                | 3,610.00 | DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.535  |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)                | 2.35     | DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.500  |

ESFUERZO NORMAL : 1,0 kg/cm<sup>2</sup>

| TIEMPO (min) | EXTENSÓMETRO DE CARGA | DEFORMACIÓN (mm) | DEFORMACIÓN NORMAL | FUERZA (kg) | ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|-----------------------|------------------|--------------------|-------------|---|
| 0.00         | -                     | 0.00             |                    | 0.00        | 0.000                                   |
| 0.25         | -                     | 0.25             |                    | 8.70        | 0.429                                   |
| 0.50         | -                     | 0.50             |                    | 9.33        | 0.461                                   |
| 0.75         | -                     | 0.75             |                    | 9.38        | 0.463                                   |
| 1.00         | -                     | 1.00             |                    | 9.81        | 0.484                                   |
| 1.25         | -                     | 1.25             |                    | 11.28       | 0.557                                   |
| 1.50         | -                     | 1.50             |                    | 13.30       | 0.656                                   |
| 1.75         | -                     | 1.75             |                    | 14.76       | 0.729                                   |
| 2.00         | -                     | 2.00             |                    | 15.96       | 0.788                                   |
| 2.5          | -                     | 2.50             |                    | 17.00       | 0.839                                   |
| 3.0          | -                     | 3.00             |                    | 18.05       | 0.891                                   |
| 3.5          | -                     | 3.50             |                    | 18.99       | 0.937                                   |
| 4.0          | -                     | 4.00             |                    | 19.91       | 0.983                                   |
| 4.5          | -                     | 4.50             |                    | 20.83       | 1.028                                   |
| 5.0          | -                     | 5.00             |                    | 21.64       | 1.068                                   |
| 5.5          | -                     | 5.50             |                    | 22.43       | 1.107                                   |
| 6.0          | -                     | 6.00             |                    | 23.11       | 1.141                                   |
| 6.5          | -                     | 6.50             |                    | 23.60       | 1.165                                   |
| 7.0          | -                     | 7.00             |                    | 23.98       | 1.184                                   |
| 7.5          | -                     | 7.50             |                    | 24.28       | 1.198                                   |
| 8.0          | -                     | 8.00             |                    | 24.47       | 1.208                                   |
| 8.5          | -                     | 8.50             |                    | 24.58       | 1.213                                   |
| 9.0          | -                     | 9.00             |                    | 24.59       | 1.214                                   |
| 10.0         | -                     | 10.00            |                    | 24.57       | 1.213                                   |
| 11.0         | -                     | 11.00            |                    | 24.38       | 1.203                                   |
| 12.0         | -                     | 12.00            |                    | 24.30       | 1.200                                   |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 105308 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
ASTM D-3080

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITADO : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

UBICACIÓN : AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA

CALICATA : 01

MUESTRA : 1 / M-02

PROF. (m) : 1.00 - 3.00

TÉCNICO

FECHA : Setiembre-2022

| CONTENIDO DE HUMEDAD :                   |          |                                       |        |
|--|----------|---------------------------------------|--------|
| Nº DE RECIPIENTE                         | 3        | PESO MUESTRA + ANILLO (g)             | 124.89 |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.) | 3,695.00 | PESO DEL ANILLO (g)                   | 48.89  |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)   | 3,610.00 | PESO DE LA MUESTRA (g)                | 62.20  |
| PESO DEL AGUA (gr.)                      | 85.00    | ÁREA (cm <sup>2</sup> )               | 20.26  |
| PESO DEL RECIPIENTE (gr.)                | -        | VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )            | 40.52  |
| PESO DEL SUELO SECO (gr.)                | 3,610.00 | DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.535  |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)                | 2.35     | DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.500  |

ESFUERZO NORMAL : 2,0 kg/cm<sup>2</sup>

| TIEMPO (min) | EXTENSÓMETRO DE CARGA | DEFORMACIÓN (mm) | DEFORMACIÓN NORMAL | FUERZA (kg) | ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|-----------------------|------------------|--------------------|-------------|---|
| 0.00         | -                     | 0.00             |                    | 0.00        | 0.000                                   |
| 0.25         | 0.9                   | 0.25             |                    | 8.09        | 0.399                                   |
| 0.50         | 0.9                   | 0.50             |                    | 8.59        | 0.424                                   |
| 0.75         | 0.9                   | 0.75             |                    | 8.66        | 0.428                                   |
| 1.00         | 1.0                   | 1.00             |                    | 9.15        | 0.452                                   |
| 1.25         | 1.2                   | 1.25             |                    | 10.63       | 0.525                                   |
| 1.50         | 1.4                   | 1.50             |                    | 12.75       | 0.629                                   |
| 1.75         | 1.6                   | 1.75             |                    | 14.69       | 0.725                                   |
| 2.00         | 1.8                   | 2.00             |                    | 16.32       | 0.806                                   |
| 2.5          | 1.9                   | 2.50             |                    | 17.64       | 0.871                                   |
| 3.0          | 2.1                   | 3.00             |                    | 19.00       | 0.938                                   |
| 3.5          | 2.2                   | 3.50             |                    | 20.07       | 0.991                                   |
| 4.0          | 2.3                   | 4.00             |                    | 21.15       | 1.044                                   |
| 4.5          | 2.4                   | 4.50             |                    | 22.12       | 1.092                                   |
| 5.0          | 2.5                   | 5.00             |                    | 23.05       | 1.138                                   |
| 5.5          | 2.6                   | 5.50             |                    | 23.97       | 1.183                                   |
| 6.0          | 2.7                   | 6.00             |                    | 24.75       | 1.222                                   |
| 6.5          | 2.8                   | 6.50             |                    | 25.52       | 1.260                                   |
| 7.0          | 2.9                   | 7.00             |                    | 26.23       | 1.295                                   |
| 7.5          | 2.9                   | 7.50             |                    | 26.68       | 1.317                                   |
| 8.0          | 3.0                   | 8.00             |                    | 27.17       | 1.341                                   |
| 8.5          | 3.0                   | 8.50             |                    | 27.44       | 1.355                                   |
| 9.0          | 3.0                   | 9.00             |                    | 27.72       | 1.368                                   |
| 10.0         | 3.0                   | 10.00            |                    | 27.90       | 1.377                                   |
| 11.0         | 3.0                   | 11.00            |                    | 27.94       | 1.379                                   |
| 12.0         | 3.0                   | 12.00            |                    | 27.71       | 1.368                                   |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185368 - CIVIL

MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

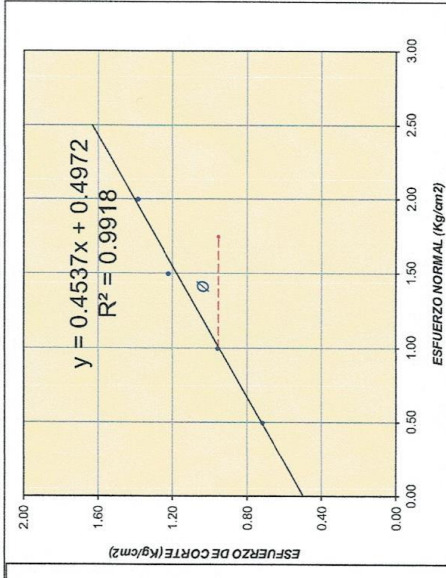
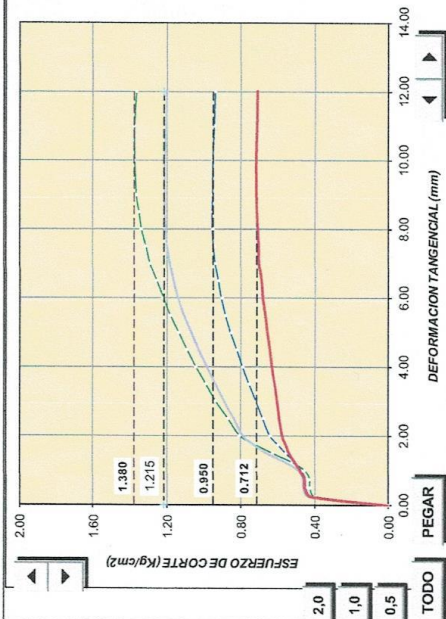
- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

ASTM D-3080

PROYECTO "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"  
 SOLICITADO : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
 UBICACIÓN : AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  
 MUESTRA : T  
 PROF. (m) : 3.00  
 TÉCNICO : N.A.Z.S.  
 FECHA : Septiembre-2022  
 PROCEDENCIA : 01  
 CLASIF. SUCS : SM  
 I.P. : % MENOR QUE MALLA N° 200 :

| MUESTRA N° | CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES |                |                                 |                                 |
|------------|------------------------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|
|            | ÁREA (cm <sup>2</sup> )            | CONT. HUM. (%) | DENS. SECA (t/cm <sup>3</sup> ) | ESFUERZOS (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 01         | 20.26                              | 2.35           | 1.500                           | 0.712                           |
| 02         | 20.26                              | 2.35           | 1.500                           | 0.950                           |
| 04         | 20.26                              | 2.35           | 1.500                           | 1.215                           |
| 04         | 20.26                              | 2.35           | 1.500                           | 1.380                           |



OBSERVACIONES: MUESTRA ENSAYADA EN CONDICIONES CONSOLIDADA DRENADA TAMIZADO POR LA MALLA N° 4 (4,75mm)

| RESULTADOS DE ENSAYOS          |      |                        |
|--------------------------------|------|------------------------|
| COHESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | 0.50 | ANGULO DE FRICCIÓN (°) |
|                                |      | 24.4                   |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
 C.I.F. 185388 - CIVIL

MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITADO : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

UBICACIÓN : AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA

CALICATA : 01

MUESTRA : 1 / M-02

PROF. (m) : 1.00 - 3.00

TÉCNICO

FECHA : Setiembre-2022

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : REMOLDADA  
 ÁREA DE LOS ESPECÍMENES : 20.26 cm<sup>2</sup>  
 VOLUMEN DE LOS ESPECÍMENES : 40.52 cm<sup>3</sup>

CLASIFICACIÓN SUCS : 0  
 LÍMITE LÍQUIDO : --  
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD : NP  
 % MENOR QUE LA MALLA N° 200 : 0.0 %

N° DE MUESTRA :  
 CONTENIDO DE HUMEDAD % :  
 DENSIDAD HÚMEDA g/cm<sup>3</sup> :  
 DENSIDAD SECA g/cm<sup>3</sup> :  
 ESFUERZO NORMAL kg/cm<sup>2</sup> :

| 01                          |   | 02                          |   | 03                          |   |
|-----------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|---|
| 2.4                         |   | 2.4                         |   | 2.4                         |   |
| 1.535                       |   | 1.535                       |   | 1.535                       |   |
| 1.500                       |   | 1.500                       |   | 1.500                       |   |
| 0.5                         |   | 1.0                         |   | 2.0                         |   |
| DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm) | ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm) | ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm) | ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0.25                        | 0.416                                   | 0.25                        | 0.414                                   | 0.25                        | 0.399                                   |
| 0.50                        | 0.451                                   | 0.50                        | 0.444                                   | 0.50                        | 0.424                                   |
| 0.75                        | 0.452                                   | 0.75                        | 0.448                                   | 0.75                        | 0.428                                   |
| 1.00                        | 0.476                                   | 1.00                        | 0.468                                   | 1.00                        | 0.452                                   |
| 1.25                        | 0.505                                   | 1.25                        | 0.506                                   | 1.25                        | 0.525                                   |
| 1.50                        | 0.535                                   | 1.50                        | 0.552                                   | 1.50                        | 0.629                                   |
| 1.75                        | 0.554                                   | 1.75                        | 0.598                                   | 1.75                        | 0.725                                   |
| 2.00                        | 0.572                                   | 2.00                        | 0.641                                   | 2.00                        | 0.806                                   |
| 2.50                        | 0.588                                   | 2.50                        | 0.680                                   | 2.50                        | 0.871                                   |
| 3.00                        | 0.600                                   | 3.00                        | 0.717                                   | 3.00                        | 0.938                                   |
| 3.50                        | 0.614                                   | 3.50                        | 0.753                                   | 3.50                        | 0.991                                   |
| 4.00                        | 0.630                                   | 4.00                        | 0.789                                   | 4.00                        | 1.044                                   |
| 4.50                        | 0.641                                   | 4.50                        | 0.820                                   | 4.50                        | 1.092                                   |
| 5.00                        | 0.654                                   | 5.00                        | 0.854                                   | 5.00                        | 1.138                                   |
| 5.50                        | 0.665                                   | 5.50                        | 0.882                                   | 5.50                        | 1.183                                   |
| 6.00                        | 0.679                                   | 6.00                        | 0.904                                   | 6.00                        | 1.222                                   |
| 6.50                        | 0.686                                   | 6.50                        | 0.921                                   | 6.50                        | 1.260                                   |
| 7.00                        | 0.699                                   | 7.00                        | 0.937                                   | 7.00                        | 1.295                                   |
| 7.50                        | 0.701                                   | 7.50                        | 0.946                                   | 7.50                        | 1.317                                   |
| 8.00                        | 0.706                                   | 8.00                        | 0.953                                   | 8.00                        | 1.341                                   |
| 8.50                        | 0.711                                   | 8.50                        | 0.953                                   | 8.50                        | 1.355                                   |
| 9.00                        | 0.713                                   | 9.00                        | 0.950                                   | 9.00                        | 1.368                                   |
| 10.00                       | 0.715                                   | 10.00                       | 0.949                                   | 10.00                       | 1.377                                   |
| 11.00                       | 0.711                                   | 11.00                       | 0.942                                   | 11.00                       | 1.379                                   |
| 12.00                       | 0.708                                   | 12.00                       | 0.937                                   | 12.00                       | 1.368                                   |

Ángulo de Fricción

$$\phi = 24.4^\circ$$

Cohesión

$$C = 0.50 \text{ kg/cm}^2$$



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
 C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



# GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## SALES SOLUBLES

MTC E 219

OBRA : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITA : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

FECHA : 1-Jun-22

PESO DE MATERIAL : 100 gr.

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACIÓN CALICATA 01

C= Constituyentes Solubles en partes por Millón  
 D= Disolución de la Mezcla tierra- agua - en gr.=5  
 P= Porcentaje de Constituyentes Solubles por Peso en Seco  
 proporción de Tierra - Agua- 1:5

### ENSAYO N° 1

| N DE MUESTRA | UBICACIÓN DE MUESTRA | N° CAPSULA | VOLUMEN DE FILTRADO EN C.C. Y C.m. | PESO CAPSULA + RESIDUO gr. | PESO CAPSULA gr. | PESO RESIDUO W gr. | C = $\frac{W}{V} (1000000)$ |  | C* D P = $\frac{10000}{\%}$ |
|--------------|----------------------|------------|------------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
|              |                      |            |                                    |                            |                  |                    | P.P.M.                      |  |                             |
| 1            | M-1                  | C          | 160.88                             | 61.900                     | 61.850           | 0.050              | 311                         |  | 0.155                       |

- 1.-LA COPIA DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO ES VÁLIDO SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
 C.I.P. 185388 - CIVIL

MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NORMA ASTM D-422

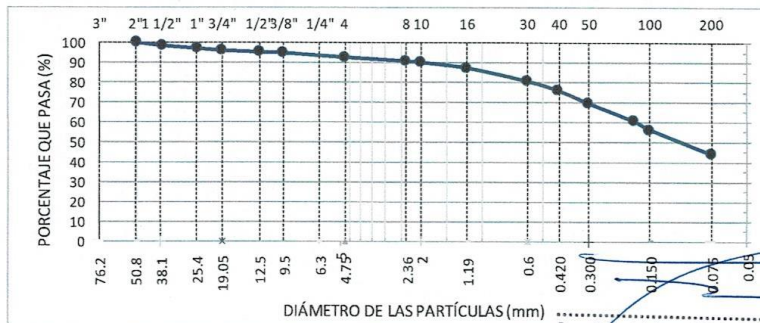
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARRQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

MUESTRA: CALICATA 1  
ESTRATO: MUESTRA 1  
CONDICIÓN: ALTERADO

CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
F. EMISIÓN: 8/09/2022

| CLASIFICACIÓN SUCS          | MALLA ASTM    | ABERTURA (mm) | Peso Retenido (g) | % Retenido | % Pas. Acumulado | ESPECIFICACION A-1 AASHTO M-147 |
|-----------------------------|---------------|---------------|-------------------|------------|------------------|---------------------------------|
| SM                          | >3"           |               |                   |            |                  |                                 |
|                             | 3"            | 75.00         |                   |            |                  |                                 |
| ARENA LIMOSA                | 2 1/2"        | 63.00         |                   |            |                  |                                 |
|                             | 2"            | 50.00         |                   |            | 100.00           |                                 |
| <b>CLASIFICACION AASHTO</b> |               |               |                   |            |                  |                                 |
|                             | 11/2"         | 37.50         | 76                | 1.58       | 98.42            |                                 |
|                             | 1"            | 25.00         | 70                | 1.45       | 96.97            |                                 |
|                             | 3/4"          | 19.00         | 43                | 0.89       | 96.07            |                                 |
|                             | 1/2"          | 12.50         | 42                | 0.87       | 95.20            |                                 |
|                             | 3/8"          | 9.50          | 20                | 0.42       | 94.78            |                                 |
|                             | Nº 4          | 4.75          | 106               | 2.20       | 92.58            |                                 |
| <b>COEFICIENTES</b>         |               |               |                   |            |                  |                                 |
|                             | Nº 8          | 2.36          | 14.1              | 1.87       | 90.71            |                                 |
| $C_u = 10.383$              | $C_c = 0.867$ | Nº 10         | 2.00              | 5.2        | 0.69             | 90.02                           |
|                             |               | Nº 16         | 1.19              | 21.2       | 2.81             | 87.21                           |
| Wmi                         | 4811.0        | Nº 30         | 0.60              | 50.6       | 6.71             | 80.49                           |
| Wp N4                       | 4454.0        | Nº 40         | 0.425             | 35.1       | 4.66             | 75.84                           |
| Wmif                        | 700.0         | Nº 50         | 0.300             | 48.5       | 6.43             | 69.40                           |
|                             |               | Nº 80         | 0.180             | 67.6       | 8.97             | 60.44                           |
| GRAVA                       | 7.4%          | Nº 100        | 0.150             | 32.7       | 4.34             | 56.10                           |
| ARENA                       | 48.6%         | Nº 200        | 0.075             | 91.2       | 12.10            | 44.00                           |
| FINOS                       | 44.0%         | FONDO         |                   | 331.7      | 44.00            |                                 |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO  
CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA ASTM D-2216**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA

CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

MUESTRA: CALICATA 1

ESTRATO: MUESTRA 1

CONDICIÓN: ALTERADO

CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022

F. RECEPCIÓN: 27/08/2022

F. EMISIÓN: 8/09/2022

| CONTENIDO DE HUMEDAD            |        |
|---------------------------------|--------|
| DESCRIPCIÓN                     |        |
| PESO SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g) | 4939.0 |
| PESO SUELO SECO + CÁPSULA (g)   | 4811.0 |
| PESO DEL AGUA (g)               | 128.0  |
| PESO DE LA CÁPSULA (g)          | 0.0    |
| PESO NETO DEL SUELO SECO (g)    | 4811   |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD %         | 2.7    |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## INFORME DE ENSAYO DENSIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA

|                     |   |                    |              |
|---------------------|---|--------------------|--------------|
| PROYECTO:           | "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022" |                    |              |
| UBICACIÓN:          | AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  |                    |              |
| CLIENTE:            | RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA   |                    |              |
| DIRECCIÓN:          | P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER   |                    |              |
| DATOS DE LA MUESTRA |   |                    |              |
| MUESTRA:            | CALICATA 1  | CÓDIGO DE MUESTRA: | MS-1568-2022 |
| ESTRATO:            | MUESTRA 1   | F. RECEPCIÓN:      | 27/08/2022   |
| CONDICIÓN:          | ALTERADO  | F. EMISIÓN:        | 8/09/2022    |

| DENSIDAD MÍNIMA                           |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| DESCRIPCION                               | 1      | 2      | 3      |
| PESO MOLDE ( g )                          | 6703   | 6703   | 6703   |
| PESO MOLDE + SUELO ( g )                  | 9408   | 9401   | 9407   |
| PESO SECO DE LA MUESTRA ( g )             | 2705   | 2698   | 2704   |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA ( cm <sup>3</sup> ) | 2112.2 | 2112.2 | 2112.2 |
| PESO ESPECIFICO ( g/cm <sup>3</sup> )     | 1.281  | 1.277  | 1.280  |

DENSIDAD MÍNIMA | 1.279 g/cm<sup>3</sup>

| DENSIDAD MÁXIMA                           |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| DESCRIPCION                               | 1      | 2      | 3      |
| PESO MOLDE ( g )                          | 6703   | 6703   | 6703   |
| PESO MOLDE + SUELO ( g )                  | 9729   | 9739   | 9733   |
| PESO SECO DE LA MUESTRA ( g )             | 3026   | 3036   | 3030   |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA ( cm <sup>3</sup> ) | 2112.2 | 2112.2 | 2112.2 |
| PESO ESPECIFICO ( g/cm <sup>3</sup> )     | 1.433  | 1.437  | 1.435  |

DENSIDAD MÁXIMA | 1.435 g/cm<sup>3</sup>



Ing. Miguel Ángel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOIN
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL E
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**SALES SOLUBLES**

MTC E 219

OBRA : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITA : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
FECHA : 1-Jun-22

PESO DE MATERIAL : 100 gr. MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA 02

C= Constituyentes Solubles en partes por Millón  
D= Disolución de la Mezcla tierra-agua - en gr.=5  
P= Porcentaje de Constituyentes Solubles por Peso en Seco  
proporción de Tierra - Agua- 1:5

**ENSAYO N° 1**

| N DE MUESTRA | UBICACIÓN DE MUESTRA | N° DE CAPSULA | VOLUMEN DE FILTRADO EN C.C. Y Cm. | PESO CAPSULA + RESIDUO gr. | PESO CAPSULA gr. | PESO RESIDUO W gr. | C = $\frac{(w)(1'000'000)}{V}$ |  | P = $\frac{C * D}{10000}$ % |
|--------------|----------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|
|              |                      |               |                                   |                            |                  |                    | P.P.M.                         |  |                             |
| 1            | M-2                  | C             | 162.41                            | 64.880                     | 64.850           | 0.030              | 185                            |  | 0.092                       |

