



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante lineamientos
para la evaluación y reducción del riesgo sísmico de
monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Cayllahua Caceres, Jose Manuel (orcid.org/0009-0008-9127-8345)

ASESOR:

Mg. Quesada Llanto, Julio Christian (orcid.org/0000-0003-4366-4926)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, QUESADA LLANTO JULIO CHRISTIAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante lineamientos para la evaluación y reducción del riesgo sísmico de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023", cuyo autor es CAYLLAHUA CACERES JOSE MANUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 19 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
QUESADA LLANTO JULIO CHRISTIAN DNI: 42831273 ORCID: 0000-0003-4366-4926	Firmado electrónicamente por: JQUESADA el 19-04- 2024 15:43:44

Código documento Trilce: TRI - 0743112



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CAYLLAHUA CACERES JOSE MANUEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante lineamientos para la evaluación y reducción del riesgo sísmico de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023", 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.

Nombres y Apellidos	Firma
JOSE MANUEL CAYLLAHUA CACERES DNI: 72183839 ORCID: 0009-0008-9127-8345	Firmado electrónicamente por: JOCAYLLAHUACA el 19-04-2024 14:51:32

Código documento Trilce: TRI - 0743111

Dedicatoria

A mi padre Ramon Cayllahua Cayllahua, a mi madre Verónica Cáceres Llica quienes siempre se preocupan por mi bienestar y educación, a mis abuelos Julián Cáceres Oruro y Rosa Llica de la Cruz, a mi tía Dery Cáceres Llica quienes me apoyan en cada uno de mis proyectos.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a mi familia por su comprensión y motivación durante mi formación profesional.

A la Universidad Cesar Vallejo, por brindarme la oportunidad de completar esta etapa de mi formación profesional.

Quiero expresar mi gratitud al Mg. Quesada Llanto, Julio Cristian, por su orientación en el proceso de esta investigación. Ha sido un privilegio contar con su guía y apoyo.

Por último, agradezco a los responsables de los diferentes Monumentos Históricos ubicados en la Provincia de Caylloma por permitirme realizar esta investigación en sus instalaciones.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad del autor.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	23
III. RESULTADOS	61
IV. DISCUSIÓN	72
V. CONCLUSIONES	76
VI. RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS.....	79
ANEXOS.....	84

Índice de tablas

Tabla 1.	Sismos de gran magnitud ocurridos en el Perú.....	11
Tabla 2.	Parámetros e indicadores de la vulnerabilidad (LV10).....	13
Tabla 3.	Escala de vulnerabilidad.....	14
Tabla 4.	Clases del indicador Posición del edificio y cimentaciones	15
Tabla 5.	Clases del indicador Configuración Planimétrica	15
Tabla 6.	Clases del indicador Configuración en elevación	16
Tabla 7.	Clases del indicador Distancia entre muros	17
Tabla 8.	Clases del indicador Elementos no estructurales.....	17
Tabla 9.	Clases del indicador Tipo y organización del sistema resistente.....	18
Tabla 10.	Clases del indicador Calidad del sistema resistente	18
Tabla 11.	Clases del indicador Estructuras horizontales.....	18
Tabla 12.	Clases del indicador Cubierta.....	19
Tabla 13.	Clases del indicador de conservación	19
Tabla 14.	Clases del indicador Alteraciones en el entorno.....	20
Tabla 15.	Clases del indicador Alteraciones negativas en el sistema constructivo	20
Tabla 16.	Clases del indicador Vulnerabilidad al fuego.....	21
Tabla 17.	Unidades de análisis que conforman la muestra.....	25
Tabla 18.	Validación del instrumento por juicio de expertos	26
Tabla 19.	Ubicación política de las unidades de análisis	28
Tabla 20.	Accesibilidad a las unidades de análisis	31
Tabla 21.	Características generales del suelo de la Iglesia Santa Ana de Maca ...	37
Tabla 22.	Características del suelo de la Iglesia Santiago Apóstol de Madrigal	38
Tabla 23.	Características del suelo de la Iglesia Santos Reyes Magos	38
Tabla 24.	Características del suelo de la Iglesia de Santiago Apóstol	38
Tabla 25.	Evaluación de la posición y cimentación de la Iglesia Santa Ana	40

Tabla 26.	Evaluación de la configuración planimétrica de la Iglesia Santa Ana.....	42
Tabla 27.	Evaluación de la configuración en elevación de la Iglesia Santa Ana....	43
Tabla 28.	Evaluación de la distancia entre muros de la Iglesia Santa Ana.....	47
Tabla 29.	Evaluación de los elementos no estructurales	48
Tabla 30.	Evaluación de la organización del sistema resistente de I. Santa Ana...	50
Tabla 31.	Evaluación de la calidad del sistema resistente de la I. Santa Ana.....	51
Tabla 32.	Evaluación de las estructuras horizontales de la Iglesia Santa Ana.....	53
Tabla 33.	Evaluación de la cubierta de la Iglesia Santa Ana.....	54
Tabla 34.	Evaluación del estado de conservación de la Iglesia Santa Ana.....	55
Tabla 35.	Evaluación de las alteraciones del entorno de la Iglesia Santa Ana	56
Tabla 36.	Evaluación de las alteraciones negativas en el sistema constructivo.....	57
Tabla 37.	Evaluación de la vulnerabilidad al fuego de la Iglesia Santa Ana.....	59
Tabla 38.	Determinación del Índice de vulnerabilidad para la Iglesia Santa Ana ...	59
Tabla 39.	Nivel de vulnerabilidad de la Iglesia Santa Ana.....	59
Tabla 40.	Índice de vulnerabilidad de los Monumentos Religiosos	62
Tabla 41.	Niveles de vulnerabilidad sísmica de Monumentos religiosos.....	63
Tabla 42.	Clasificación según parámetros inherentes a la estructura	65
Tabla 43.	Clasificación según parámetros de la calidad constructiva	66
Tabla 44.	Clasificación según parámetros del estado de conservación.....	68
Tabla 45.	Clasificación según parámetros geo topográficos	70