- 1.-LA COPIA DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO ES VÁLIDO SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



*[Signature]*  
Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

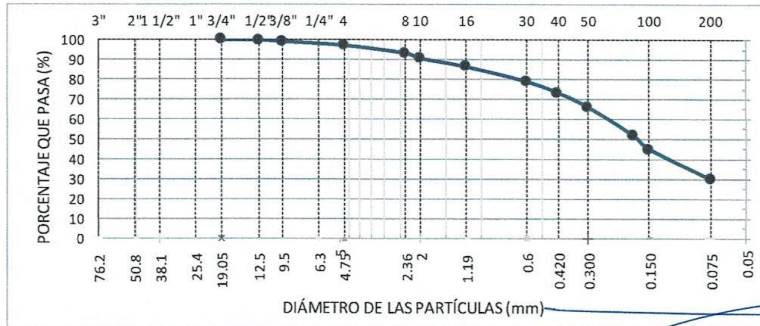
NORMA ASTM D-422

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

MUESTRA: CALICATA 1 CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
ESTRATO: MUESTRA 2 F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
CONDICIÓN: ALTERADO F. EMISIÓN: 8/09/2022

| CLASIFICACIÓN SUCS     | MALLA ASTM             | ABERTURA (mm) | Peso Retenido (g) | % Retenido | % Pas. Acumulado | ESPECIFICACION A-1 AASHTO M-17 |
|------------------------|------------------------|---------------|-------------------|------------|------------------|--------------------------------|
| SM                     | >3"                    |               |                   |            |                  |                                |
| ARENA LIMOSA           | 3"                     | 75.00         |                   |            |                  |                                |
|                        | 2 1/2"                 | 63.00         |                   |            |                  |                                |
| CLASIFICACIÓN AASHTO   | 2"                     | 50.00         |                   |            |                  |                                |
|                        | 1 1/2"                 | 37.50         |                   |            |                  |                                |
|                        | 1"                     | 25.00         |                   |            |                  |                                |
|                        | 3/4"                   | 19.00         |                   |            | 100.00           |                                |
|                        | 1/2"                   | 12.50         | 12                | 0.28       | 99.72            |                                |
|                        | 3/8"                   | 9.50          | 29                | 0.68       | 99.04            |                                |
| COEFICIENTES           | Nº 4                   | 4.75          | 84                | 1.97       | 97.07            |                                |
|                        | Nº 8                   | 2.36          | 28.3              | 3.93       | 93.14            |                                |
| C <sub>u</sub> = 9.918 | C <sub>c</sub> = 0.921 | Nº 10         | 2.00              | 18.8       | 2.61             | 90.53                          |
|                        |                        | Nº 16         | 1.19              | 30.7       | 4.26             | 86.27                          |
| W <sub>m</sub> i       | 4259.0                 | Nº 30         | 0.60              | 54.0       | 7.49             | 78.78                          |
| W <sub>p</sub> Nº 4    | 4134.0                 | Nº 40         | 0.425             | 39.8       | 5.52             | 73.25                          |
| W <sub>m</sub> i f     | 700.0                  | Nº 50         | 0.300             | 52.8       | 7.33             | 65.93                          |
|                        |                        | Nº 80         | 0.180             | 102.3      | 14.20            | 51.73                          |
| GRAVA                  | 2.9%                   | Nº 100        | 0.150             | 49.3       | 6.84             | 44.89                          |
| ARENA                  | 67.3%                  | Nº 200        | 0.075             | 109.0      | 15.13            | 29.76                          |
| FINOS                  | 29.8%                  | FONDO         |                   | 214.5      | 29.76            |                                |



OBSERVACIONES:

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO  
CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA ASTM D-2216**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

MUESTRA: CALICATA 1  
ESTRATO: MUESTRA 2  
CONDICIÓN: ALTERADO

CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
F. EMISIÓN: 8/09/2022

| CONTENIDO DE HUMEDAD            |        |
|---------------------------------|--------|
| DESCRIPCIÓN                     |        |
| PESO SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g) | 4431.0 |
| PESO SUELO SECO + CÁPSULA (g)   | 4259.0 |
| PESO DEL AGUA (g)               | 172.0  |
| PESO DE LA CÁPSULA (g)          | 0.0    |
| PESO NETO DEL SUELO SECO (g)    | 4259   |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD %         | 4.0    |



OBSERVACIONES:

  
Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**  
Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa  
Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO  
PESO VOLUMETRICO DE SUELOS COHESIVOS  
ASTM D 2937**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA

CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 – J. HUNTER

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA: CALICATA 1

CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022

ESTRATO: MUESTRA 1

F. RECEPCIÓN: 27/08/2022

CONDICIÓN: ALTERADO

F. EMISIÓN: 8/09/2022

| DESCRIPCIÓN                      | UNIDAD            | DATO  |
|----------------------------------|-------------------|-------|
| Peso Muestra Seca                | g                 | 100.0 |
| Peso Picnometro + agua           | g                 | 365.0 |
| Peso Picnometro + agua + muestra | g                 | 423.5 |
| Volumen de la Muestra            | cm <sup>3</sup>   | 41.50 |
| Temperatura                      | °C                | 18.30 |
| Peso unitario del agua           | g/cm <sup>3</sup> | 1.00  |

|                     |                   |      |
|---------------------|-------------------|------|
| Gravedad Específica | g/cm <sup>3</sup> | 2.41 |
|---------------------|-------------------|------|



OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA SA
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC







**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

### INFORME DE ENSAYO

#### DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 – J. HUNTER

#### DATOS DE LA MUESTRA

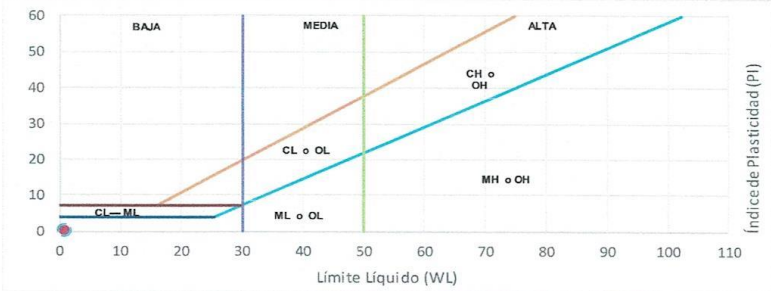
MUESTRA: CALICATA 1 CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
ESTRATO: MUESTRA 2 F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
CONDICIÓN: ALTERADO F. EMISIÓN: 8/09/2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO  
NORMA ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO  
NORMA ASTM D-4319

|                                 |       |  |  |  |  |
|---------------------------------|-------|--|--|--|--|
| Peso del suelo húmedo + cápsula | ( g ) |  |  |  |  |
| Peso del suelo seco + cápsula   | ( g ) |  |  |  |  |
| Peso de la cápsula              | ( g ) |  |  |  |  |
| Peso del suelo seco             | ( g ) |  |  |  |  |
| Peso del agua                   | ( g ) |  |  |  |  |
| Contenido de Humedad            | ( % ) |  |  |  |  |
| Número de Golpes                | ( N ) |  |  |  |  |

|                 |    |                   |    |
|-----------------|----|-------------------|----|
| Límite Líquido  | NP | Ind.. Plasticidad | NP |
| Límite Plástico | NP | P. Malla N°40 (%) |    |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

#### OBSERVACIONES:

- 1.- LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA
- 2.- EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
- 3.- EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frio y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**SALES SOLUBLES**

MTC E 219

OBRA : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITA : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

FECHA : 1-Jun-22

PESO DE MATERIAL 100 gr. MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA 03

C= Constituyentes Solubles en partes por Millón

D= Disolución de la Mezcla tierra- agua - en gr.=5

P= Porcentaje de Constituyentes Solubles por Peso en Seco

proporción de Tierra - Agua- 1:5

**ENSAYO N° 1**

| N DE MUESTRA | UBICACIÓN DE MUESTRA | N° DE CAPSULA | VOLUMEN DE FILTRADO EN C.C. Y C.m. | PESO CAPSULA + RESIDUO gr. | PESO CAPSULA gr. | PESO RESIDUO W gr. | $C = \frac{W}{V} (1000000)$ P.P.M. | $P = \frac{C \cdot D}{10000}$ % |
|--------------|----------------------|---------------|------------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 1            | M-3                  | C             | 161.88                             | 61.900                     | 61.880           | 0.020              | 124                                | 0.062                           |

- 1.-LA COPIA DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO ES VÁLIDO SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NORMA ASTM D-422

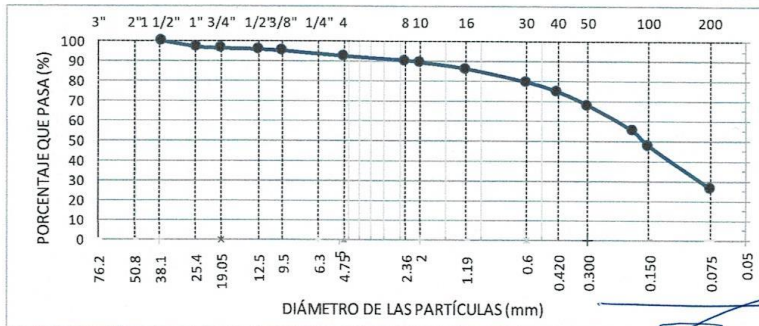
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCION: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

MUESTRA: CALICATA 1  
ESTRATO: MUESTRA 3  
CONDICION: ALTERADO

CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
F. EMISIÓN: 8/09/2022

| CLASIFICACION SUCS     | MALLA ASTM             | ABERTURA (mm) | Peso Retenido (g) | % Retenido | % Pas. Acumulado | ESPECIFICACION A-1 AASHTO M-147 |
|------------------------|------------------------|---------------|-------------------|------------|------------------|---------------------------------|
| SM                     | >3"                    |               |                   |            |                  |                                 |
| ARENA LIMOSA           | 3"                     | 75.00         |                   |            |                  |                                 |
|                        | 2 1/2"                 | 63.00         |                   |            |                  |                                 |
|                        | 2"                     | 50.00         |                   |            |                  |                                 |
| CLASIFICACION AASHTO   | 11/2"                  | 37.50         |                   |            | 100.00           |                                 |
|                        | 1"                     | 25.00         | 133               | 2.89       | 97.11            |                                 |
|                        | 3/4"                   | 19.00         | 34                | 0.74       | 96.37            |                                 |
|                        | 1/2"                   | 12.50         | 24                | 0.52       | 95.85            |                                 |
|                        | 3/8"                   | 9.50          | 31                | 0.67       | 95.17            |                                 |
|                        | Nº 4                   | 4.75          | 119               | 2.59       | 92.59            |                                 |
| COEFICIENTES           | Nº 8                   | 2.36          | 17.1              | 2.27       | 90.32            |                                 |
| C <sub>u</sub> = 7.954 | C <sub>c</sub> = 1.200 | Nº 10         | 2.00              | 6.9        | 0.91             | 89.41                           |
|                        |                        | Nº 16         | 1.19              | 24.7       | 3.28             | 86.13                           |
| W <sub>m</sub> i       | 4601.0                 | Nº 30         | 0.60              | 50.1       | 6.64             | 79.49                           |
| W <sub>p</sub> Nº4     | 4260.0                 | Nº 40         | 0.425             | 35.7       | 4.73             | 74.76                           |
| W <sub>m</sub> i f     | 700.0                  | Nº 50         | 0.300             | 52.1       | 6.91             | 67.85                           |
| GRAVA                  | 7.4%                   | Nº 80         | 0.180             | 97.0       | 12.86            | 54.99                           |
|                        | 66.3%                  | Nº 100        | 0.150             | 56.7       | 7.52             | 47.47                           |
| ARENA                  |                        | Nº 200        | 0.075             | 159.6      | 21.16            | 26.31                           |
| FINOS                  | 26.3%                  | FONDO         |                   | 198.4      | 26.31            |                                 |



OBSERVACIONES:

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO  
CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA ASTM D-2216**

|            |   |                    |              |
|------------|---|--------------------|--------------|
| PROYECTO:  | "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022" |                    |              |
| UBICACIÓN: | AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  |                    |              |
| CLIENTE:   | RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA   |                    |              |
| DIRECCIÓN: | P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER   |                    |              |
| MUESTRA:   | CALICATA 1  | CÓDIGO DE MUESTRA: | MS-1568-2022 |
| ESTRATO:   | MUESTRA 3   | F. RECEPCIÓN:      | 27/08/2022   |
| CONDICIÓN: | ALTERADO  | F. EMISIÓN:        | 8/09/2022    |

| CONTENIDO DE HUMEDAD            |        |
|---------------------------------|--------|
| DESCRIPCIÓN                     |        |
| PESO SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g) | 4682.0 |
| PESO SUELO SECO + CÁPSULA (g)   | 4601.0 |
| PESO DEL AGUA (g)               | 81.0   |
| PESO DE LA CÁPSULA (g)          | 0.0    |
| PESO NETO DEL SUELO SECO (g)    | 4601   |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD %         | 1.8    |



OBSERVACIONES:

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**  
Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa  
Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## INFORME DE ENSAYO DENSIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA

|                     |   |                    |              |
|---------------------|---|--------------------|--------------|
| PROYECTO:           | "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022" |                    |              |
| UBICACIÓN:          | AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  |                    |              |
| CLIENTE:            | RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA   |                    |              |
| DIRECCIÓN:          | P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER   |                    |              |
| DATOS DE LA MUESTRA |   |                    |              |
| MUESTRA:            | CALICATA 1  | CÓDIGO DE MUESTRA: | MS-1568-2022 |
| ESTRATO:            | MUESTRA 3   | F. RECEPCIÓN:      | 27/08/2022   |
| CONDICIÓN:          | ALTERADO  | F. EMISIÓN:        | 8/09/2022    |

| DENSIDAD MINIMA                           |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| DESCRIPCION                               | 1      | 2      | 3      |
| PESO MOLDE ( g )                          | 6703   | 6703   | 6703   |
| PESO MOLDE + SUELO ( g )                  | 8955   | 8951   | 8943   |
| PESO SECO DE LA MUESTRA ( g )             | 2252   | 2248   | 2240   |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA ( cm <sup>3</sup> ) | 2112.2 | 2112.2 | 2112.2 |
| PESO ESPECIFICO ( g/cm <sup>3</sup> )     | 1.066  | 1.064  | 1.061  |

DENSIDAD MINIMA | 1.064 g/cm<sup>3</sup>

| DENSIDAD MAXIMA                           |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| DESCRIPCION                               | 1      | 2      | 3      |
| PESO MOLDE ( g )                          | 6703   | 6703   | 6703   |
| PESO MOLDE + SUELO ( g )                  | 9221   | 9216   | 9220   |
| PESO SECO DE LA MUESTRA ( g )             | 2518   | 2513   | 2517   |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA ( cm <sup>3</sup> ) | 2112.2 | 2112.2 | 2112.2 |
| PESO ESPECIFICO ( g/cm <sup>3</sup> )     | 1.192  | 1.190  | 1.192  |

DENSIDAD MAXIMA | 1.191 g/cm<sup>3</sup>



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOIN
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL E
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

### INFORME DE ENSAYO

#### DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLELOS CISNES 106 – J. HUNTER

#### DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: CALICATA 1 CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
ESTRATO: MUESTRA 3 F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
CONDICIÓN: ALTERADO F. EMISIÓN: 8/09/2022

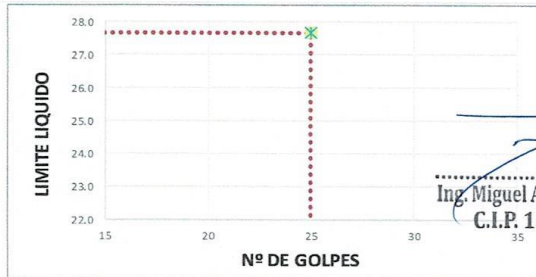
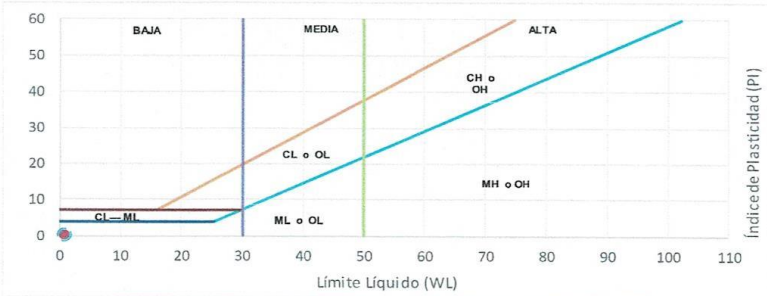
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO  
NORMA ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO  
NORMA ASTM D-4319

|                                 |     |  |  |  |
|---------------------------------|-----|--|--|--|
| Peso del suelo húmedo + cápsula | (g) |  |  |  |
| Peso del suelo seco + cápsula   | (g) |  |  |  |
| Peso de la cápsula              | (g) |  |  |  |
| Peso del suelo seco             | (g) |  |  |  |
| Peso del agua                   | (g) |  |  |  |
| Contenido de Humedad            | (%) |  |  |  |
| Número de Golpes                | (N) |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

|                 |    |                   |    |
|-----------------|----|-------------------|----|
| Límite Líquido  | NP | Ind.. Plasticidad | NP |
| Límite Plástico | NP | P. Malla N°40 (%) |    |



OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACION DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**SALES SOLUBLES**

MTC E 219

OBRA : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITA : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

FECHA : 1-Jun-22

PESO DE MATERIAL : 100 gr.

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA 01

C= Constituyentes Solubles en partes por Millón

D= Disolución de la Mezcla tierra- agua - en gr=5

P= Porcentaje de Constituyentes Solubles por Peso en Seco proporción de Tierra - Agua- 1:5

**ENSAYO N° 1**

| N DE MUESTRA | UBICACIÓN DE MUESTRA | N° DE CAPSULA | VOLUMEN DE FILTRADO EN C.C. Y C.m. | PESO CAPSULA + RESIDUO gr. | PESO CAPSULA gr. | PESO RESIDUO W gr. | C = $\frac{W}{V} \times 1000000$ P.P.M. | P = $\frac{C \times D}{10000}$ % |
|--------------|----------------------|---------------|------------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|---|----------------------------------|
| 2            | M-1                  | C             | 160.88                             | 61.890                     | 61.880           | 0.010              | 62                                      | 0.031                            |

- 1.-LA COPIA DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO ES VÁLIDO SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



*[Handwritten signature]*

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
(C.F. 185388 - CIVIL)

MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NORMA ASTM D-422

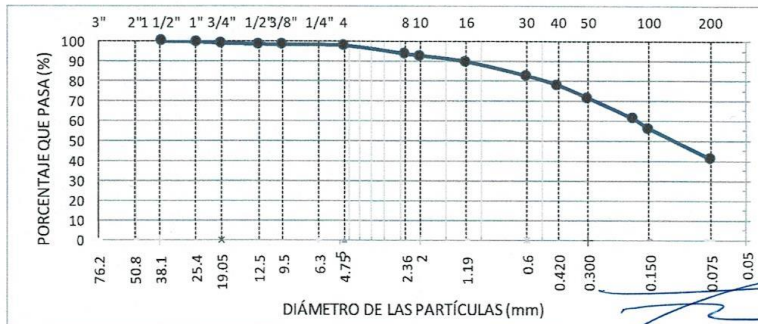
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARRQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

MUESTRA: CALICATA 2  
ESTRATO: MUESTRA 1  
CONDICIÓN: ALTERADO

CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
F. EMISIÓN: 8/09/2022

| CLASIFICACIÓN SUCS   | MALLA ASTM                                      | ABERTURA (mm) | Peso Retenido (g) | % Retenido | % Pas. Acumulado | ESPECIFICACION A-L AASHTO M-147 |  |
|----------------------|---|---------------|-------------------|------------|------------------|---------------------------------|--|
| SM                   | >3"   |               |                   |            |                  |                                 |  |
| ARENA LIMOSA         | 3"  | 75.00         |                   |            |                  |                                 |  |
|                      | 2 1/2"  | 63.00         |                   |            |                  |                                 |  |
| CLASIFICACION AASHTO | 2"  | 50.00         |                   |            |                  |                                 |  |
|                      | 1 1/2"  | 37.50         |                   |            | 100.00           |                                 |  |
|                      | 1"  | 25.00         | 16                | 0.38       | 99.62            |                                 |  |
|                      | 3/4"  | 19.00         | 27                | 0.63       | 98.99            |                                 |  |
|                      | 1/2"  | 12.50         | 18                | 0.42       | 98.57            |                                 |  |
|                      | 3/8"  | 9.50          | 14                | 0.33       | 98.24            |                                 |  |
|                      | Nº 4  | 4.75          | 18                | 0.42       | 97.82            |                                 |  |
| COEFICIENTES         | Nº 8  | 2.36          | 30.3              | 4.24       | 93.58            |                                 |  |
|                      | C <sub>u</sub> = 9.524   C <sub>c</sub> = 0.945 | Nº 10         | 2.00              | 6.2        | 0.87             | 92.71                           |  |
| W <sub>m</sub> i     | Nº 16   | 1.19          | 21.6              | 3.02       | 89.68            |                                 |  |
|                      | 4262.0  | Nº 30         | 0.60              | 51.2       | 7.17             | 82.51                           |  |
| W <sub>p</sub> Nº 4  | 4169.0  | Nº 40         | 0.425             | 32.7       | 4.58             | 77.94                           |  |
| W <sub>m</sub> i f   | 700.0   | Nº 50         | 0.300             | 46.8       | 6.55             | 71.38                           |  |
| GRAVA                | Nº 80   | 0.180         | 74.3              | 10.40      | 60.98            |                                 |  |
|                      | 2.2%  | Nº 100        | 0.150             | 35.6       | 4.98             | 55.99                           |  |
| ARENA                | 56.8%   | Nº 200        | 0.075             | 106.9      | 14.97            | 41.03                           |  |
| FINOS                | 41.0%   | FONDO         | 293.0             | 41.03      |                  |                                 |  |



OBSERVACIONES:

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.  
2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO  
CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA ASTM D-2216**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA

CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

MUESTRA: CALICATA 2

ESTRATO: MUESTRA 1

CONDICIÓN: ALTERADO


CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022

F. RECEPCIÓN: 27/08/2022

F. EMISIÓN: 8/09/2022

| CONTENIDO DE HUMEDAD            |        |
|---------------------------------|--------|
| DESCRIPCIÓN                     |        |
| PESO SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g) | 4461.0 |
| PESO SUELO SECO + CÁPSULA (g)   | 4262.0 |
| PESO DEL AGUA (g)               | 199.0  |
| PESO DE LA CÁPSULA (g)          | 0.0    |
| PESO NETO DEL SUELO SECO (g)    | 4262   |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD %         | 4.7    |



  
Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC









**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**SALES SOLUBLES**

MTC E 219

OBRA : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITA : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

FECHA : 1-Jun-22

PESO DE MATERIAL : 100 gr. MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA 03

C= Constituyentes Solubles en partes por Millón  
D= Disolución de la Mezcla tierra- agua - en gr.=5  
P= Porcentaje de Constituyentes Solubles por Peso en Seco  
proporción de Tierra - Agua - 1:5

**ENSAYO N° 1**

| N DE MUESTRA | UBICACIÓN DE MUESTRA | N° CAPSULA | VOLUMEN DE FILTRADO EN C.C. Y C.m. | PESO CAPSULA + RESIDUO gr. | PESO CAPSULA gr. | PESO RESIDUO W gr. | $C = \frac{W}{V} (1000000)$ P.P.M. | $P = \frac{C \cdot D}{10000}$ % |
|--------------|----------------------|------------|------------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 2            | M-2                  | C          | 161.88                             | 61.920                     | 61.895           | 0.025              | 154                                | 0.077                           |

- 1.-LA COPIA DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO ES VÁLIDO SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

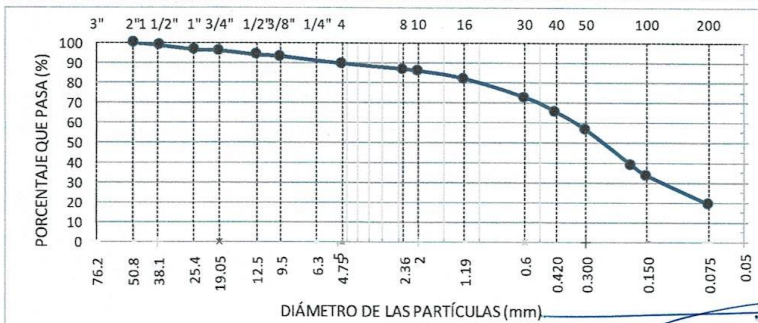
NORMA ASTM D-422

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 – J. HUNTER

MUESTRA: CALICATA 2 CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
ESTRATO: MUESTRA 2 F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
CONDICIÓN: ALTERADO F. EMISIÓN: 8/09/2022

| CLASIFICACIÓN SUCS     | MALLA ASTM             | ABERTURA (mm) | Peso Retenido (g) | % Retenido | % Pas. Acumulado | ESPECIFICACIÓN A-1 AASHTO M-117 |
|------------------------|------------------------|---------------|-------------------|------------|------------------|---------------------------------|
| SM                     | >3"                    |               |                   |            |                  |                                 |
| ARENA LIMOSA           | 3"                     | 75.00         |                   |            |                  |                                 |
|                        | 2 1/2"                 | 63.00         |                   |            |                  |                                 |
|                        | 2"                     | 50.00         |                   |            | 100.00           |                                 |
| CLASIFICACIÓN AASHTO   | 1 1/2"                 | 37.50         | 57                | 1.37       | 98.63            |                                 |
|                        | 1"                     | 25.00         | 87                | 2.09       | 96.54            |                                 |
|                        | 3/4"                   | 19.00         | 21                | 0.50       | 96.04            |                                 |
|                        | 1/2"                   | 12.50         | 85                | 2.04       | 93.99            |                                 |
|                        | 3/8"                   | 9.50          | 33                | 0.79       | 93.20            |                                 |
|                        | Nº 4                   | 4.75          | 149               | 3.58       | 89.62            |                                 |
| COEFICIENTES           | Nº 8                   | 2.36          | 22.0              | 2.83       | 86.80            |                                 |
| C <sub>u</sub> = 8.920 | C <sub>c</sub> = 1.269 | Nº 10         | 2.00              | 6.8        | 85.92            |                                 |
|                        |                        | Nº 16         | 1.19              | 30.4       | 82.02            |                                 |
| W <sub>m</sub> i       | 4163.0                 | Nº 30         | 0.60              | 73.3       | 9.41             | 72.61                           |
| W <sub>p</sub> Nº4     | 3731.0                 | Nº 40         | 0.425             | 55.5       | 7.13             | 65.48                           |
| W <sub>m</sub> i f     | 700.0                  | Nº 50         | 0.300             | 72.6       | 9.32             | 56.16                           |
|                        |                        | Nº 80         | 0.180             | 134.3      | 17.25            | 38.91                           |
| GRAVA                  | 10.4%                  | Nº 100        | 0.150             | 43.6       | 5.60             | 33.31                           |
| ARENA                  | 70.6%                  | Nº 200        | 0.075             | 111.2      | 14.28            | 19.03                           |
| FINOS                  | 19.0%                  | FONDO         |                   | 148.2      | 19.03            |                                 |



OBSERVACIONES:

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO  
CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA ASTM D-2216**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE METODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTISIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

MUESTRA: CALICATA 2  
ESTRATO: MUESTRA 2  
CONDICIÓN: ALTERADO

CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
F. EMISIÓN: 8/09/2022

| CONTENIDO DE HUMEDAD            |        |
|---------------------------------|--------|
| DESCRIPCIÓN                     |        |
| PESO SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g) | 4290.0 |
| PESO SUELO SECO + CÁPSULA (g)   | 4163.0 |
| PESO DEL AGUA (g)               | 127.0  |
| PESO DE LA CÁPSULA (g)          | 0.0    |
| PESO NETO DEL SUELO SECO (g)    | 4163   |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD %         | 3.1    |



OBSERVACIONES:

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO  
PESO VOLUMETRICO DE SUELOS COHESIVOS  
ASTM D 2937**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA

CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 – J. HUNTER

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA: CALICATA 2

CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022

ESTRATO: MUESTRA 2

F. RECEPCIÓN: 27/08/2022

CONDICIÓN: ALTERADO

F. EMISIÓN: 8/09/2022

| DESCRIPCIÓN                      | UNIDAD            | DATO  |
|----------------------------------|-------------------|-------|
| Peso Muestra Seca                | g                 | 100.0 |
| Peso Picnometro + agua           | g                 | 366.6 |
| Peso Picnometro + agua + muestra | g                 | 425.9 |
| Volumen de la Muestra            | cm <sup>3</sup>   | 40.70 |
| Temperatura                      | °C                | 18.30 |
| Peso unitario del agua           | g/cm <sup>3</sup> | 1.00  |

|                     |                   |      |
|---------------------|-------------------|------|
| Gravedad Especifica | g/cm <sup>3</sup> | 2.46 |
|---------------------|-------------------|------|



OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA SA.
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

  
Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 /e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



**GEOINTEGRA S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## INFORME DE ENSAYO DENSIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA

CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 – J. HUNTER

### DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: CALICATA 2      CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
ESTRATO: MUESTRA 2      F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
CONDICIÓN: ALTERADO      F. EMISIÓN: 8/09/2022

| DENSIDAD MÍNIMA                           |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| DESCRIPCION                               | 1      | 2      | 3      |
| PESO MOLDE ( g )                          | 6703   | 6703   | 6703   |
| PESO MOLDE + SUELO ( g )                  | 9389   | 9371   | 9382   |
| PESO SECO DE LA MUESTRA ( g )             | 2686   | 2668   | 2679   |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA ( cm <sup>3</sup> ) | 2112.2 | 2112.2 | 2112.2 |
| PESO ESPECIFICO ( g/cm <sup>3</sup> )     | 1.272  | 1.263  | 1.268  |

DENSIDAD MÍNIMA: 1.268 g/cm<sup>3</sup>

| DENSIDAD MÁXIMA                           |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| DESCRIPCION                               | 1      | 2      | 3      |
| PESO MOLDE ( g )                          | 6703   | 6703   | 6703   |
| PESO MOLDE + SUELO ( g )                  | 9699   | 9712   | 9691   |
| PESO SECO DE LA MUESTRA ( g )             | 2996   | 3009   | 2988   |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA ( cm <sup>3</sup> ) | 2112.2 | 2112.2 | 2112.2 |
| PESO ESPECIFICO ( g/cm <sup>3</sup> )     | 1.418  | 1.425  | 1.415  |

DENSIDAD MÁXIMA: 1.419 g/cm<sup>3</sup>



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOIN
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL E
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC





- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**SALES SOLUBLES**

MTC E 219

OBRA : "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

SOLICITA : RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

FECHA : 1-Jun-22

PESO DE MATERIAL 100 gr. MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION CALICATA 03

C= Constituyentes Solubles en partes por Millón  
D= Disolución de la Mezcla tierra- agua - en gr.=5  
P= Porcentaje de Constituyentes Solubles por Peso en Seco  
proporción de Tierra - Agua- 1.5

**ENSAYO N° 1**

| N DE MUESTRA | UBICACIÓN DE MUESTRA | N° DE CAPSULA | VOLUMEN DE FILTRADO EN C.C. Y C.m. | PESO CAPSULA + RESIDUO gr. | PESO CAPSULA gr. | PESO RESIDUO W gr. | C = $\frac{W}{V} \times 1000000$ |  | C* D P = $\frac{C}{100000}$ % |
|--------------|----------------------|---------------|------------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|----------------------------------|--|-------------------------------|
|              |                      |               |                                    |                            |                  |                    | P.P.M.                           |  |                               |
| 2            | M-2                  | C             | 162.5                              | 61.920                     | 61.912           | 0.008              | 49                               |  | 0.025                         |

- 1.-LA COPIA DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO ES VÁLIDO SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO M S GEOINTEGRA SAC
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL





**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO  
CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA ASTM D-2216**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 – J. HUNTER

MUESTRA: CALICATA 3  
ESTRATO: MUESTRA 1  
CONDICIÓN: ALTERADO

CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
F. EMISIÓN: 8/09/2022

| CONTENIDO DE HUMEDAD            |        |
|---------------------------------|--------|
| DESCRIPCIÓN                     |        |
| PESO SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g) | 4185.0 |
| PESO SUELO SECO + CÁPSULA (g)   | 4064.0 |
| PESO DEL AGUA (g)               | 121.0  |
| PESO DE LA CÁPSULA (g)          | 0.0    |
| PESO NETO DEL SUELO SECO (g)    | 4064   |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD %         | 3.0    |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

OBSERVACIONES:

- 1.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO.
- 2.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**  
Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa  
Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC







- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

## INFORME DE ENSAYO DENSIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 - AREQUIPA

CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA

DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 - J. HUNTER

### DATOS DE LA MUESTRA

|            |            |                    |              |
|------------|------------|--------------------|--------------|
| MUESTRA:   | CALICATA 3 | CÓDIGO DE MUESTRA: | MS-1568-2022 |
| ESTRATO:   | MUESTRA 1  | F. RECEPCIÓN:      | 27/08/2022   |
| CONDICIÓN: | ALTERADO   | F. EMISIÓN:        | 8/09/2022    |

| DENSIDAD MINIMA                           |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| DESCRIPCION                               | 1      | 2      | 3      |
| PESO MOLDE ( g )                          | 6703   | 6703   | 6703   |
| PESO MOLDE + SUELO ( g )                  | 9268   | 9257   | 9276   |
| PESO SECO DE LA MUESTRA ( g )             | 2565   | 2554   | 2573   |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA ( cm <sup>3</sup> ) | 2112.2 | 2112.2 | 2112.2 |
| PESO ESPECIFICO ( g/cm <sup>3</sup> )     | 1.214  | 1.209  | 1.218  |

|                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| DENSIDAD MINIMA | 1.214 g/cm <sup>3</sup> |
|-----------------|-------------------------|

| DENSIDAD MAXIMA                           |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| DESCRIPCION                               | 1      | 2      | 3      |
| PESO MOLDE ( g )                          | 6703   | 6703   | 6703   |
| PESO MOLDE + SUELO ( g )                  | 9591   | 9586   | 9579   |
| PESO SECO DE LA MUESTRA ( g )             | 2888   | 2883   | 2876   |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA ( cm <sup>3</sup> ) | 2112.2 | 2112.2 | 2112.2 |
| PESO ESPECIFICO ( g/cm <sup>3</sup> )     | 1.367  | 1.365  | 1.362  |

|                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| DENSIDAD MAXIMA | 1.365 g/cm <sup>3</sup> |
|-----------------|-------------------------|



.....  
Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL

### OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOIN
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL E
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

### MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN: AV. AMÉRICAS 1820 – AREQUIPA  
CLIENTE: RANDY JOSUE TERRAZOS MOLINA  
DIRECCIÓN: P.T. CHILPINILLA CALLE LOS CISNES 106 – J. HUNTER

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA: CALICATA 3 CÓDIGO DE MUESTRA: MS-1568-2022  
ESTRATO: MUESTRA 1 F. RECEPCIÓN: 27/08/2022  
CONDICIÓN: ALTERADO F. EMISIÓN: 8/09/2022

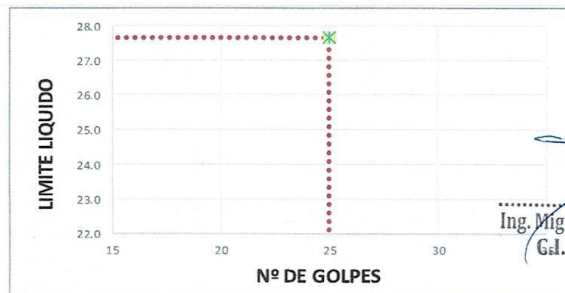
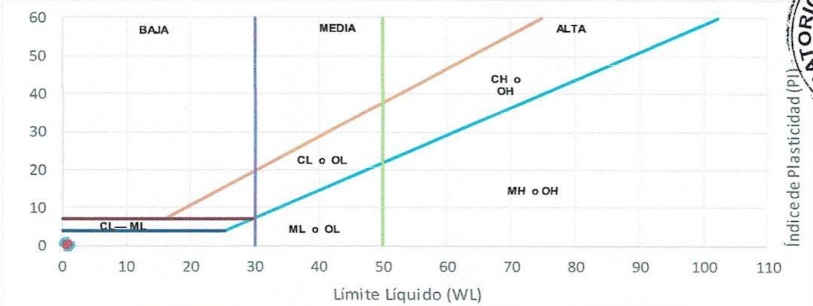
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**  
NORMA ASTM D-4318

|                                 |       |  |  |  |
|---------------------------------|-------|--|--|--|
| Peso del suelo húmedo + cápsula | ( g ) |  |  |  |
| Peso del suelo seco + cápsula   | ( g ) |  |  |  |
| Peso de la cápsula              | ( g ) |  |  |  |
| Peso del suelo seco             | ( g ) |  |  |  |
| Peso del agua                   | ( g ) |  |  |  |
| Contenido de Humedad            | ( % ) |  |  |  |
| Número de Golpes                | ( N ) |  |  |  |

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**  
NORMA ASTM D-4319

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

|                 |    |                   |    |
|-----------------|----|-------------------|----|
| Límite Líquido  | NP | Ind. Plasticidad  | NP |
| Límite Plástico | NP | P. Malla N°40 (%) | NP |



Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.d.P. 185388 - CIVIL


OBSERVACIONES:

- 1.-LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VÁLIDAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO MS GEOINTEGRA
- 2.-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
- 3.-EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA.

**MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO**

Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa  
Central: (054) 529482 / Cel: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / Facebook: MS Geointegra SAC

# ANEXO 04. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

| PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE EDIFICACIONES PARA RIESGO SÍSMICO POTENCIAL - ALTA SISMICIDAD  |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | <br><b>UCV</b><br>UNIVERSIDAD<br>CÉSAR VALLEJO |           |      |
|---|------|------|-----------|----------|----------|-------------|---------------|-----------|----------|---------------|-----------|------|---|-----------|------|
| FEMA 154 - HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |
| ESQUEMA   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |
|   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | DIRECCIÓN: _____  |           |      |
|   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | AÑO DE CONSTRUCCIÓN: _____  |           |      |
|   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | OTROS IDENTIFICADORES: _____  |           |      |
|   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | NÚMERO DE PISOS: _____  |           |      |
|   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | OBSERVADOR: _____   |           |      |
|   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | NOMBRE: _____   |           |      |
|   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | USO: _____  |           |      |
|   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | ÁREA: _____   |           |      |
| FOTOGRAFÍA REFERENCIAL  |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |
|   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |
| OCUPACIÓN   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |
| <input type="checkbox"/> Asamblea <input type="checkbox"/> Gubernamental <input type="checkbox"/> Oficinas<br><input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Histórica <input type="checkbox"/> Residencial<br><input type="checkbox"/> Servicio de Emergencia <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Educativos |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |
| TIPO DE SUELO   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |
| A Roca Dura      B Promedio      C Muy Denso      D Suelo Rígido      E Suelo Blando      F Suelo Pobre<br>Revestimiento <input type="checkbox"/><br>Parapeto <input type="checkbox"/><br>Otros <input type="checkbox"/>  |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |
| PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL "S"   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |
| TIPO DE EDIFICACIÓN   | W1   | W2   | S1<br>MRF | S2<br>BR | S3<br>LM | S4<br>RC SW | S5<br>URM INF | C1<br>MRF | C2<br>SW | C3<br>URM INF | PC1<br>TU | PC2  | RM1<br>FD   | RM2<br>RD | URM  |
| Puntuación Básica   | 4,40 | 3,80 | 2,80      | 3,00     | 3,20     | 2,80        | 2,00          | 2,50      | 2,80     | 1,60          | 2,60      | 2,40 | 2,80  | 2,80      | 1,80 |
| Media altura (4 a 7 pisos)  | N/A  | N/A  | +0,2      | +0,4     | N/A      | +0,4        | +0,4          | +0,4      | +0,4     | +0,2          | N/A       | +0,2 | +0,4  | +0,4      | N/A  |
| Gran Altura (más 7 pisos)   | N/A  | N/A  | +0,6      | +0,8     | N/A      | +0,8        | +0,8          | +0,6      | +0,8     | +0,3          | N/A       | +0,4 | N/A   | +0,6      | N/A  |
| Irregularidad Vertical  | -2,5 | -2   | -1        | -1,5     | N/A      | -1,0        | -1,0          | -1,5      | -1,0     | -1,0          | N/A       | -1,0 | -1,0  | -1,0      | -1,0 |
| Irregularidad de Planta   | -0,5 | -0,5 | -0,5      | -0,5     | -0,5     | -0,5        | -0,5          | -0,5      | -0,5     | -0,5          | -0,5      | -0,5 | -0,5  | -0,5      | -0,5 |
| Pre-código  | N/A  | -1   | -1        | -0,8     | -0,6     | -0,8        | -0,2          | -1,2      | -1,0     | -0,2          | -0,8      | -0,8 | -1,0  | -0,8      | -0,2 |
| Post-Benchmark  | +2,4 | +2,4 | +1,4      | +1,4     | N/A      | +1,6        | N/A           | +1,4      | +2,4     | N/A           | +2,4      | N/A  | +2,8  | +2,6      | N/A  |
| Suelo Tipo C  | N/A  | -0,4 | -0,4      | -0,4     | -0,4     | -0,4        | -0,4          | -0,4      | -0,4     | -0,4          | -0,4      | -0,4 | -0,4  | -0,4      | -0,4 |
| Suelo Tipo D  | N/A  | -0,8 | -0,6      | -0,6     | -0,6     | -0,6        | -0,4          | -0,6      | -0,6     | -0,4          | -0,6      | -0,6 | -0,6  | -0,6      | -0,6 |
| Suelo Tipo E  | N/A  | -0,8 | -1,2      | -1,2     | -1       | -1,2        | -0,8          | -1,2      | -0,8     | -0,8          | -0,4      | -1,2 | -0,4  | -0,6      | -0,8 |
| Puntaje Final   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |
| Comentarios:  |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | REQUIERE UNA EVALUACIÓN DETALLADA   |           |      |
|   |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>   |           |      |
| BR= Con arriostres      MR= Partico Momento Resistente      SW= Pared de Corte FD= Diagrama Flexible<br>RC= Concreto Reforzado      TU= Tilt Up<br>LM= Metal Ligero      RD= Diafragma Rígido      URM INF = Relleno de albañilería no reforzada  |      |      |           |          |          |             |               |           |          |               |           |      |   |           |      |

Fuente: FEMA 154 Data Collection Form

  
  
**Marcos Antonio Mendocino Torres**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 104880

  
  
**OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 32703

  
  
**TRACY BEATRIZ TERRAZOS MONROY**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 193661

**I: DATOS GENERALES**Apellidos y nombres del experto: Terrazos Monroy Tracy BeatrizInstitucion donde labora: Verificador de peritajes de inmueblesEspecialidad: Ingeniero CivilInstrumento de validacion : Ficha de observación del Método FEMA 154Autor del Instrumento : Randy Josue Terrazos Molina**II. CRITERIOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | DEFICIENTE (D) | Si menos del 30% de los items cumplen con el indicador    |
| 2 | REGULAR (R)    | Si entre 31% y 70 % de los items cumplen con el indicador |
| 3 | BUENA (B)      | Si mas del 70% de los items cumplen con el indicador      |

| CRITERIOS      | INDICADORES   | 1        | 2        | 3         | Observación       |
|----------------|---|----------|----------|-----------|-------------------|
| PERTINENCIA    | Los Ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales |          |          | X         |                   |
| COHERENCIA     | Responden a lo que debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.                                    |          |          | X         |                   |
| CONGRUENCIA    | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología   |          |          | X         |                   |
| SUFICIENCIA    | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable                                       |          |          | X         |                   |
| OBJETIVIDAD    | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables  |          |          | X         |                   |
| CONSISTENCIA   | Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable                                |          |          | X         |                   |
| ORGANIZACIÓN   | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones  |          |          | X         |                   |
| CLARIDAD       | Están redactados en un lenguaje claro y entendible  |          |          | X         |                   |
| OPORTUNIDAD    | El instrumento se aplica en un momento adecuado   |          |          | X         |                   |
| ESTRUCTURA     | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas                              |          | X        |           |                   |
| <b>PUNTAJE</b> |   | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>27</b> | <b>(Total)/30</b> |

**III. Coeficiente de validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

05 de Julio del 2022

  
 TRACY BEATRIZ  
 TERRAZOS MONROY  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 193681

**I: DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Viamonte Calla Oscar Vicente  
 Institucion donde labora: UANCV - Juliaca  
 Especialidad: Ingeniero Civil  
 Instrumento de validacion : Ficha de observación del Método FEMA 154  
 Autor del Instrumento : Randy Josue Terrazos Molina

**II. CRITERIOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | DEFICIENTE (D) | Si menos del 30% de los items cumplen con el indicador    |
| 2 | REGULAR (R)    | Si entre 31% y 70 % de los items cumplen con el indicador |
| 3 | BUENA (B)      | Si mas del 70% de los items cumplen con el indicador      |

| CRITERIOS      | INDICADORES   | 1        | 2        | 3         | Observación       |
|----------------|---|----------|----------|-----------|-------------------|
| PERTINENCIA    | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales |          |          | X         |                   |
| COHERENCIA     | Responden a lo que debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.                                    |          |          | X         |                   |
| CONGRUENCIA    | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología   |          |          | X         |                   |
| SUFICIENCIA    | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable                                       |          |          | X         |                   |
| OBJETIVIDAD    | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables  |          |          | X         |                   |
| CONSISTENCIA   | Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable                                |          |          | X         |                   |
| ORGANIZACIÓN   | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones  |          |          | X         |                   |
| CLARIDAD       | Están redactados en un lenguaje claro y entendible  |          |          | X         |                   |
| OPORTUNIDAD    | El instrumento se aplica en un momento adecuado   |          |          | X         |                   |
| ESTRUCTURA     | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas                              |          | X        |           |                   |
| <b>PUNTAJE</b> |   | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>27</b> | <b>(Total)/30</b> |

**III. Coeficiente de validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

05 de Julio del 2022

  
 OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 32700

**I: DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Mendoza Ticona Marco Antonio  
 Institucion donde labora: Residente de Obra  
 Especialidad: Ingeniero Civil  
 Instrumento de validacion : Ficha de observación del Método FEMA 154  
 Autor del Instrumento : Randy Josue Terrazos Molina

**II. CRITERIOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | DEFICIENTE (D) | Si menos del 30% de los items cumplen con el indicador    |
| 2 | REGULAR (R)    | Si entre 31% y 70 % de los items cumplen con el indicador |
| 3 | BUENA (B)      | Si mas del 70% de los items cumplen con el indicador      |

| CRITERIOS      | INDICADORES   | 1        | 2        | 3         | Observación       |
|----------------|---|----------|----------|-----------|-------------------|
| PERTINENCIA    | Los Ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales |          |          | X         |                   |
| COHERENCIA     | Responden a lo que debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.                                    |          |          | X         |                   |
| CONGRUENCIA    | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología   |          |          | X         |                   |
| SUFICIENCIA    | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable                                       |          |          | X         |                   |
| OBJETIVIDAD    | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables  |          |          | X         |                   |
| CONSISTENCIA   | Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable                                |          |          | X         |                   |
| ORGANIZACIÓN   | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones  |          |          | X         |                   |
| CLARIDAD       | Están redactados en un lenguaje claro y entendible  |          |          | X         |                   |
| OPORTUNIDAD    | El instrumento se aplica en un momento adecuado   |          |          | X         |                   |
| ESTRUCTURA     | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas                              |          | X        |           |                   |
| <b>PUNTAJE</b> |   | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>27</b> | <b>(Total)/30</b> |

**III. Coeficiente de validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

05 de Julio del 2022

  
 Marco Antonio Mendoza Ticona  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 104580



## FICHA DE EVALUACION PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO METODO DE BENEDETTI PETRINI

| PARTE I : DATOS GENERALES  |   |              |  |          |        |
|--|---|--------------|--|----------|--------|
| <b>UBICACIÓN Y PROPIETARIO:</b>  |   |              |  |          |        |
| DEPARTAMENTO   |   | PROVINCIA    |  | DISTRITO |        |
| DIRECCION  |   | DESCRIPCION  |  |          |        |
| PROPIETARIO  |   |              |  |          |        |
| PARTE II: CARACTERISTICAS DE LA EDIFICACION  |   |              |  |          |        |
| N° DE PISOS  |   | N° OCUPANTES |  | OTROS    |        |
| TIPO DE FACHADA  | ( ) Tarrajeo ( ) Pintura ( ) Ladrillo ( ) Cerámica ( ) Otros            |              |  |          |        |
| TIPO DE EDIFICACION  | ( ) Albañilería ( ) Adobe ( ) Madera ( Drywall ( ) Otros                |              |  |          |        |
| ¿La edificación recibió asesoramiento técnico o profesional?   |   |              |  | SI ( )   | NO ( ) |
| ¿La edificación fue construida según el RNE, Norma E30 y E070?   |   |              |  | SI ( )   | NO ( ) |
| PARTE III : ESTADO DE COMPONENTES ESTRUCTURALES  |   |              |  |          |        |
| PARAMETRO 1 : ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE  |   |              |  |          |        |
| Amarre de las vigas y muros portantes  | Tienes un componente tipo cajón   |              | Presenta un correcto amarre entre vigas y muros en todas sus plantas |          |        |
|  | No presenta un correcto amarre entre vigas y muros en todas sus plantas |              | El amarre es incorrecto , paredes ortogonales no ligadas             |          |        |
| PARAMETRO 2 : CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE   |   |              |  |          |        |
| Características de los muros portantes   | Ladrillo macizo   |              | Ladrillo King Kong ( 18 huecos )                                     |          |        |
|  | Ladrillo pandereta  |              | No presenta homogeneidad   |          |        |
| Junta de mortero en muros  | Menos de 1 cm   |              | de 1 a 1.5 cm  |          |        |
| Verticalidad en muros  | Si ( )  | No ( )       |  |          |        |
| PARAMETRO 3 : RESISTENCIA CONVENCIONAL   |   |              |  |          |        |
| Dibujar la planta de muros portantes de la edificación para el análisis de su resistencia convencional |   |              |  |          |        |
|  |   |              |  |          |        |
| PARAMETRO 4 : POSICION DEL EDIFICIO DE CIMENTACION   |   |              |  |          |        |
| CIMENTACION  | Cimentación sobre terreno estable o sobre roca                          |              |  |          |        |
|  | Cimentación sobre terreno suelto  |              |  |          |        |
| Pendiente ( solo si es sobre terreno estable o roca )  | Pendiente menos o igual al 10 %   |              | Pendiente entre 10 y 30 %  |          |        |
|  | Pendiente entre 30 y 50 %   |              | Pendiente mayor a 50 %   |          |        |
| Pendiente ( solo si es sobre terreno suelto )  | Pendiente entre 10 y 20 %   |              | Pendiente entra 20 y 30 %  |          |        |
|  | Pendiente mayor a 30 %  |              |  |          |        |
| Tipo de cimentación  |   |              |  |          |        |
| PARAMETRO 5 : DIAFRAGMAS HORIZONTALES  |   |              |  |          |        |
| Planos de desnivel del diafragma   | Si  |              | No   |          |        |
| Deformabilidad del diafragma   | Despreciable  |              | Considerable   |          |        |
| Conexión entre el diafragma y muros  | Eficaz  |              | Malo   |          |        |
| PARAMETRO 6 : CONFIGURACION DE PLANTA  |   |              |  |          |        |
| a=   | /L =  | a =          | /b=  | /L=      |        |
| PARAMETRO 7 : CONFIGURACION DE ELEVACION   |   |              |  |          |        |
| Elevación ( t )  |   |              | Altura Edificio (H)  |          |        |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| Continuidad Estructural   | En planta  |   | si   | no   |
|   | En elevación   |   | si   | no   |
| <b>PARAMETRO 8 : SEPARACION MAXIMA ENTRE MUROS</b>                                  |  |   |  |  |
| Espesor del muro maestro (s)  |  |   | Espaciamento máximo (l)  |  |
| <b>PARAMETRO 9: TIPO DE CUBIERTA</b>  |  |   |  |  |
| Tipo de cubierta  | ( ) Losa aligerada ( ) Drywall ( ) Calaminas ( ) Otros |   |  |  |
| Cubierta  |  | Cubierta estable amarrada con tornillos y alambres en los muros |  | Cubierta Inestable , mal amarrada con tornillos y alambres a los muros |
| Distancia máxima entre muros  |  | Grande  |  | Aceptable  |
| Cubierta y amarre   |  | Plana , amarrada y apoyada a la estructura de la losa aligerada |  | No cumple: Plana, amarrada o apoyada a la estructura de la losa.       |
| <b>PARTE IV : ESTADO DE COMPONENTES NO ESTRUCTURALES</b>                            |  |   |  |  |
| <b>PARAMETRO 10: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES</b>                                     |  |   |  |  |
| ¿La edificación presenta parapetos en su último nivel?                              |  |   | Si   | No   |
| ¿La edificación presenta elementos no estructurales ( cornisas ) en su último nivel |  |   | Si   | No   |
| Elementos no estructurales  |  |   | Elementos no estructurales en buen estado  |  |
|   |  |   | Elementos no estructurales en buen estado correctamente conectados                 |  |
|   |  |   | Elementos no estructurales en regula estado y/o parapetos con fisura               |  |
|   |  |   | Elementos estructurales en mal estado  |  |
| Diagnostico   |  |   |  |  |
| Juntas de separación sísmica  |  |   | Cumple con la establecido en la Norma E030 y E070 ( separación entre edificio RNE) |  |
|   |  |   | No cumple con lo establecido en la norma e030                                      |  |
|   |  |   | Presenta obstrucciones ( Madera , mortero , etc )                                  |  |
| <b>PARAMETRO 11: ESTADO DE CONSERVACION</b>   |  |   |  |  |
| Daños estructurales factores externos   |  |   | Existe   | No existe  |
|   | Elemento dañado  |   |  |  |
| Daños estructurales por sismo   |  |   | Existe   | No existe  |
|   | Elemento dañado  |   |  |  |
|   |  |   |  |  |
| Estado de conservación  |  |   | Buen estado de conservación  | Regular estado de conservación   |
|   |  |   | Mal estado de conservación   |  |
| Diagnostico   |  |   |  |  |

  
 Marco Antonio Mendoza Troncoso  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 104880

  
 CESAR VICENTE VIAMONTE CALLA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 32703

  
 TRACY BEATRIZ  
 TERRAZAS MONROY  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 193681



**I: DATOS GENERALES**Apellidos y nombres del experto: Terrazos Monroy Tracy BeatrizInstitucion donde labora: Verificador de peritajes de inmueblesEspecialidad: Ingeniero CivilInstrumento de validacion : Ficha de observación del Método de Benedetti & Petrini.Autor del Instrumento : Randy Josue Terrazos Molina**II. CRITERIOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | DEFICIENTE (D) | Si menos del 30% de los items cumplen con el indicador    |
| 2 | REGULAR (R)    | Si entre 31% y 70 % de los items cumplen con el indicador |
| 3 | BUENA (B)      | Si mas del 70% de los items cumplen con el indicador      |

| CRITERIOS      | INDICADORES   | 1        | 2        | 3         | Observación       |
|----------------|---|----------|----------|-----------|-------------------|
| PERTINENCIA    | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales |          |          | X         |                   |
| COHERENCIA     | Responden a lo que debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.                                    |          |          | X         |                   |
| CONGRUENCIA    | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología   |          | X        |           |                   |
| SUFICIENCIA    | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable                                       |          |          | X         |                   |
| OBJETIVIDAD    | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables  |          |          | X         |                   |
| CONSISTENCIA   | Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable                                |          |          | X         |                   |
| ORGANIZACIÓN   | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones  |          |          | X         |                   |
| CLARIDAD       | Están redactados en un lenguaje claro y entendible  |          |          | X         |                   |
| OPORTUNIDAD    | El instrumento se aplica en un momento adecuado   |          |          | X         |                   |
| ESTRUCTURA     | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas                              |          |          | X         |                   |
| <b>PUNTAJE</b> |   | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>27</b> | <b>(Total)/30</b> |

**III. Coeficiente de validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

05 de Julio del 2022

  
 TRACY BEATRIZ  
 TERRAZOS MONROY  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 193681

**I: DATOS GENERALES**Apellidos y nombres del experto: Viamonte Calla Oscar VicenteInstitucion donde labora: Verificador de peritajes de inmueblesEspecialidad: Ingeniero CivilInstrumento de validacion : Ficha de observación del Método de Benedetti & Petrini.Autor del Instrumento : Randy Josue Terrazos Molina**II. CRITERIOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | DEFICIENTE (D) | Si menos del 30% de los items cumplen con el indicador    |
| 2 | REGULAR (R)    | Si entre 31% y 70 % de los items cumplen con el indicador |
| 3 | BUENA (B)      | Si mas del 70% de los items cumplen con el indicador      |

| CRITERIOS      | INDICADORES   | 1        | 2        | 3         | Observación       |
|----------------|---|----------|----------|-----------|-------------------|
| PERTINENCIA    | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales |          |          | X         |                   |
| COHERENCIA     | Responden a lo que debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.                                    |          |          | X         |                   |
| CONGRUENCIA    | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología   |          | X        |           |                   |
| SUFICIENCIA    | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable                                       |          |          | X         |                   |
| OBJETIVIDAD    | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables  |          |          | X         |                   |
| CONSISTENCIA   | Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable                                |          |          | X         |                   |
| ORGANIZACIÓN   | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones  |          |          | X         |                   |
| CLARIDAD       | Están redactados en un lenguaje claro y entendible  |          |          | X         |                   |
| OPORTUNIDAD    | El instrumento se aplica en un momento adecuado   |          |          | X         |                   |
| ESTRUCTURA     | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas                              |          |          | X         |                   |
| <b>PUNTAJE</b> |   | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>27</b> | <b>(Total)/30</b> |

**III. Coeficiente de validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

05 de Julio del 2022

Oscar Vicente Viamonte Calla  
INGENIERO CIVIL  
Registro Profesional de Ingenieros N° 22153

**I: DATOS GENERALES**Apellidos y nombres del experto: Mendoza Ticona Marco AntonioInstitucion donde labora: Residente de ObraEspecialidad: Ingeniero CivilInstrumento de validacion : Ficha de observación del Método de Benedetti & Petrini.Autor del Instrumento : Randy Josue Terrazos Molina**II. CRITERIOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | DEFICIENTE (D) | Si menos del 30% de los items cumplen con el indicador    |
| 2 | REGULAR (R)    | Si entre 31% y 70 % de los items cumplen con el indicador |
| 3 | BUENA (B)      | Si mas del 70% de los items cumplen con el indicador      |

| CRITERIOS      | INDICADORES   | 1        | 2        | 3         | Observación       |
|----------------|---|----------|----------|-----------|-------------------|
| PERTINENCIA    | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales |          |          | X         |                   |
| COHERENCIA     | Responden a lo que debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.                                    |          |          | X         |                   |
| CONGRUENCIA    | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología   |          | X        |           |                   |
| SUFICIENCIA    | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable                                       |          |          | X         |                   |
| OBJETIVIDAD    | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables  |          |          | X         |                   |
| CONSISTENCIA   | Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable                                |          |          | X         |                   |
| ORGANIZACIÓN   | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones  |          |          | X         |                   |
| CLARIDAD       | Están redactados en un lenguaje claro y entendible  |          |          | X         |                   |
| OPORTUNIDAD    | El instrumento se aplica en un momento adecuado   |          |          | X         |                   |
| ESTRUCTURA     | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas                              |          |          | X         |                   |
| <b>PUNTAJE</b> |   | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>27</b> | <b>(Total)/30</b> |

**III. Coeficiente de validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

05 de Julio del 2022

  
  
 Marco Antonio Mendoza Ticona  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 104520



**PROCEDIMIENTO DE INSPECCION PARA EDIFICACIONES  
METODO MOSQUEIRA Y TARQUE**

**I. CARACTERISTICAS GENERALES**

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN: | UBICACIÓN:    |
| ADMINISTRADO POR:         | COORDENADAS:  |
| ÁREA CONSTRUIDA:          | CONSTRUCCIÓN: |
| NÚMERO DE PISOS:          | REPORTE:      |

**II. VULNERABILIDAD SÍSMICA**

| DENSIDAD DE MUROS (60%) |       | CALIDAD DE MATERIALES Y MANO DE OBRA (30%) |       | ESTABILIDAD DE MUROS (10%) |       |
|-------------------------|-------|--|-------|----------------------------|-------|
| Calificación            | Valor | Calificación                               | Valor | Calificación               | Valor |
| Adecuada                | 1     | Buena                                      | 1     | Todos estables             | 1     |
| Aceptable               | 2     | Regular                                    | 2     | Algunos estables           | 2     |
| Inadecuada              | 3     | Mala                                       | 3     | Todos inestables           | 3     |

CÁLCULO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

$$Vs = (Dm * 0.6) + (Mm * 0.3) + (Em * 0.1)$$

$$Vs = (Dm * 0.6) + (Mm * 0.3) + (Em * 0.1)$$

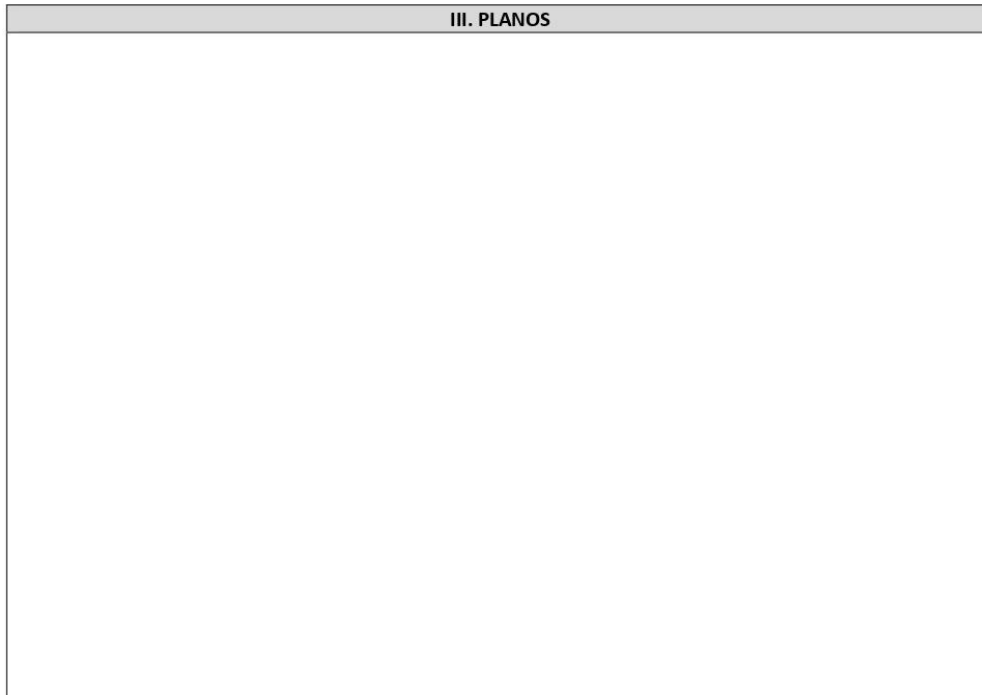
$$Vs = (Dm * 0.6) + (Mm * 0.3) + (Em * 0.1)$$

NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

| RANGO     | NIVEL DE VULNERABILIDAD |
|-----------|-------------------------|
| 1.8       | Vulnerabilidad baja     |
| 2.0 a 2.4 | Vulnerabilidad media    |
| 2.6 a 3.0 | Vulnerabilidad alta     |

NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA:

**III. PLANOS**



Fuente: Mosqueira & Tarque (2005).

*[Handwritten Signature]*  
  
 Marcos Antonio Mendoza Torres  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 104580

*[Handwritten Signature]*  
 COSAR VICENTE VIAMONTE CALLA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 22700

*[Handwritten Signature]*  
 TRACY BEATRIZ  
 TERRAZOS MONROY  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 183681

**I: DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Terrazos Monroy Tracy Beatriz  
 Institucion donde labora: Verificador de peritajes de inmuebles  
 Especialidad: Ingeniero Civil  
 Instrumento de validacion : Ficha de evaluación del Método de Mosqueira & Tarque.  
 Autor del Instrumento : Randy Josue Terrazos Molina

**II. CRITERIOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | DEFICIENTE (D) | Si menos del 30% de los items cumplen con el indicador    |
| 2 | REGULAR (R)    | Si entre 31% y 70 % de los items cumplen con el indicador |
| 3 | BUENA (B)      | Si mas del 70% de los items cumplen con el indicador      |

| CRITERIOS      | INDICADORES   | 1        | 2        | 3         | Observación       |
|----------------|---|----------|----------|-----------|-------------------|
| PERTINENCIA    | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales |          |          | X         |                   |
| COHERENCIA     | Responden a lo que debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.                                    |          |          | X         |                   |
| CONGRUENCIA    | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología   |          | X        |           |                   |
| SUFICIENCIA    | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable                                       |          |          | X         |                   |
| OBJETIVIDAD    | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables  |          |          | X         |                   |
| CONSISTENCIA   | Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable                                |          |          | X         |                   |
| ORGANIZACIÓN   | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones  |          |          | X         |                   |
| CLARIDAD       | Están redactados en un lenguaje claro y entendible  |          |          | X         |                   |
| OPORTUNIDAD    | El instrumento se aplica en un momento adecuado   |          |          | X         |                   |
| ESTRUCTURA     | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas                              |          |          | X         |                   |
| <b>PUNTAJE</b> |   | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>27</b> | <b>(Total)/30</b> |

**III. Coeficiente de validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

05 de Julio del 2022

  
 TRACY BEATRIZ  
 TERRAZOS MONROY  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 193681

**I: DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Viamonte Calla Oscar Vicente  
 Institucion donde labora: Verificador de peritajes de inmuebles  
 Especialidad: Ingeniero Civil  
 Instrumento de validacion : Ficha de evaluación del Método de Mosqueira & Tarque.  
 Autor del Instrumento : Randy Josue Terrazos Molina

**II. CRITERIOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | DEFICIENTE (D) | Si menos del 30% de los items cumplen con el indicador    |
| 2 | REGULAR (R)    | Si entre 31% y 70 % de los items cumplen con el indicador |
| 3 | BUENA (B)      | Si mas del 70% de los items cumplen con el indicador      |

| CRITERIOS      | INDICADORES   | 1        | 2        | 3         | Observación       |
|----------------|---|----------|----------|-----------|-------------------|
| PERTINENCIA    | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales |          |          | X         |                   |
| COHERENCIA     | Responden a lo que debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.                                    |          |          | X         |                   |
| CONGRUENCIA    | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología   |          | X        |           |                   |
| SUFICIENCIA    | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable                                       |          |          | X         |                   |
| OBJETIVIDAD    | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables  |          |          | X         |                   |
| CONSISTENCIA   | Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable                                |          |          | X         |                   |
| ORGANIZACIÓN   | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones  |          |          | X         |                   |
| CLARIDAD       | Están redactados en un lenguaje claro y entendible  |          |          | X         |                   |
| OPORTUNIDAD    | El instrumento se aplica en un momento adecuado   |          |          | X         |                   |
| ESTRUCTURA     | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas                              |          |          | X         |                   |
| <b>PUNTAJE</b> |   | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>27</b> | <b>(Total)/30</b> |

**III. Coeficiente de validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

05 de Julio del 2022

OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro del Colegio de Ingenieros N° 32733

**I: DATOS GENERALES**Apellidos y nombres del experto: Mendoza Ticona Marco AntonioInstitucion donde labora: Residente de ObraEspecialidad: Ingeniero CivilInstrumento de validacion : Ficha de evaluación del Método de Mosqueira & Tarque.Autor del Instrumento : Randy Josue Terrazos Molina**II. CRITERIOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | DEFICIENTE (D) | Si menos del 30% de los items cumplen con el indicador    |
| 2 | REGULAR (R)    | Si entre 31% y 70 % de los items cumplen con el indicador |
| 3 | BUENA (B)      | Si mas del 70% de los items cumplen con el indicador      |

| CRITERIOS      | INDICADORES   | 1        | 2        | 3         | Observación       |
|----------------|---|----------|----------|-----------|-------------------|
| PERTINENCIA    | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales |          |          | X         |                   |
| COHERENCIA     | Responden a lo que debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.                                    |          |          | X         |                   |
| CONGRUENCIA    | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología   |          | X        |           |                   |
| SUFICIENCIA    | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable                                       |          |          | X         |                   |
| OBJETIVIDAD    | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables  |          |          | X         |                   |
| CONSISTENCIA   | Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable                                |          |          | X         |                   |
| ORGANIZACIÓN   | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones  |          |          | X         |                   |
| CLARIDAD       | Están redactados en un lenguaje claro y entendible  |          |          | X         |                   |
| OPORTUNIDAD    | El instrumento se aplica en un momento adecuado   |          |          | X         |                   |
| ESTRUCTURA     | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas                              |          |          | X         |                   |
| <b>PUNTAJE</b> |   | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>27</b> | <b>(Total)/30</b> |

**III. Coeficiente de validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

05 de Julio del 2022



Marco Antonio Mendoza Ticona  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 104680



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME DE ENSAYO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NORMA ASTM D-422

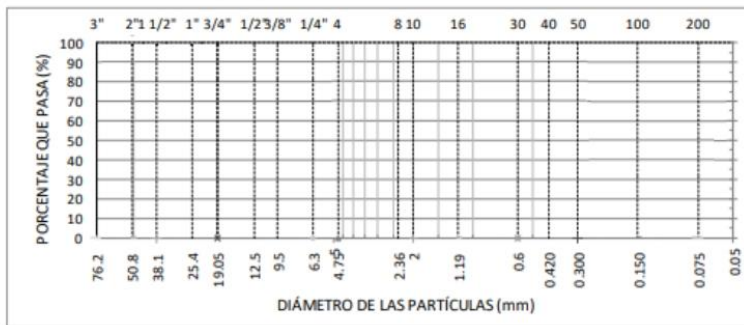
PROYECTO: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE METODOS CONVENCIONALES EN LA PARROQUIA SANTISIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA 2022"

UBICACIÓN:  
CLIENTE:  
DIRECCIÓN:

MUESTRA: CALICATA  
ESTRATO: MUESTRA 1  
CONDICION: ALTERADO

CÓDIGO DE MUESTRA:  
F. RECEPCIÓN:  
F. EMISIÓN:

| CLASIFICACIÓN SUCS   | MALLA ASTM       | ABERTURA (mm) | Peso Retenido (g) | % Retenido | % Pas. Acumulado | ESPECIFICACION A-1, AASHTO M-147 |
|----------------------|------------------|---------------|-------------------|------------|------------------|----------------------------------|
| SM                   | >3"              |               |                   |            |                  |                                  |
| ARBA LIMOSA          | 3"               |               |                   |            |                  |                                  |
|                      | 2 1/2"           |               |                   |            |                  |                                  |
| CLASIFICACION AASHTO | 2"               |               |                   |            |                  |                                  |
|                      | 1 1/2"           |               |                   |            |                  |                                  |
| COEFICIENTES         | 1"               |               |                   |            |                  |                                  |
|                      | 3/4"             |               |                   |            |                  |                                  |
|                      | 1/2"             |               |                   |            |                  |                                  |
|                      | 3/8"             |               |                   |            |                  |                                  |
|                      | Nº 4             |               |                   |            |                  |                                  |
| C <sub>u</sub> =     | C <sub>c</sub> = | Nº 8          |                   |            |                  |                                  |
|                      |                  | Nº 10         |                   |            |                  |                                  |
|                      |                  | Nº 16         |                   |            |                  |                                  |
| W <sub>m1</sub>      |                  | Nº 30         |                   |            |                  |                                  |
| W <sub>p</sub> Nº 4  |                  | Nº 40         |                   |            |                  |                                  |
| W <sub>m1</sub> f    |                  | Nº 50         |                   |            |                  |                                  |
|                      |                  | Nº 80         |                   |            |                  |                                  |
| GRAVA                |                  | Nº 100        |                   |            |                  |                                  |
| ARENA                |                  | Nº 200        |                   |            |                  |                                  |
| FINOS                |                  | FONDO         |                   |            |                  |                                  |



OBSERVACIONES:

Marco Antonio Méndez Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 104590

OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 22733

TRACY BEATRIZ  
TERRAZOS MONROY  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 193681





## ANEXO 05. VALIDACIÓN DEL ANÁLISIS SÍSMICO

### ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES

La estructura en una edificación, se encarga de proporcionar la resistencia, rigidez y estabilidad necesarias para evitar que el edificio colapse, y es la encargada de conducir las cargas desde su punto de aplicación hasta el terreno.

La estabilidad estructural de una edificación puede verse afectada, pudiendo llegar a alcanzar el estado de falla, debido a diversas causas. Entre ellas mencionamos:

- Errores en el cálculo de la estructura
- Elección de una cimentación no acorde con las características del terreno (estudio geotécnico)
- Falta de conservación, o conservación inadecuada
- Obras de reforma mal diseñadas o estudiadas.
- Cambio de uso del edificio.
- Por causas naturales.

Es por esto que se han normado los requisitos de diseño y resistencia estructural a través de reglamentos que definan y garanticen en correcto comportamiento estructural de las edificaciones. Como parte del cumplimiento de la normativa establecido en el reglamento nacional de edificaciones, se realizan las verificaciones de los principales elementos estructurales de los módulos, en correlación a los resultados evaluados en la metodología determinada para el riesgo sísmico.

### PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales utilizados en los proyectos de construcción son de suma importancia porque se determinan las características del proyecto, requerimientos y tipo de mantenimiento requerido. La variedad de materia prima empleada es bastante extensa y con el paso del tiempo y avances tecnológicos se han desarrollado compuestos que responden a las necesidades cambiantes de la industria de la construcción.

De acuerdo a la bibliografía de la información general disponible y los estudios realizados, se establecen las principales características de las propiedades de los materiales resistentes componentes para la edificación en evaluación y las establecidas por reglamento:

#### **i) Concreto Ciclópeo (Cimientos Corridos) $f'c = 140 \text{ kgf/cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$**

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| - Resistencia a la compresión            | $f'c = 140 \text{ kgf/cm}^2$       |
| - Resistencia a la tracción ( $8\%f'c$ ) | $ft = 11 \text{ kgf/cm}^2$         |
| - Módulo de elasticidad                  | $E = 177,482.39 \text{ kgf/cm}^2$  |
| - Relación de Poisson                    | $\mu = 0.15$                       |
| - Peso específico                        | $\gamma_c = 2,200 \text{ kgf/m}^3$ |

#### **ii) Concreto (Sobrecimientos, Vigas y Columnas) $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$**

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| - Resistencia a la compresión            | $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$       |
| - Resistencia a la tracción ( $8\%f'c$ ) | $ft = 14 \text{ kgf/cm}^2$         |
| - Módulo de elasticidad                  | $E = 198,431.34 \text{ kgf/cm}^2$  |
| - Relación de Poisson                    | $\mu = 0.15$                       |
| - Peso específico                        | $\gamma_c = 2,400 \text{ kgf/m}^3$ |

#### **ii) Acero Corrugado G60 (Acero de refuerzo) $f_y = 4,200 \text{ kgf/cm}^2$**

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| - Resistencia a la fluencia | $f_y = 4,200 \text{ kgf/cm}^2$    |
| - Módulo de elasticidad     | $E = 2,000,000 \text{ kgf/cm}^2$  |
| - Relación de Poisson       | $\mu = 0.30$                      |
| - Peso específico           | $\gamma_c = 7850 \text{ kgf/m}^3$ |

#### **iv) Albañilería de unidades de arcilla (Muros estructurales)**

|                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| - Resistencia a la compresión        | $f_m = 13.62 \text{ kgf/cm}^2$     |
| - Resistencia a la tracción diagonal | $v_m = 3.76 \text{ kgf/cm}^2$      |
| - Módulo de elasticidad              | $E = 6,810 \text{ kgf/cm}^2$       |
| - Relación de Poisson                | $\mu = 0.20$                       |
| - Peso específico                    | $\gamma_c = 1,900 \text{ kgf/m}^3$ |

  
Juan Manuel Mamani Pari  
Ingeniero Civil  
CIP. 120949

## CARGAS EN EDIFICACIONES

Las múltiples condiciones de cargas y efectos que solicitan a una estructura a lo largo de su vida de servicio se definen como acciones y se pueden clasificar como se presenta a continuación

### **i) Cargas Estáticas**

#### **Cargas Permanentes o Muertas:**

Son aquellas cargas gravitacionales que actúan durante la vida útil de la estructura, como son el peso propio de los elementos estructurales de la edificación (Cimentaciones, Muros, Columnas, Vigas y Coberturas).

#### **Cargas Vivas o Sobrecarga o Montajes:**

Son cargas gravitacionales de carácter movable, que podrían actuar en forma esporádica sobre la estructura, como son las cargas por mantenimiento sobre las coberturas.

Para el análisis de cargas se evaluará sobre una sobrecarga por mantenimiento de 50kgf/m<sup>2</sup> sobre las coberturas existentes.

### **ii) Cargas Dinámicas**

#### **Cargas de Sismo:**

La fuerza sísmica se considerará como una fracción del peso de la estructura, mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en la estructura, considerándose también fuerzas sísmicas verticales.

#### **Cargas de Viento:**

En el cálculo de las cargas de viento de diseño para el sistema principal resistente a la fuerza del viento, para componentes y revestimientos en estructuras, se debe tener en cuenta la suma algebraica de las presiones actuantes en las caras opuestas de cada superficie la estructura.

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural es el proceso de cálculo y determinación de los efectos de las cargas y las fuerzas internas en una edificación. El análisis estructural se puede realizar durante el diseño, pruebas o post-construcción y generalmente representarán los materiales utilizados, la geometría de la estructura y las cargas aplicadas.

Para los objetivos de revisión y verificación estructural, se necesita del uso de herramientas acordes con la versatilidad y ritmo de trabajo. Una de las herramientas más utilizadas para el análisis, simulación, estudio y comparación de resultados son los software basados en análisis de comportamientos lineales y no lineales de elementos estructurales, análisis por método de elementos finitos, aplicación de diafragmas rígidos y flexibles, análisis dinámicos y estáticos, análisis de grandes desplazamientos y diferentes tipos y combinaciones de aplicación de solicitaciones entre otros. Para lo cual, se utilizara como plataforma para el análisis estructural el programa SAP2000 (Structural Analysis Program), siendo este un programa que se utiliza para el análisis estructural y verificaciones del dimensionamiento de edificaciones.

## PELIGRO SÍSMICO (Norma E.030: Diseño sísmoresistente)

*i) Zonificación;* El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Se muestra el cuadro de valores para los factores de zona establecidos según reglamento.

El estudio de evaluación estructural realizado en la provincia de Arequipa, corresponde a la Zona 3; por lo que el parámetro de zonificación es  $Z=0.35$ .

  
Juan Manuel Mamani Pari  
Ingeniero Civil  
CIP. 120949

ii) **Parámetros de Sitio ( $S$ ,  $T_P$  y  $T_L$ );** Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo  $S$  y de los periodos  $T_P$  y  $T_L$ .

Se muestran los cuadros de valores del factor suelo  $S$  y los periodos  $T_P$  y  $T_L$  establecidos según reglamento.

El estudio de evaluación estructural realizado en la provincia de Caylloma, corresponde a un perfil tipo S2 que corresponden los suelos medianamente rígidos; por lo que el factor de amplificación sísmica es  $S = 1.15$ , los periodos son  $T_P = 0.60$  y  $T_L = 2.00$ .

iii) **Factor de Amplificación Sísmica ( $C$ );** De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica ( $C$ ) por las siguientes expresiones:

$$\begin{array}{ll} T < T_P & C = 2,5 \\ T_P < T < T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right) \\ T > T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right) \end{array}$$

Donde  $T$  es el periodo de la estructura.

vi) **Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso ( $U$ );** Cada estructura está clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en según el reglamento. El factor de uso o importancia ( $U$ ), se usa según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se puede considerar  $U = 1$ . La edificación evaluada, se considera importante (B), siendo el factor de uso  $U = 1.30$ .

v) **Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ( $R_o$ );** Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente  $R_o$  que corresponda. El sistema estructural predominante para ambas direcciones X-X e Y-Y, corresponde a albañilería confinada con un coeficiente básico de reducción  $R_o = 6$ .

vi) **Factores de Irregularidad ( $I_a$ ,  $I_p$ );** El factor  $I_a$  se determina como el menor de los valores correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor  $I_p$  se determina como el menor de los valores correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis. Para las edificaciones evaluadas el factor  $I_a$ , considera irregularidad geométrica vertical siendo el factor de regularidad en altura  $I_a = 0.90$ . Asimismo el factor  $I_p$ , considera su irregularidad en planta, siendo el factor de regularidad en planta  $I_a = 0.90$ .

vii) **Periodo Fundamental de Vibración;** Siendo los módulos considerados pórticos de concreto armado en la dirección X-X y de albañilería estructural en la dirección Y-Y, el periodo fundamental de vibración para cada dirección se estimarán con la siguiente expresión:

$$T = \frac{H_n}{C_T}$$

Donde:

$C_T = 35$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos de concreto armado sin muros de corte.

$C_T = 60$  Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

$H_n$  Altura de la edificación (altura del módulo)

 Juan Manuel Mamani Pari  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 120949

### REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado no debe exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión).

| LIMITES PARA LA DISTORSION DEL ENTREPISO                      |                                    |
|---|------------------------------------|
| Material Predominante   | $\Psi_i = \frac{\Delta_i}{H_{ei}}$ |
| Concreto Armado   | 0.007                              |
| Acero   | 0.010                              |
| Albañilería   | 0.005                              |
| Madera  | 0.010                              |
| Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada | 0.005                              |

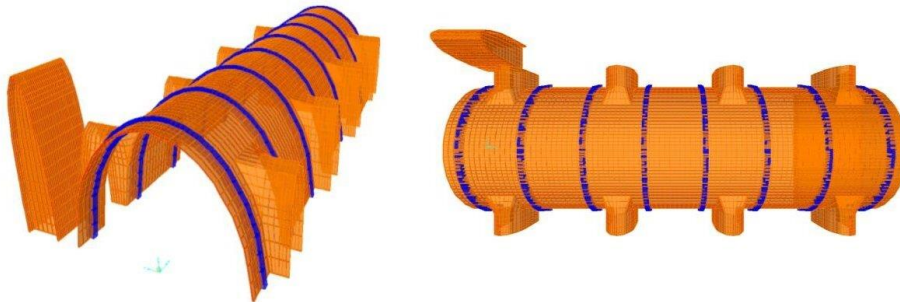
Dónde:

- $\Psi_i$ : Límite de distorsión de entrepiso
- $\Delta_i$ : Desplazamiento lateral de entrepiso
- $H_{ei}$ : Altura de entrepiso

Los desplazamientos relativos máximos a considerarse son de 0.005 en la dirección X-X y de 0.005 en la dirección Y-Y para los muros de albañilería estructural, y las verificaciones en los módulos analizados.

### MODELADO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Un modelo estructural es una representación o esquema simplificado de la estructura, que se elabora con el objeto de analizar su comportamiento. Al modelo estructural también se le denomina esquema estructural o esquema de cálculo, y a veces estructura ideal.



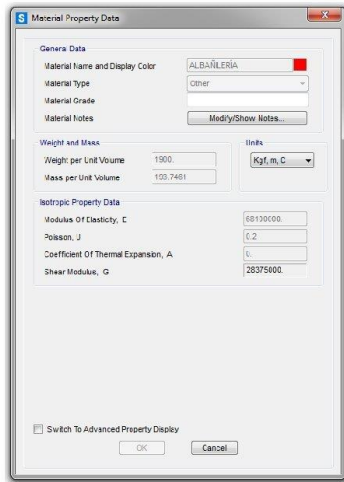
*Vista isométricas del modelado estructural*

*Descripción:* el modelo del sistema estructural de albañilería se realiza mediante el Programa de Método de Elementos Finitos Sap2000. Para el modelado, no se consideran los elementos no estructurales como son los muros tabiques y alfeizares.

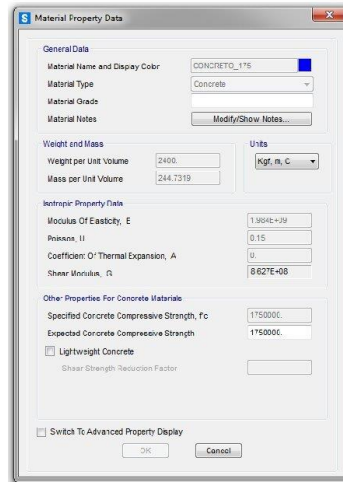
*Interpretación:* los elementos de modelado que reconoce el programa son los elementos línea y área, los cuales representan a las columnas, vigas y muros. Finalmente se establecen las restricciones para el control de desplazamientos a nivel de cimentación en las direcciones X-X e Y-Y.

Se asignan los materiales utilizados para las verificaciones de edificación conformadas por muros de albañilería estructural y elementos de concreto armado:

  
Juan Manuel Mamani Pari  
Ingeniero Civil  
CIP. 120949



Asignación de las propiedades para la albañilería de arcilla estructural  
Programa de cálculo estructural SAP2000

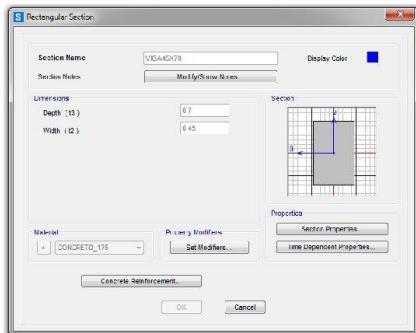


Asignación de las propiedades para concreto estructural ( $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$ )  
Programa de cálculo estructural SAP2000

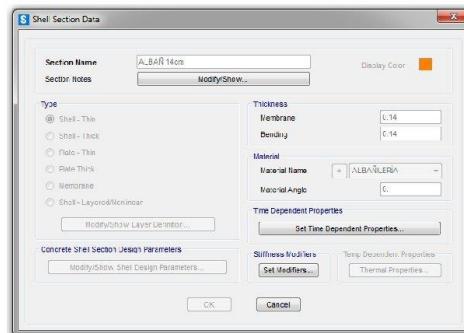
**Descripción:** la metodología por el Programa de Método de Elementos Finitos SAP2000, requiere realizar la definición de las propiedades de los materiales utilizados en el análisis estructural.

**Interpretación:** los parámetros de los materiales utilizados corresponden al peso específico, módulo de elasticidad y el módulo de Poisson. Siendo los materiales utilizados el concreto y la albañilería. Los parámetros son obtenidos de los ensayos realizados según la tipología de concreto y muros de albañilería

Se asignan las secciones para los elementos línea y área del modelo estructural, idealizando los módulos conformados por la albañilería estructural y elementos de concreto armado. Estos para el programa de cálculo estructural SAP2000:



Asignación de las propiedades para la sección de concreto armado de 0.45m x 0.70m  
Programa de cálculo estructural SAP2000



Asignación de las propiedades para la sección de la albañilería de arcilla estructural de 0.14m  
Programa de cálculo estructural SAP2000

**Descripción:** la metodología por el Programa de Método de Elementos Finitos SAP2000, requiere realizar la definición de las dimensiones de las secciones de concreto armado y muros en el análisis estructural.

  
 Juan Manuel Mamani Pari  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 120949

*Interpretación: las dimensiones de las secciones de concreto armado y albañilería estructural son definidos de acuerdo a las características geométricas definidas en los planos del levantamiento de campo, para las edificaciones analizadas y asignadas al modelo de cálculo estructural del programa SAP2000.*

### ANÁLISIS ESTÁTICO

Realizar el análisis estático, consiste en calcular el cortante basal, para posteriormente distribuir de fuerzas por altura aplicadas en cada diafragma asignado por piso. Para hallar la cortante basal se hace uso del peso sísmico de la edificación y los coeficientes establecidos por la norma E.030.

El análisis sísmico estático se realizara para establecer la cortante basal mínima (90% de la fuerza cortante total para edificaciones irregulares) que debe utilizarse en el análisis dinámico (o en su defecto encontrar el factor de amplificación de fuerza).

Como parte de la metodología el peso y la fuerza cortante total de la edificación fue determinada mediante el análisis por cargas de servicio el en programa de Método de Elementos Finitos. Siendo el peso de la edificación ( $P_T$ ) y el cortante total ( $V_T$ ), los parámetros que permitirán establecer el cortante mínimo ( $V_{min}$ ), al 90% del cortante total (Edificaciones irregulares), obteniéndose los siguientes parámetros:

#### Parametros

|             |             |  |
|-------------|-------------|--|
| $Z =$       | 0.35        | Factor de zona                                   |
| $U =$       | 1.30        | Factor de uso                                    |
| $S =$       | 1.20        | Factor de suelo                                  |
| $T_p =$     | 1.00        | Periodos   |
| $T_l =$     | 1.60        |  |
| $R_o =$     | 3.00        | Factor básico de reducción                       |
| $I_a =$     | 0.90        | Factor de irregularidad en altura                |
| $I_p =$     | 0.90        | Factor de irregularidad en planta                |
| $R =$       | 2.43        | Factor de reducción de fuerzas sísmicas          |
| $T =$       | 0.33        | Periodo fundamental de vibración                 |
| $C =$       | 2.50        | Factor de amplificación sísmica                  |
| $ZUCS/R =$  | 0.562       |  |
| $K =$       | 1.00        | Relación al periodo fundamental                  |
|             | Ok          | $C/R \geq 0.11$                                  |
| $C_t =$     | 60.00       | Coefficiente de periodo fundamental              |
| $P_t =$     | 936.55 Tonf | Peso total de la edificación                     |
| $V_b =$     | 526.09 Tonf | Fuerza cortante total de la edificación          |
| $V_{min} =$ | 473.48 Tonf | Fuerza cortante mínima (Estructuras irregulares) |

El cortante mínimo de análisis a distribuirse como cortante basal de la edificación es de  $V_{min} = 473.48$  Tonf, donde si este cortante es mayor al obtenido en el análisis dinámico, será considerado para realizar las verificaciones de resistencia y cálculo estructural.

### ANÁLISIS DINÁMICO

Es un análisis sísmico que utiliza un espectro de diseño de Pseudoaceleraciones – periodo para cada una de las direcciones X-X e Y-Y, junto con un análisis modal de la edificación aplicado a la estructura para determinar la respuesta estructural de cada una de las edificaciones.

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

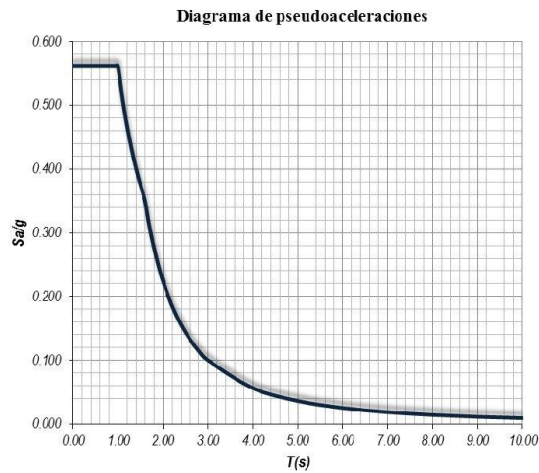
$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Donde:

 Juan Manuel Mamani Pari  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 120949

- Z: Factor de zona
- U: Factor de uso o importancia
- S: Factor de suelo
- C: Factor de amplificación sísmica
- R: Factor de reducción de fuerzas sísmicas
- S<sub>a</sub>: Aceleración del sistema
- g: Aceleración de la gravedad (9.81m/s<sup>2</sup>)



*Diagrama de Pseudo-aceleraciones (Sa/g vs T)*

*Descripción: de los parámetros obtenidos para el peligro sísmico, se determina el diagrama de pseudo-aceleraciones (Sa/g vs T), definido para las direcciones X-X e Y-Y de análisis.*

*El espectro de respuesta de pseudo-aceleración es una gráfica en función del periodo de vibración natural, o de la frecuencia de vibración natural del sistema.*

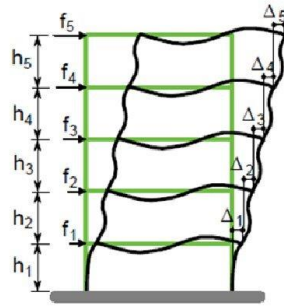
*Interpretación: los parámetros del diagrama de pseudo-aceleraciones, serán incluidos como función para el análisis dinámico para la edificación evaluada. Finalmente se realizará el análisis dinámico para las verificaciones correspondientes mediante la metodología MEF del programa Sap2000.*

**CONTROL DE DISTORSIONES DE ENTREPISO**

La deriva ( $\Delta_i$ ) corresponde al desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos localizados en la misma línea vertical, entre dos pisos o niveles consecutivos de una edificación. El control de la deriva es importante dado que el nivel de daño de los elementos no estructurales y la estabilidad global de la estructura, entre otros parámetros, están asociados con este parámetro.

  
 Juan Manuel Mamani Pari  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 120949





Derivas ( $\Delta_i$ ) de entrepiso, presentes en una edificación frente a cargas laterales ( $f_i$ ), respecto a una altura de entrepiso ( $h_i$ ) de la edificación

Existen valores sugeridos en la norma E.030 para la deriva relacionada a cada estado de daño para diferentes sistemas estructurales y diferentes niveles de diseño Sismorresistente.

Se realiza las verificaciones para el control de distorsiones de entrepiso; para cada uno de los módulos y en cada una de las direcciones de análisis X-X e Y-Y, siendo los parámetros de control los siguientes:

- $R_x$  : Factor de reducción de fuerzas sísmicas (Dirección X-X)
- $R_y$  : Factor de reducción de fuerzas sísmicas (Dirección Y-Y)
- $\Psi_x$  : Límite de distorsión del entrepiso (Dirección X-X)
- $\Psi_y$  : Límite de distorsión del entrepiso (Dirección Y-Y)
- $\Theta_x$  : Distorsión del entrepiso (Dirección X-X)
- $\Theta_y$  : Distorsión del entrepiso (Dirección Y-Y)
- $U_x$  : Desplazamiento del entrepiso (Dirección X-X)
- $U_y$  : Desplazamiento del entrepiso (Dirección Y-Y)
- $H$  : Altura de entrepiso

La expresión para el cálculo de la distorsión en cada dirección es:

$$\Theta = 0.85 \cdot \frac{R \cdot U}{H} \leq \Psi = 0.005$$

Siendo los valores establecidos según la norma E.030 para el factor de reducción ( $R$ ) y límites de la distorsión del entrepiso ( $\Psi$ ) en las direcciones de análisis X-X e Y-Y, las siguientes:

- $R_x = 4.86$  Factor de reducción de fuerzas sísmicas (Dirección X-X)
- $R_y = 4.86$  Factor de reducción de fuerzas sísmicas (Dirección Y-Y)
- $\Psi_x = 0.005$  Límite de distorsión del entrepiso (Dirección X-X)
- $\Psi_y = 0.005$  Límite de distorsión del entrepiso (Dirección Y-Y)

| Control de distorsiones de entrepiso |          |              |              |              |            |            |                     |                     |
|--------------------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|---------------------|---------------------|
| Nº                                   | Edificio | $U_x$<br>(m) | $U_y$<br>(m) | $H_i$<br>(m) | $\Theta_x$ | $\Theta_y$ | Verificación        |                     |
|                                      |          |              |              |              |            |            | $\Theta_x < \Psi_x$ | $\Theta_y < \Psi_y$ |
| 1                                    | Nivel 01 | 0.0167       | 0.0452       | 13.17        | 0.0026     | 0.0071     | Conforme            | No conforme         |

Descripción: el cuadro de determinación de las distorsiones de entrepiso para las direcciones X-X e YY de análisis se calcula en función de la distorsión de entrepiso límite, siendo en nuestro caso de  $\Psi=0.005$  para cada dirección de análisis X-X e Y-Y.

Interpretación: la conformidad para el control de distorsiones de entrepiso, corresponde a prevenir daños en los elementos no estructurales, así como daños por deformaciones excesivas de la estructura

  
 Juan Manuel Mamani Pari  
 Ingeniero Civil  
 C.I.P. 120949

principal, observándose que la distorsión en la edificación es conforme para la dirección de análisis X-X puesto que  $\phi_x=0.0026 < \Psi_x=0.005$ , y para la dirección de análisis Y-Y, es no conforme por  $\phi_y=0.0071 > \Psi_x=0.005$ .

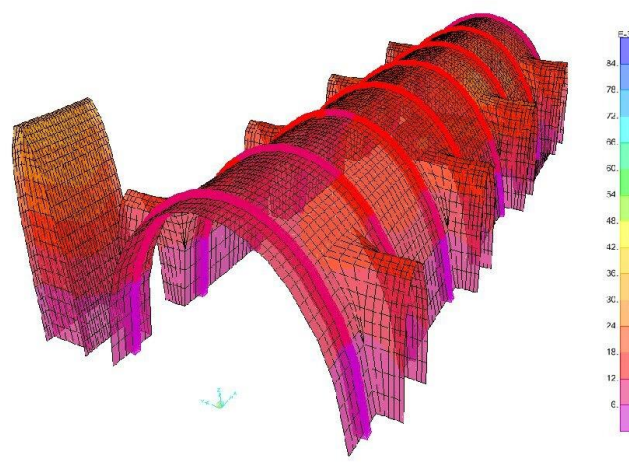


Diagrama de desplazamientos laterales, por cargas sísmicas

**Descripción:** para el análisis dinámico de la metodología MEF del programa Sap2000, se obtienen los desplazamientos laterales en cada dirección de análisis X-X e Y-Y, de  $U_x=0.0167m$  y  $U_y=0.0452m$ . Resultados frente a las cargas laterales simuladas mediante el espectro de Pseudoaceleraciones calculado.

**Interpretación:** se analizan los desplazamientos laterales máximos y se comparan con la distorsión en la edificación  $\Psi=0.005$ , observándose que es conforme para la dirección de análisis X-X puesto que  $\phi_x=0.0026 < \Psi_x=0.005$ , y para la dirección de análisis Y-Y, es no conforme por  $\phi_y=0.0071 > \Psi_x=0.005$ . Requiriéndose elementos de arriostramiento y control de desplazamientos laterales para el cumplimiento de los requisitos mínimos por distorsiones de entrepiso establecidos por la norma E.030 de diseño sismoresistente.

### RESISTENCIA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN

La resistencia estructural de la edificación, es la capacidad que tiene un sistema estructural que le permite resistir cargas sin colapsar en su conjunto.

La resistencia y la estabilidad deben ser las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de las edificaciones, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

Es importante determinar la capacidad de resistencia de los materiales y propiedades de los elementos estructurales de cada sistema proyectado en cada edificación, y asimismo realizar las verificaciones y controles necesarios que permitan establecer la calidad y características estructurales requeridas. Asimismo la normativa establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones, establece requisitos mínimos de resistencia y admisibilidad de los materiales a considerarse para diferentes proyectos y verificaciones adecuadas.

Para efectos de análisis, se realizaran las verificaciones de resistencia para la albañilería estructural, la cual fue establecida en el programa como elemento área, siendo su principales esfuerzos de análisis los esfuerzos de análisis S11 de cargas de gravedad y S22 de cargas laterales sísmicas. Siendo los esfuerzos representativos en los elementos área los siguientes:

- S11: Esfuerzo por el área actuando a mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) en torno al eje 1.
- S22: Esfuerzo por el área actuando a mitad de la superficie de las caras 2 (Positiva y negativa) en torno al eje 2.

  
 Juan Manuel Mamani Pari  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 120949

- S12: Esfuerzo por el área actuando a mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) en torno al eje 2 y en las caras 2 (positiva y negativa) alrededor del eje 1.
- S13: Esfuerzo de Corte el área fuera del plano del Shell actuando a mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) en dirección 3.
- S23: Esfuerzo de Corte el área fuera del plano del Shell actuando a mitad de la superficie de las caras 2 (Positiva y negativa) en dirección 3.

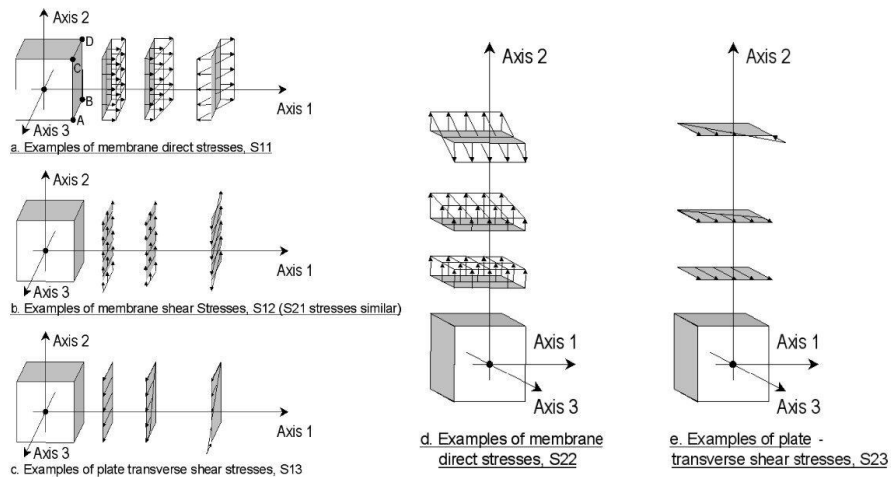


Diagrama de esfuerzos en los elementos área, según los ejes locales en análisis Programa Sap2000

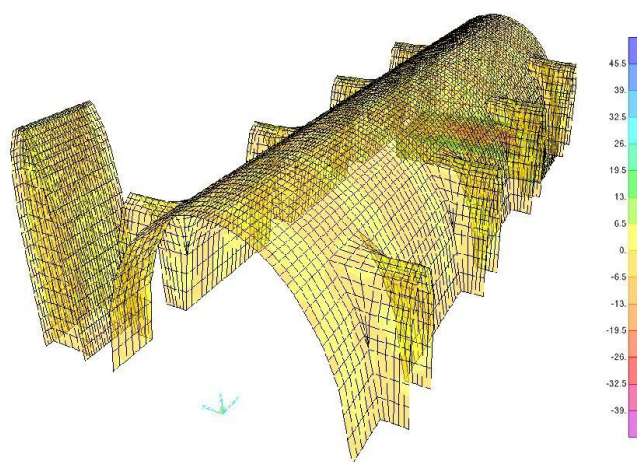


Diagrama de esfuerzos axiales S11 para la albañilería estructural, por cargas de gravedad (Norma E.070)

Descripción: se determinan las cargas actuantes sobre los elementos área de albañilería estructural, utilizando el programa Sap2000. Correspondiendo para esta dirección de análisis el esfuerzo S11 por cargas gravitacionales.

Interpretación: El esfuerzo axial máximo actuante por cargas de gravedad, en el eje local 1 es  $S11=37.92 \text{ kgf/cm}^2$ , siendo el resistente de compresión de  $f_m=13.62 \text{ kgf/cm}^2$  para la albañilería,

  
 Juan Manuel Mamani Pari  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 120949

verificándose que los esfuerzos actuantes son mayores a los resistentes para la dirección local de análisis S11. Requiriéndose realizar los reforzamientos y elementos de control establecidos según la normatividad vigente.

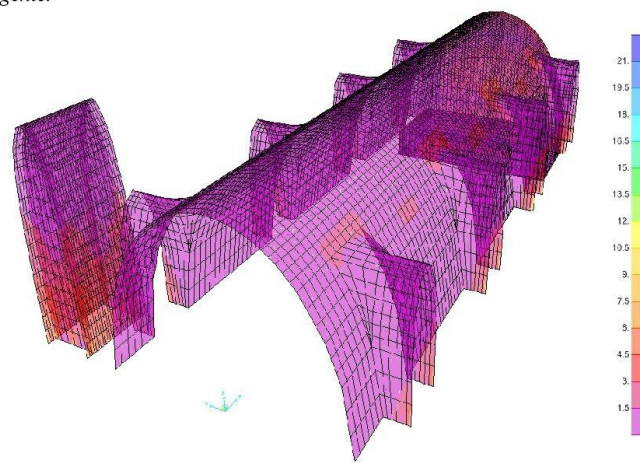


Diagrama de esfuerzos axiales S22 para la albañilería estructural, cortantes por cargas laterales de sismo  
(Norma E.070)

*Descripción:* se determinan las cargas actuantes sobre los elementos área de albañilería estructural, utilizando el programa Sap2000. Correspondiendo para esta dirección de análisis el esfuerzo S22 por cargas sísmicas.

*Interpretación:* El esfuerzo axial máximo actuante por cargas sísmicas, en el eje local 2 es  $S22=22.05 \text{ kgf/cm}^2$ , siendo el resistente de tracción de  $v'm=3.76 \text{ kgf/cm}^2$  para la albañilería, verificándose que los esfuerzos actuantes son mayores a los resistentes para la dirección local de análisis S22. Requiriéndose realizar los reforzamientos y elementos de control establecidos según la normatividad vigente

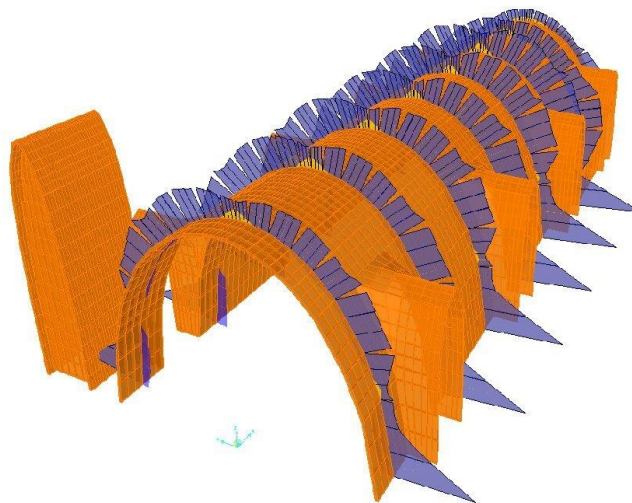


Diagrama de esfuerzos axiales S11 para los elementos línea de concreto armado  
(Norma E.060)

  
 Juan Manuel Mamani Pari  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 120949

## ANEXO 06. RESUMEN DE RESULTADOS DE ANTECEDENTES

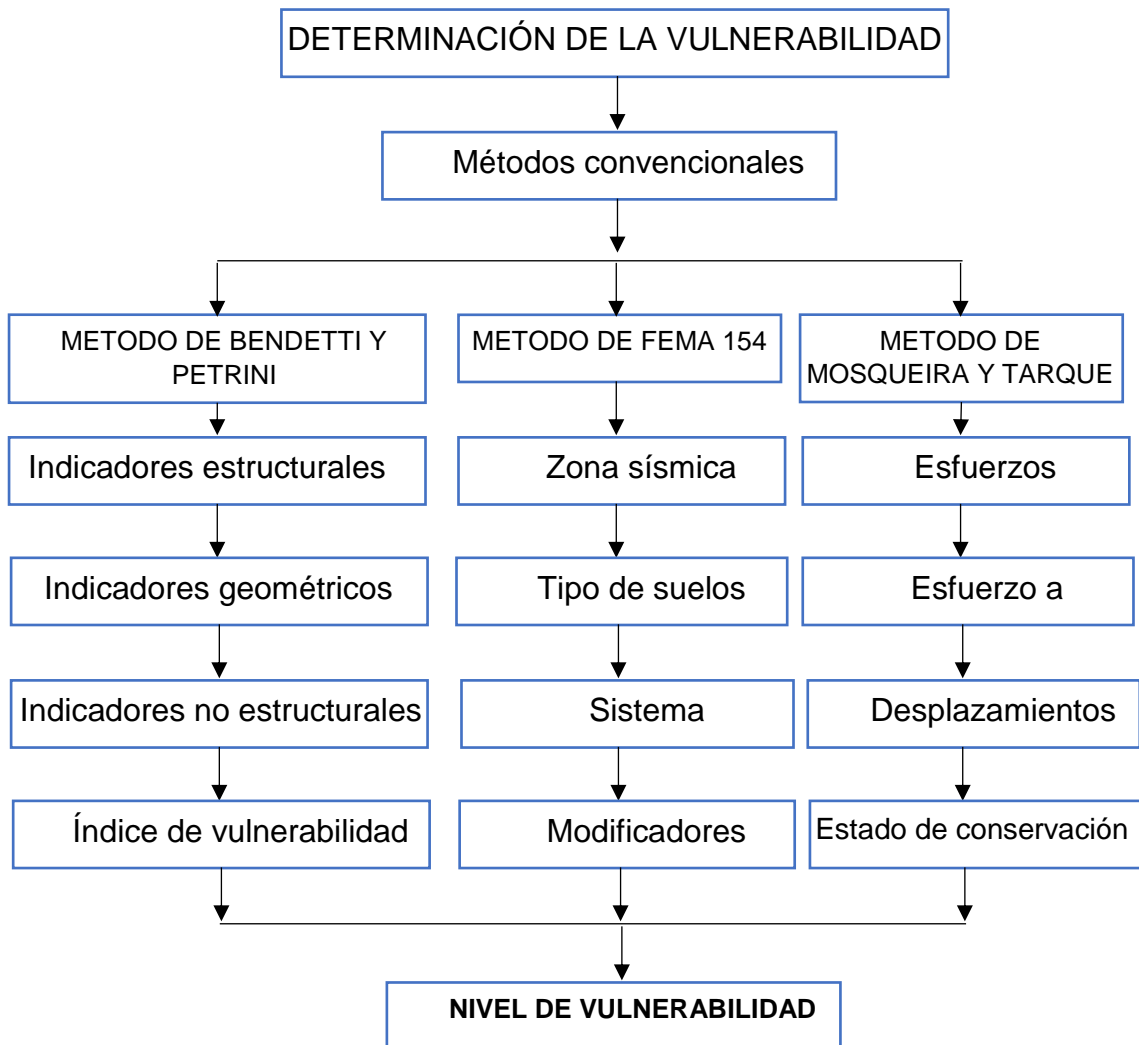
**TITULO:** “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales en la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo - Arequipa – 2022”

**AUTOR:** Br. Terrazos Molina Randy Josué

|                              | AUTORES   | TÍTULO DE INVESTIGACIÓN   | PAÍS    | AÑO  | OBJETIVO PRINCIPAL  | MÉTODO EMPLEADO  | MUESTRA                      | RESULTADO           |                      |                          |
|------------------------------|---|---|---------|--|---|--|------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|
| INTERNACIONALES              | G. GONZALEZ   | Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del patrimonio cultural chileno: estudio de iglesias patrimoniales de Valparaíso  | Chile   | 2020   | Evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica de cinco iglesias de la ciudad de Valparaíso frente a sismos   | <b>Método cualitativo</b><br>Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni | Iglesia Sagrado Corazón      | IV = 15             | Vulnerabilidad media |                          |
|                              |   |   |         |  |   |  | Iglesia La Matriz            | IV = 31             | Vulnerabilidad media |                          |
|                              |   |   |         |  |   |  | Iglesia San Francisco        | IV = 40             | Vulnerabilidad media |                          |
|                              |   |   |         |  |   |  | Iglesia Doce Apóstoles       | IV = 42             | Vulnerabilidad media |                          |
|                              |   |   |         |  |   |  | Iglesia Santa Ana            | IV = 40             | Vulnerabilidad media |                          |
|                              | J. CARRIÓN  | Análisis de vulnerabilidad sísmica de la Iglesia «Nuestra Señora de la Merced», ubicada en el Centro Histórico de la ciudad de Quito  | Ecuador | 2017   | Analizar la vulnerabilidad sísmica de la Iglesia Nuestra Señora de la Merced, ubicada en el Centro Histórico de la ciudad de Quito                                    | <b>Método cuantitativo</b><br>Metodo de Benedetti & Petrini<br>Método de elementos finitos con software ETABS Versión 18.0.0   |                              | IV = 134.25         | Vulnerabilidad media |                          |
| Iglesia La Merced            |   |   |         |  |   |  | Deriva > 0.5%                | Vulnerabilidad alta |                      |                          |
| A. FIGUEROA                  | Vulnerabilidad sísmica en Iglesias mexicanas, caso de estudio: Iglesia de Santa Lucía - México  | México  | 2019    | Proporcionar una metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica de estructuras típicas de iglesias en México, teniendo como caso particular a la Iglesia de santa Lucía. | <b>Método cuantitativo</b><br>Método de elementos finitos con software SAP2000 Versión 17.1.0   |  | Periodo de retorno           |                     |                      |                          |
|                              |   |   |         |  |   | Iglesia Santa Lucía  | 30 años=101 kg/cm2           | Vulnerabilidad alta |                      |                          |
|                              |   |   |         |  |   |  | 100 años=180 kg/cm2          | Vulnerabilidad alta |                      |                          |
|                              |   |   |         |  |   |  | 500 años=336 kg/cm2          | Vulnerabilidad alta |                      |                          |
| NACIONALES                   | ALVAREZ Y PULGAR  | Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Fema p-154 y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales | Perú    | 2019   | Determinar la vulnerabilidad sísmica de los módulos educativos públicos del distrito de Villa María del Triunfo empleando FEMA 154 para un escenario de sismo severo  | <b>Método mixto</b><br>Método FEMA 154   | Colegios                     | 42                  | S=1.6                | 60% Vulnerabilidad alta  |
|                              |   |   |         |  |   |  |                              |                     |                      |                          |
|                              | Y. DÍAZ   | Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la iglesia Belén de la ciudad de Cajamarca   | Perú    | 2019   | Evaluar la vulnerabilidad sísmica del edificio denominado "Iglesia de Belén" en la zona urbana de Cajamarca   | <b>Método mixto</b><br>Método de Benedetti y Petrini,<br>Metodo de Mosqueira & Tarque  | Iglesia                      | Belén               | IV = 78.75           | Vulnerabilidad media     |
|                              |   |   |         |  |   |  |                              |                     | Derivas > 0.5%       | Vulnerabilidad alta      |
| CASAS Y SALAS                | Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el reforzamiento estructural de Monumentos Históricos de la Basílica y Convento de San Francisco, Arequipa | Perú  | 2022    | Evaluar la vulnerabilidad a los sismos para el reforzamiento de la Basílica y Convento de San Francisco del casco histórico de la ciudad de Arequipa                         | <b>Método mixto</b><br>Método Italiano y Método analítico con software SAP2000  | Iglesia  | San Francisco                | IV = 196.25         | Vulnerabilidad media |                          |
|                              |   |   |         |  |   |  |                              | Derivas < 0.5%      | Vulnerabilidad media |                          |
| ARTÍCULOS                    | CÁRDENAS Y OTROS  | Análisis de riesgo sísmico de colegios públicos de San Juan de Miraflores con la metodología de Rapid Visual Screening y análisis sísmico del pabellón 780 Pre  | México  | 2019   | Estudiar el riesgo sísmico de las instituciones educativas públicas del distrito de San Juan de Miraflores en la ciudad de Lima                                       | <b>Método cuantitativo</b><br>Método FEMA 154 y Análisis sísmico con software estructural  | Módulo                       | Pabellón 780 PR     | S < 2.0              | <50% Vulnerabilidad alta |
|                              |   |   |         |  |   |  |                              |                     | Respuesta sísmica    | Deficiente               |
|                              | JORGE AGUILAR<br>RAUL GONZALEZ<br>VICENTE JUAREZ<br>MANUEL DIAZ   | Comportamiento sísmico de templos coloniales en el sismo del 7 de septiembre de 2017 en Chiapas   | México  | 2020   | Realizar un informe evaluativo sobre el comportamiento sísmico de las iglesias coloniales en el sismo ocurrido el 7 de septiembre del 2017 en Chiapas, México         | <b>Método cualitativo</b><br>Inspección visual y evaluación objetiva   | Ex Convento de Santo Domingo |                     |                      | Vulnerabilidad alta      |
|                              |   |   |         |  |   |  | Templo del Carmen            |                     |                      | Vulnerabilidad alta      |
|                              |   |   |         |  |   |  | Templo de Santa Lucía        |                     |                      | Vulnerabilidad alta      |
|                              |   |   |         |  |   | Templo de Santo Domingo  |                              |                     | Vulnerabilidad alta  |                          |
| GEMA ZAMORA<br>MARÍA AGUIRRE | Consideraciones sobre la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico. Estudio de caso: la iglesia de El Sagrario, Cuenca, Ecuador                      | Ecuador   | 2020    | Analizar la vulnerabilidad sísmica potencial de los inmuebles representativos e icónicos como la iglesia de El Sagrario, Cuenca, Ecuador                                     | <b>Método cualitativo</b><br>Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme per le costruzioni | Iglesia  | El Sagrario                  | Iv = 60             | Vulnerabilidad alta  |                          |

## ANEXO 07. PROCEDIMIENTO

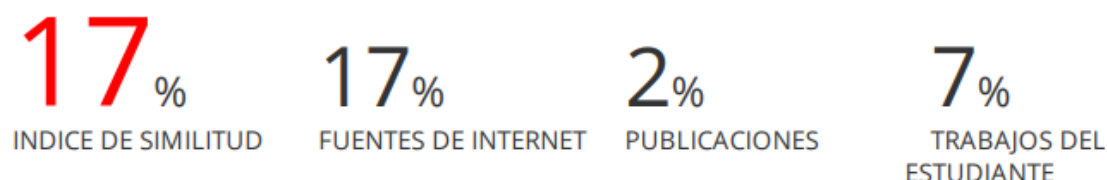
Esquema del procedimiento de investigación



## ANEXO 08. REPORTE DE TURNITIN

“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales en la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo - Arequipa - 2022”

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

|          |   |                |
|----------|---|----------------|
| <b>1</b> | <b>repositorio.ucv.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                               | <b>4</b> %     |
| <b>2</b> | <b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b><br>Trabajo del estudiante           | <b>4</b> %     |
| <b>3</b> | <b>hdl.handle.net</b><br>Fuente de Internet                                       | <b>2</b> %     |
| <b>4</b> | <b>repositorio.upt.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                               | <b>1</b> %     |
| <b>5</b> | <b>repositorio.unc.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                               | <b>1</b> %     |
| <b>6</b> | <b>Submitted to Universidad Continental</b><br>Trabajo del estudiante             | <b>1</b> %     |
| <b>7</b> | <b>repositorio.udh.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                               | <b>&lt;1</b> % |
| <b>8</b> | <b>Submitted to Universidad Católica de Santa María</b><br>Trabajo del estudiante | <b>&lt;1</b> % |



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento



**SENCICO**  
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN  
PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA E.030**  
**DISEÑO SISMORRESISTENTE**

**LIMA - PERÚ**

**2017**

**Aprobada 2018**  
**Actualización en textos**  
**resaltados**





PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Servicio Nacional de  
Capacitación para la Industria  
de la Construcción - SENCICO

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

# **NORMA E.070 ALBAÑILERÍA**

**2019**



PERÚ


Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

**REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES**

**NORMA TÉCNICA  
E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES  
2018**

**22**

**NORMAS LEGALES**

Lunes 3 de diciembre de 2018 /  **El Peruano**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL  
N° 406 -2018-VIVIENDA**

## ANEXO 10. SOLICITUD PARA LA INSPECCIÓN DE LA PARROQUIA

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

SOLICITO: Permiso para realizar Trabajo  
de Investigación

**EXCELENTÍSIMO MONSEÑOR JAVIER AUGUSTO DEL RÍO ALBA**  
**ARZOBISPO DE AREQUIPA**

Presente,-

Yo, **Randy Josue Terrazos Molina**, identificado con DNI N° **45592019**, CU N° 7002846312, con domicilio en P.T. Chilpinilla Calle los Cisnes N° 106 del distrito de Jacobo Hunter. Ante Ud. respetuosamente me presento y expongo:

Que, estando cursando el taller de titulación de la carrera profesional de Ingeniería Civil en la **Universidad César Vallejo**, solicito a Ud. permiso para realizar mi trabajo de Investigación en la parroquia "Santísima Trinidad de Tingo", de su jurisdicción, denominado: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES DE LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO - AREQUIPA - 2022" para optar el Título de Ingeniero Civil. Para esto se llevaran a cabo los siguientes estudios y ensayos:

- ✓ Excavacion de 03 calicatas para estudio de mecanica de suelos.
- ✓ Ensayo de diamantina o esclereometria.
- ✓ Recoleccion de datos, mediciones, y acceso a documentacion.

POR LO EXPUESTO: Pido a usted acceder a mi solicitud.

Arequipa, 22 de Julio de 2022



**TERRAZOS MOLINA, Randy Josue**  
**Bachiller en Ingeniería Civil**  
**DNI N° 45592019**



**CONVENIO DE COOPERACIÓN PARA EL  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
"EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE  
MÉTODOS CONVENCIONALES DEL TEMPLO DE LA  
PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD DE TINGO – AREQUIPA, 2022"**

Conste por el presente documento el Convenio de Cooperación que suscriben, el **Arzobispado de Arequipa**, con RUC N° 20168364513, debidamente representado por su Ecónoma Arquidiocesana señora María Lucía Pastor Argumedo de Chirinos, identificada con DNI N° 29620422 y con domicilio en calle San Francisco N° 118, distrito, provincia y departamento de Arequipa, a quien en adelante se denominará "**EL ARZOBISPADO**"; y el **Bachiller en Ingeniería Randy Josué Terrazos Molina**, identificado con DNI N° 45592019 y con domicilio en calle Los Cisnes N° 106, Pueblo Tradicional Chilpinilla, distrito de Jacobo Hunter, provincia y departamento de Arequipa, al que en adelante se le denominará "**EL INVESTIGADOR**"; en los términos y condiciones siguientes:

**CLÁUSULA PRIMERA.- DE LAS PARTES**

**DEL ARZOBISPADO**

Es una institución de la Iglesia Católica que goza de personería jurídica de carácter público y de la colaboración del Estado para la mejor realización de su servicio a la comunidad nacional, de conformidad con el artículo 50° de la Constitución Política del Perú y los artículos 1° y 2° del Acuerdo Internacional entre la Santa Sede y la República del Perú del 19 de julio de 1980, aprobado por Decreto Ley N° 23211 del 24 de julio del mismo año.



**DEL INVESTIGADOR**

Es Bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo y para optar el título de Ingeniero Civil realizará el trabajo de investigación denominado "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales del templo de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo – Arequipa, 2022".

**CLÁUSULA SEGUNDA.- DEL OBJETO DEL CONVENIO**

El presente Convenio tiene por objeto que **EL ARZOBISPADO** otorgue permiso a **EL INVESTIGADOR** para que efectúe los trabajos de investigación relacionados al proyecto denominado "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales del templo de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo – Arequipa, 2022", pudiendo realizar lo siguiente:

- ❖ Excavación de tres (3) calicatas en la parte exterior del templo, para el estudio de mecánica de suelos.
- ❖ Ensayo de esclerometría.
- ❖ Toma de datos y levantamiento de planos.

**CLÁUSULA TERCERA.- DE LAS OBLIGACIONES DE LAS PARTES**

**EL ARZOBISPADO** se obliga a:

- a) Permitir que **EL INVESTIGADOR** realice los trabajos enunciados en la cláusula precedente en el templo de la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo.

- b) Fijar, a través del Párroco de la citada Parroquia, los días y horarios en los que **EL INVESTIGADOR** pueda hacer su ingreso al templo.

**EL INVESTIGADOR** se obliga a:

- a) Respetar los días y horarios que fije **EL ARZOBISPADO**, a través del referido Párroco, para ingresar al templo y realizar los trabajos mencionados en la cláusula segunda del presente documento.
- b) No ocasionar ningún daño a las instalaciones del templo, comprometiéndose a reparar aquellos que pudiera causar, así como efectuar los resanes y pintura de las partes en las que hará las calicatas y el ensayo de esclerometría.
- c) Entregar formalmente a **EL ARZOBISPADO** copia integral de la investigación, copia del estudio de mecánica de suelos, los certificados de esclerometría y el levantamiento de planos que realice.

#### **CLÁUSULA CUARTA.- DE LA DURACIÓN**

El presente Convenio de Cooperación tiene una vigencia de cuatro (4) meses contados a partir de la fecha de su suscripción.

#### **CLÁUSULA QUINTA.- DE LA SUPERVISIÓN**

La ejecución de los trabajos mencionados en la cláusula segunda del presente documento serán supervisados por la Oficina de Infraestructura y Proyectos de **EL ARZOBISPADO**.



#### **CLÁUSULA SEXTA.- CLÁUSULA COMPENSATORIA**

En el caso que durante la ejecución del proyecto de investigación materia del presente contrato, se produjera daños de cualquier naturaleza en el templo o en las instalaciones de la Parroquia, éstos deberán ser reparados por **EL INVESTIGADOR**, sin perjuicio del derecho de **EL ARZOBISPADO** de solicitar en la vía que vea por conveniente la indemnización por daños y perjuicios a que pudiera haber lugar.

#### **CLÁUSULA SÉPTIMA.- DE LA RESOLUCIÓN**

El presente Convenio puede ser resuelto por acuerdo de las partes o por las siguientes causales:

- a) Incumplimiento de las obligaciones contraídas.
- b) Caso fortuito o de fuerza mayor que hagan imposible su cumplimiento.

En caso que alguna de las partes considere que se ha incurrido en la causal a) de la presente cláusula, deberá comunicar a la otra parte dicho incumplimiento y su decisión de dar por terminado el presente Convenio, en un plazo no menor de cinco (5) días hábiles antes de resolverlo, a menos que dentro del citado plazo el incumplimiento sea subsanado.

#### **CLÁUSULA OCTAVA.- DEL DOMICILIO Y COMUNICACIÓN**

Cualquier comunicación que deba ser cursada entre las partes, se entenderá válidamente realizada en los domicilios consignados en la introducción del presente documento. Cualquier cambio de domicilio deberá ser comunicado por escrito al domicilio legal de la otra parte con cinco (5) días hábiles de anticipación.

### CLÁUSULA NOVENA.- SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS

Las partes acuerdan que las circunstancias que no estuvieran expresamente previstas en el presente convenio, así como en el caso de situaciones imprevistas, futuras divergencias, discrepancias o controversias que pudieran surgir en la ejecución o interpretación del mismo, serán resueltas bajo las reglas de la buena fe y teniendo en consideración la común intención de ambas, de mutuo acuerdo y en forma amistosa y armoniosa, en lo posible por trato directo y amigable, conforme al espíritu que los animó a suscribirlo.

De ser el caso que las diferencias entre las partes subsistan, la controversia será sometida al arbitraje de conformidad con los Reglamentos Arbitrales del Centro de Arbitraje de la Cámara de Comercio e Industria de Arequipa, a cuyas normas, administración y decisión se someten las partes en forma incondicional, declarando conocerlas y aceptarlas en su integridad.

### CLÁUSULA DÉCIMA.- DE LA BUENA FÉ ENTRE LAS PARTES

Ambas partes contratantes declaran que en la elaboración del presente Convenio no ha mediado dolo, error, coacción ni ningún vicio que pudieran invalidarlo.



En señal de conformidad con lo expuesto en el presente Convenio, lo suscriben las partes en dos (2) ejemplares de idéntico tenor y valor, en la ciudad de Arequipa a los doce días del mes de septiembre del año dos mil veintidós.

  
**MARÍA LUCÍA PASTOR ARGUMEDO DE CHIRINOS**  
Economía Arquidiocesana  
Arzobispado de Arequipa

  
**RANDY JOSUÉ TERRAZOS MOLINA**  
DNI N° 45592019

## ANEXO 11. PANEL FOTOGRÁFICO

### Verificación de la estructura



FOTOGRAFIA N° 01

Descripción:

Toma de medidas de la edificación



FOTOGRAFIA N° 02

Descripción:

Toma de medidas de la edificación



FOTOGRAFIA N° 03

Descripción:

Verificación interna de la Iglesia



FOTOGRAFIA N° 04

Descripción:

Verificación externa de la Iglesia



## Ensayo de suelos



FOTOGRAFIA N° 05

Descripción:

Ubicación de calicata 1



FOTOGRAFIA N° 06

Descripción:

Excavación de calicata 1



FOTOGRAFIA N° 07

Descripción:

Extracción de muestras de suelo



FOTOGRAFIA N° 08

Descripción:

Ensayo de suelos en laboratorio



FOTOGRAFIA N° 9

Descripción:

Ensayo de corte directo



FOTOGRAFIA N° 10

Descripción:

Ensayo de resistencia del murete



FOTOGRAFIA N° 11

|              |                                      |
|--------------|--------------------------------------|
| Descripción: | Prueba de resistencia axial de pilas |
|--------------|--------------------------------------|



FOTOGRAFIA N° 12

|              |   |
|--------------|---|
| Descripción: | Ubicación de elementos de concreto para el ensayo |
|--------------|---|



FOTOGRAFIA N° 13

Descripción:

Ensayo con esclerómetro del concreto seco

## ANEXO 12. MAPAS Y PLANOS DE LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD

**TÍTULO:** “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales en la Parroquia Santísima Trinidad de Tingo - Arequipa – 2022”

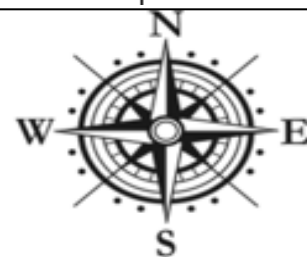
**AUTOR:** Br. Terrazos Molina Randy Josué

### A.12.1. UBICACIÓN Y MAPA

|            |                            |
|------------|----------------------------|
| Dirección: | Calle Las Américas N° 1820 |
| Localidad: | Tingo                      |
| Distrito:  | Jacobo Hunter              |
| Provincia: | Arequipa                   |
| Región:    | Arequipa                   |
| País:      | Perú                       |

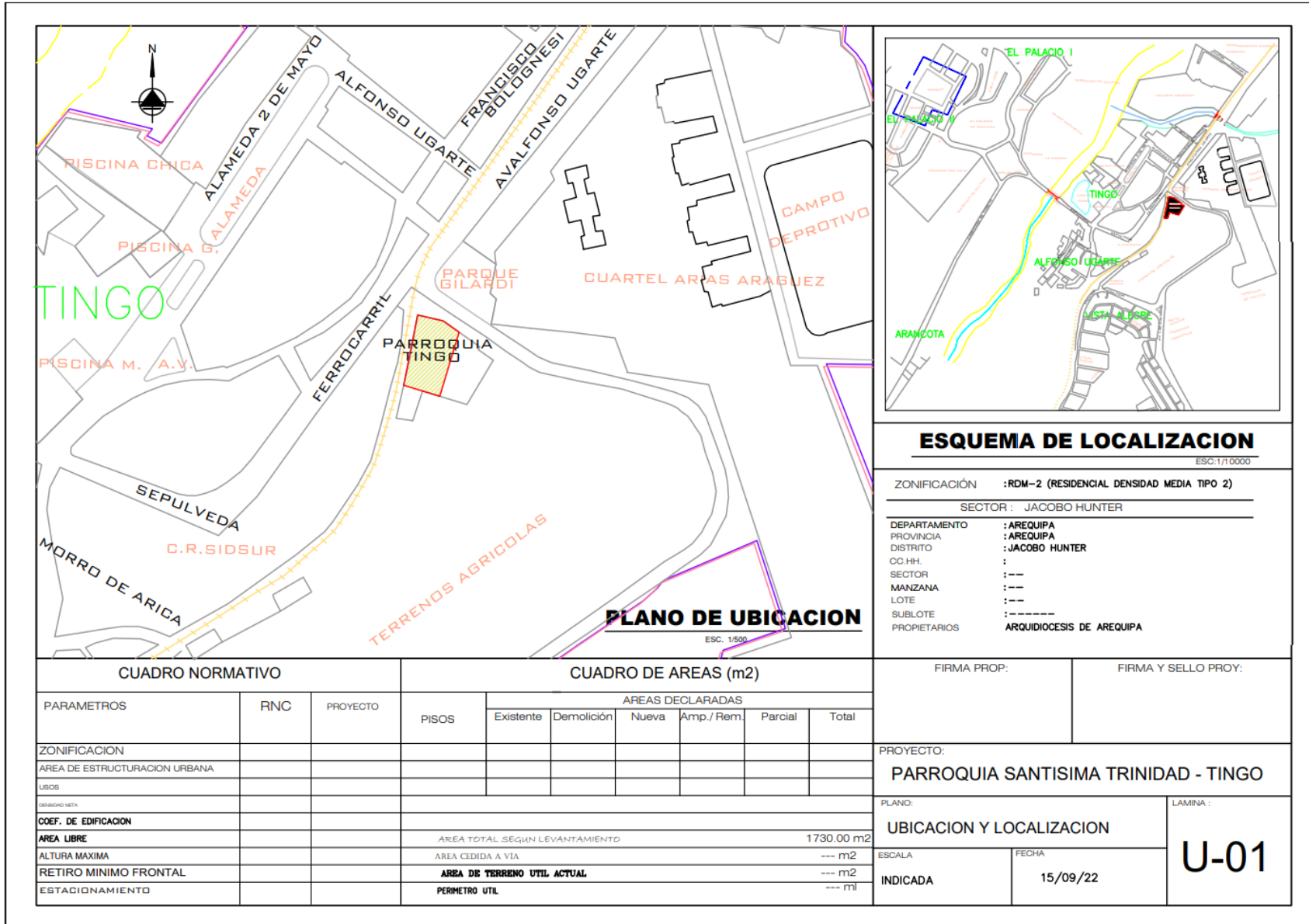


|              |               |
|--------------|---------------|
| COORDENADAS: | 16°25'54.98"S |
|              | 71°33'41.26"O |
| ELEVACIÓN:   | 2233 m.s.n.m. |



|              |               |
|--------------|---------------|
| COORDENADAS: | 16°25'54.98"S |
|              | 71°33'41.26"O |
| ELEVACIÓN:   | 2233 m.s.n.m. |

## A.12.2. PLANO DE UBICACIÓN DE LA PARROQUIA SANTÍSIMA TRINIDAD



### ESQUEMA DE LOCALIZACION

ESC: 1/10000

ZONIFICACIÓN : RDM-2 (RESIDENCIAL DENSIDAD MEDIA TIPO 2)  
 SECTOR : JACOBO HUNTER  
 DEPARTAMENTO : AREQUIPA  
 PROVINCIA : AREQUIPA  
 DISTRITO : JACOBO HUNTER  
 CC.HH. :  
 SECTOR : ---  
 MANZANA : ---  
 LOTE : ---  
 SUBLOTE : -----  
 PROPIETARIOS : ARQUIDIOCESIS DE AREQUIPA

#### CUADRO NORMATIVO

| PARAMETROS                    | RNC | PROYECTO | AREAS DECLARADAS               |           |            |       |            |         |            |
|-------------------------------|-----|----------|--------------------------------|-----------|------------|-------|------------|---------|------------|
|                               |     |          | PISOS                          | Existente | Demolición | Nueva | Amp./ Rem. | Parcial | Total      |
| ZONIFICACION                  |     |          |                                |           |            |       |            |         |            |
| AREA DE ESTRUCTURACION URBANA |     |          |                                |           |            |       |            |         |            |
| USOS                          |     |          |                                |           |            |       |            |         |            |
| ESTRUCO METR.                 |     |          |                                |           |            |       |            |         |            |
| COEF. DE EDIFICACION          |     |          |                                |           |            |       |            |         |            |
| AREA LIBRE                    |     |          | AREA TOTAL SEGUN LEVANTAMIENTO |           |            |       |            |         | 1730.00 m2 |
| ALTURA MAXIMA                 |     |          | AREA CEDIDA A VIA              |           |            |       |            |         | --- m2     |
| RETIRO MINIMO FRONTAL         |     |          | AREA DE TERRENO UTIL ACTUAL    |           |            |       |            |         | --- m2     |
| ESTACIONAMIENTO               |     |          | PERIMETRO UTIL                 |           |            |       |            |         | --- m      |

#### CUADRO DE AREAS (m2)

| PARAMETROS                    | RNC | PROYECTO | AREAS DECLARADAS               |           |            |       |            |         |            |
|-------------------------------|-----|----------|--------------------------------|-----------|------------|-------|------------|---------|------------|
|                               |     |          | PISOS                          | Existente | Demolición | Nueva | Amp./ Rem. | Parcial | Total      |
| ZONIFICACION                  |     |          |                                |           |            |       |            |         |            |
| AREA DE ESTRUCTURACION URBANA |     |          |                                |           |            |       |            |         |            |
| USOS                          |     |          |                                |           |            |       |            |         |            |
| ESTRUCO METR.                 |     |          |                                |           |            |       |            |         |            |
| COEF. DE EDIFICACION          |     |          |                                |           |            |       |            |         |            |
| AREA LIBRE                    |     |          | AREA TOTAL SEGUN LEVANTAMIENTO |           |            |       |            |         | 1730.00 m2 |
| ALTURA MAXIMA                 |     |          | AREA CEDIDA A VIA              |           |            |       |            |         | --- m2     |
| RETIRO MINIMO FRONTAL         |     |          | AREA DE TERRENO UTIL ACTUAL    |           |            |       |            |         | --- m2     |
| ESTACIONAMIENTO               |     |          | PERIMETRO UTIL                 |           |            |       |            |         | --- m      |

FIRMA PROP:

FIRMA Y SELLO PROY:

PROYECTO:  
**PARROQUIA SANTISIMA TRINIDAD - TINGO**

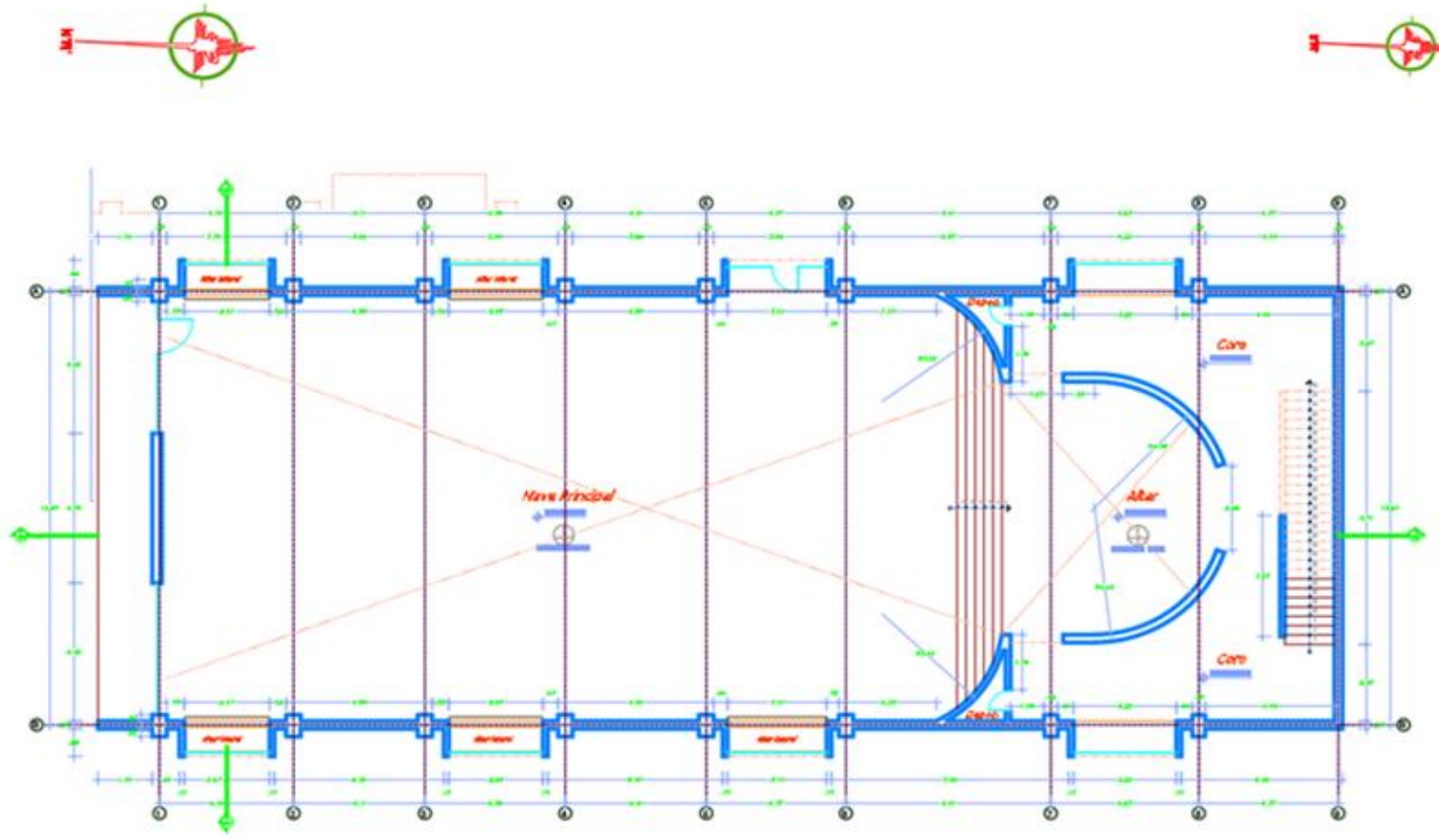
PLANO:  
**UBICACION Y LOCALIZACION**  
 ESCALA INDICADA: 15/09/22

LAMINA:  
**U-01**









PRIMERA PLANTA

0m/0.00m

*[Signature]*  
**Rolando F. Jauregui Mamani**  
 ARQUITECTO CAP 25165

IGLESIA  
DE TINGO

LEVANTAMIENTO  
ARQUITECTONICO

ARQUIDIOCESIS  
DE AREQUIPA

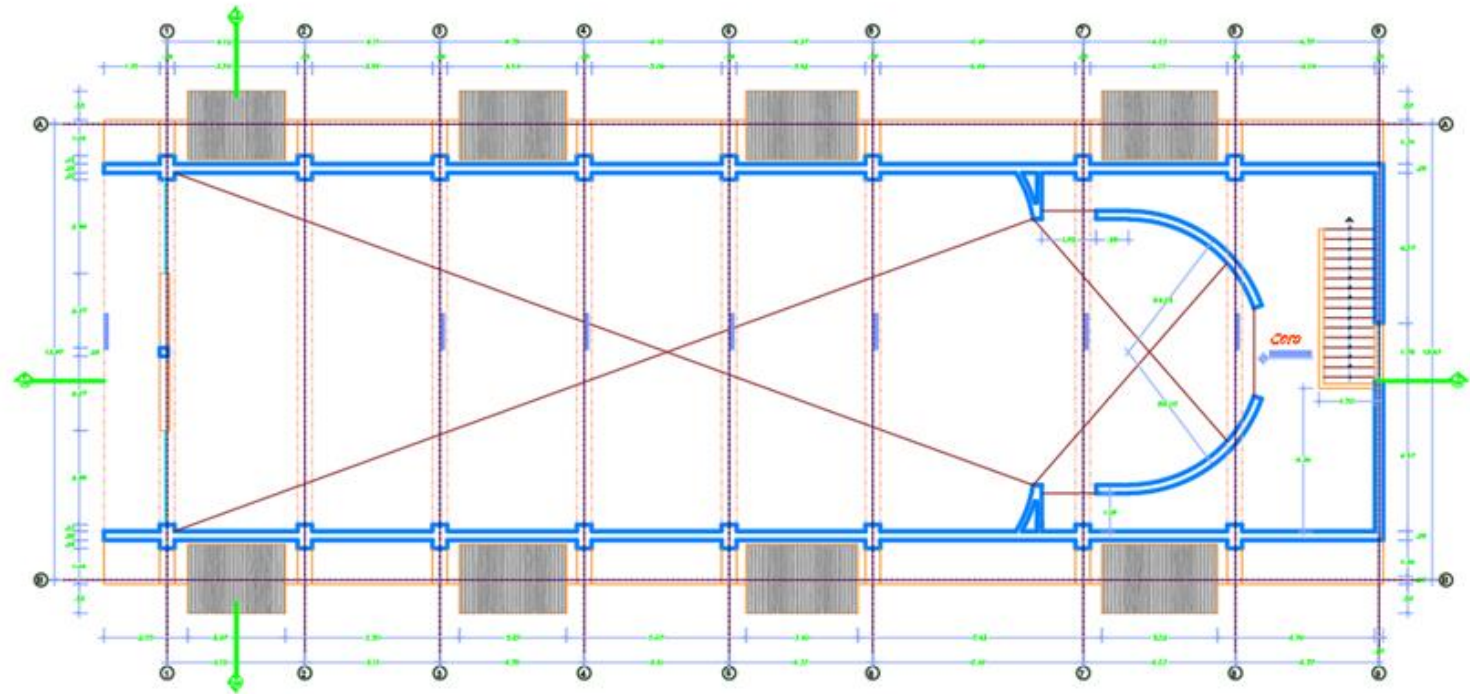
Arg. R. Franco Jauregui

LOCAL: Arequipa  
 REGION: Arequipa  
 DISEÑO: Jacinto Huanter  
 FECHA: Arequipa - 1970

HOJA: 001  
 0.00m 0.00m  
 0.00m 0.00m

**A-03**

3 DE 4



SEGUNDA PLANTA

0.00 1/20

*[Signature]*  
 Rolando F. Jauregui Mamani  
 ARQUITECTO CAP 25165

IGLESIA  
 DE TINGO

LEVANTAMIENTO  
 ARQUITECTONICO

APROXIMACION  
 ARQUIDIOCESIS  
 DE AREQUIPA

PROYECTISTA  
 Arq. R. Franco Jauregui

UBICACION  
 MUNICIPIO: Arequipa  
 DISTRITO: Arequipa  
 DISTRITO: Jacobo Thorneo  
 DIRECCION: Americas - 1820  
 UBICACION:  
 UBICACION:  
 LOTE:

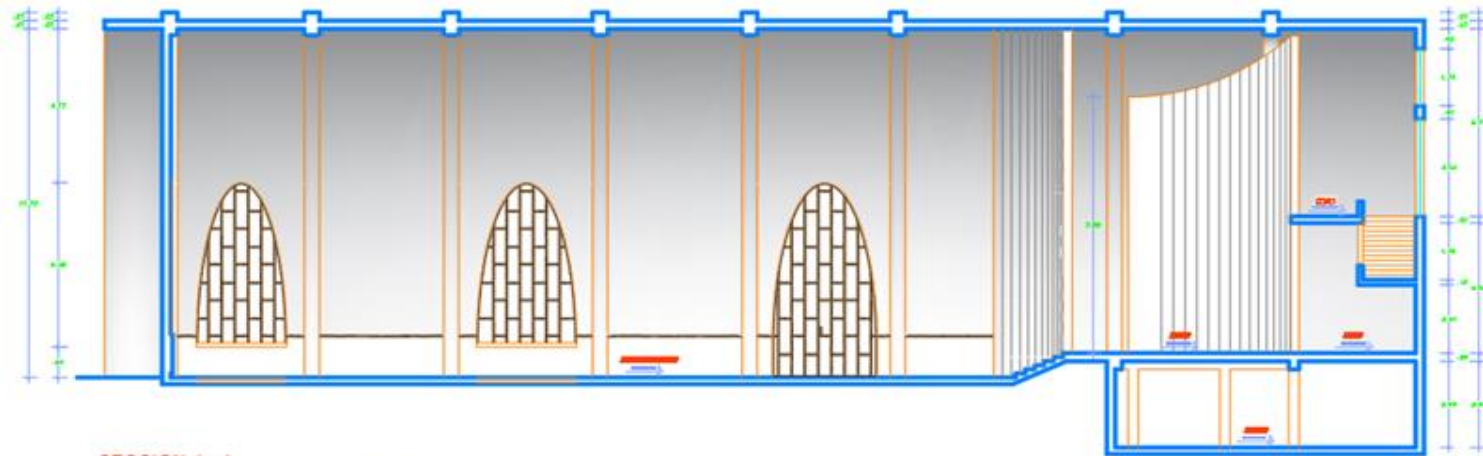
PROYECTOS:

FORMA Y TITULO:

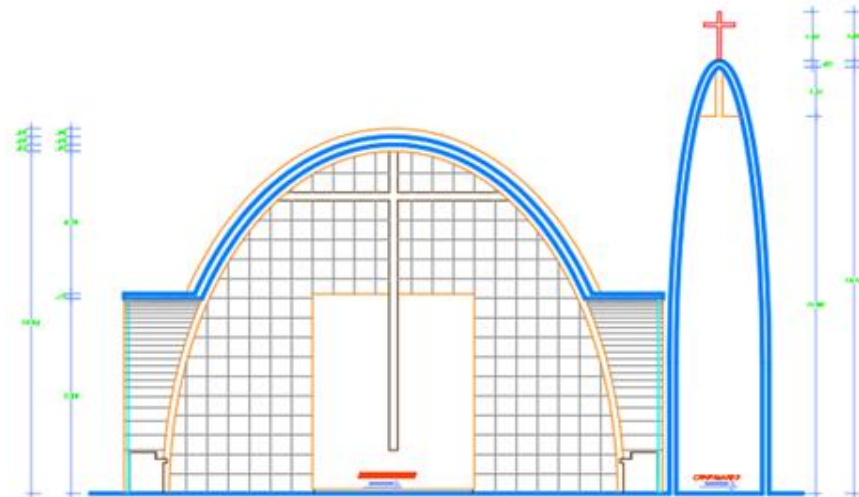
FECHA: 01/09/2011  
 HOJA: 02 DE 04

**A-04**

4 DE 4



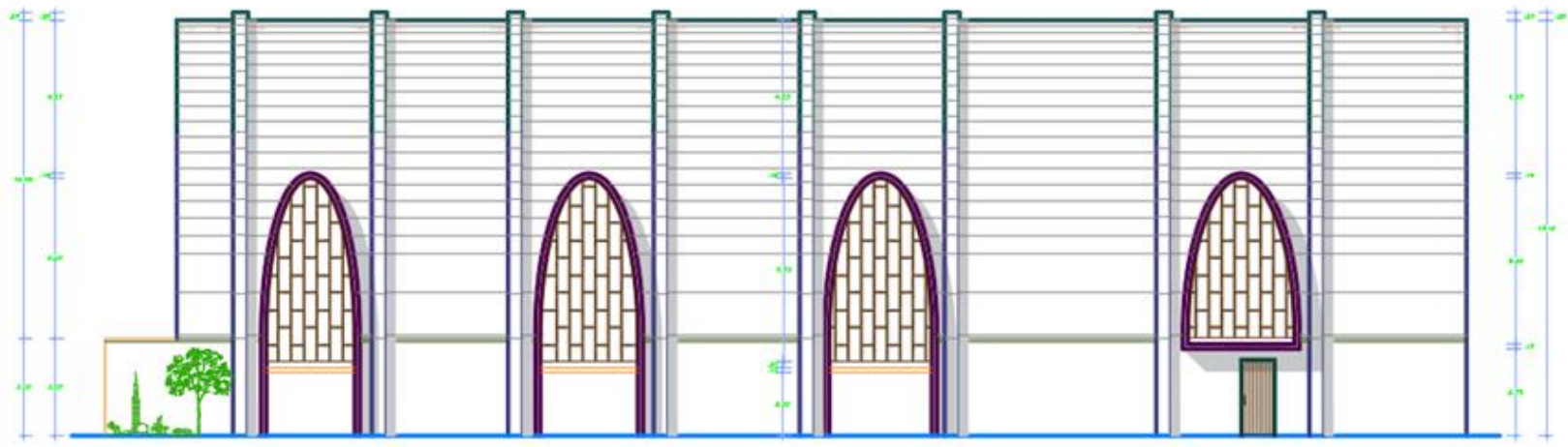
SECCION 1 - 1



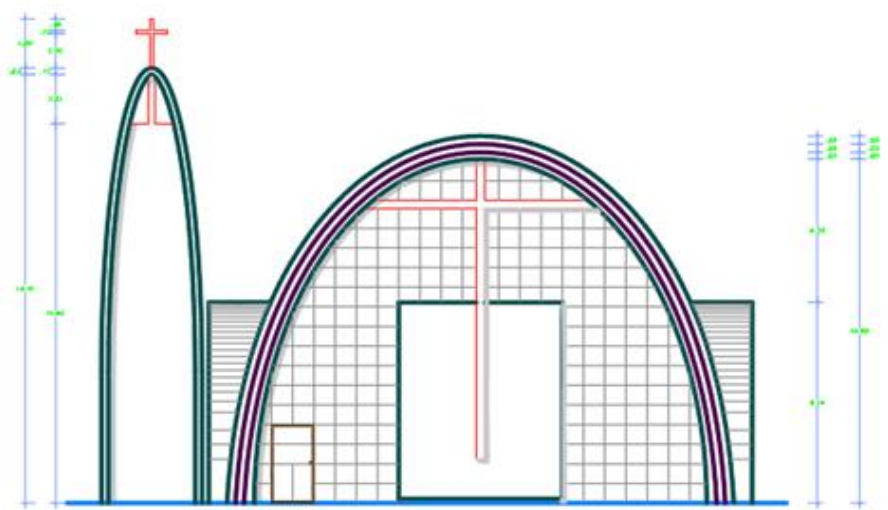
SECCION 2 - 2

  
 Rolando F. Jauregui Mamani  
 ARQUITECTO CAP 25165

|  |                   |
|--|-------------------|
| <br><b>IGLESIA DE TINGO</b> |                   |
| LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO   |                   |
| ARQUITECTON  |                   |
| ARQUIDIOCESIS DE AREQUIPA  |                   |
| PROYECTISTA<br>Arg. R. Franco Jauregui   |                   |
| PROYECTO:  |                   |
| UBICADO:   | Arequipa          |
| PROYECTADO:  | Arequipa          |
| SECCION:   | Jacobo Hurtado    |
| ORIGEN:  | America - 1920    |
| ORIENTACION:   |                   |
| INDICAR:   |                   |
| OTRO:  |                   |
| PREPARACION:   |                   |
| PRIMA Y SEGUNDA:   |                   |
| ESCALA:  | 1:100             |
| FECHA:   | SEPTIEMBRE - 2022 |
| <h1>A-05</h1>  |                   |
| <small>IDE 4</small>   |                   |



ELEVACION LATERAL DERECHA  
 0m/0.00



ELEVACION FRONTAL  
 0m/0.00

*[Signature]*  
 Rolando F. Juaregui Mamani  
 ARQUITECTO CAP 25165

IGLESIA  
 DE TINGO

LEVANTAMIENTO  
 ARQUITECTONICO

ARQUIDIOCESIS  
 DE AREQUIPA

PROYECTISTA  
 Arq. R. Franco Juaregui

UBICACION:  
 MUNICIPIO: Arequipa  
 PROVINCIA: Arequipa  
 DISTRITO: Zorobro Barrios  
 CALLE: American - 1820

PROYECTOS:  
 [Empty space for project details]

FECHA DE EMISION:  
 AÑO: SETIEMBRE - 2013

**A-06**  
 4 DE 4



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, TERRAZOS MOLINA RANDY JOSUE estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales en la parroquia Santísima Trinidad de Tingo - Arequipa 2022", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| <b>Nombres y Apellidos</b>   | <b>Firma</b>  |
|--|---|
| TERRAZOS MOLINA RANDY JOSUE<br><b>DNI:</b> 45592019<br><b>ORCID:</b> 0000-0002-4200-7521 | Firmado electrónicamente<br>por: RTERRAZOS el 11-10-<br>2022 10:20:28 |

Código documento Trilce: INV - 0908165