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de sismicidad del Perú 1960-2017	10
Figura 2. Tipos de configuración en planta.....	15
Figura 3. Elevaciones con pórticos.....	16
Figura 4. Tipos de mecanismos de volteo	16
Figura 5. Procedimiento del desarrollo del proyecto	27
Figura 6. Iglesia Santa Ana de Maca.....	29
Figura 7. Iglesia Santiago Apóstol de Madrigal	29
Figura 8. Iglesia de Los Santos Reyes magos de Achoma	29
Figura 9. Iglesia de Santiago Apóstol de Coporaque	30
Figura 10. Ubicación geográfica de la provincia de Caylloma	30
Figura 11. Accesibilidad a las unidades de análisis	31
Figura 12. Inspección de las patologías de la Iglesia Santa Ana	32
Figura 13. Entrevista con la encargada de la Iglesia Santa Ana	32
Figura 14. Plano de planta de la Iglesia Santa Ana.....	33
Figura 15. Plano de elevación de la Iglesia Santa Ana	33
Figura 16. Plano de planta de la Iglesia de Santiago Apóstol de Madrigal.....	34
Figura 17. Plano de elevación de la Iglesia de Santiago Apóstol de Madrigal	34
Figura 18. Plano de planta de la Iglesia de Los Santos Reyes Magos.....	35
Figura 19. Plano de elevación de la Iglesia de Los Santos Reyes Magos	35
Figura 20. Plano de planta de la Iglesia de Santiago Apóstol de Coporaque.....	36
Figura 21. Plano de elevación de la Iglesia de Santiago Apóstol de Coporaque ..	36
Figura 22. Calicata y extracción de muestras de suelo (Iglesia Santa Ana).....	37
Figura 23. Pendiente del terreno de la Iglesia de Santa Ana de maca.....	40
Figura 24. Configuración planimétrica de la iglesia Santa Ana de Maca.....	41
Figura 25. Diferencia de alturas entre torres y la estructura de la iglesia	43
Figura 26. Altura promedio de muros de la iglesia Santa Ana de Maca	44

Figura 27. Espesor promedio de muros de la iglesia Santa Ana de Maca	44
Figura 29. Detalle de separación máxima entre muros de la iglesia Santa Ana....	46
Figura 30. Detalle de ornamentos barrocos de la iglesia Santa Ana de Maca	48
Figura 47. Porcentajes de niveles de vulnerabilidad de monumentos religiosos...	64
Figura 48. Porcentajes de clasificación de parámetros inherentes a la estructura	65
Figura 49. Porcentajes de clasificación de parámetros de la calidad constructiva	67
Figura 50. Porcentajes de clasificación del estado de conservación.....	68
Figura 51. Porcentajes de clasificación de los parámetros geo topográficos	70

Resumen

El estudio tuvo como objetivo determinar la vulnerabilidad mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa. Para lo cual se aplicó una metodología descriptiva y aplicada. Las unidades de análisis fueron cuatro iglesias ubicadas en los distritos de Maca, Madrigal, Achoma y Coporaque. Las cuales fueron evaluados mediante 13 parámetros agrupados en inherentes a la estructura, calidad constructiva, estado de conservación y geo-topográficos. Los resultados fueron: el 75% presenta alta vulnerabilidad y el 25% tiene vulnerabilidad media. El parámetro más influyente es la organización del sistema resistente que en el 75% clasifican como "D", indicando conexiones deficientes y combinación errónea de materiales. Seguido por la configuración en elevación. El estado de conservación también influye, ya que el 100% de las iglesias tienen una clasificación "D" debido a su antigüedad. En menor medida influyen las "estructuras horizontales". Por lo que se concluye que las iglesias vulnerables están en el siguiente orden: Santos Reyes Magos, Santa Ana y Santiago Apóstol, en menor medida la iglesia Santiago Apóstol del Madrigal. Los tres primeros podrían colapsar durante un sismo, mientras que el cuarto aún se mantendría en pie, pero con daños graves en sus elementos estructurales.

Palabras Clave: Monumentos religiosos, vulnerabilidad sísmica, Sillar.

Abstract

The study aimed to determine vulnerability through the Guidelines for the Evaluation and Reduction of Seismic Risk of Religious Monuments, Caylloma, Arequipa. For which a descriptive and applied methodology was applied. The units of analysis were four churches located in the districts of Maca, Madrigal, Achoma and Coporaque. Which were evaluated using 13 parameters grouped into those inherent to the structure, construction quality, state of conservation and geo-topographic. The results were: 75% have high vulnerability and 25% have medium vulnerability. The most influential parameter is the organization of the resistant system, which 75% classify as "D", indicating poor connections and wrong combination of materials. Followed by the elevation configuration. The state of conservation also influences, since 100% of the churches have a "D" classification due to their age. To a lesser extent, "horizontal structures" influence. Therefore, it is concluded that the vulnerable churches are in the following order: Santos Reyes Magos, Santa Ana and Santiago Apóstol, to a lesser extent the Santiago Apóstol del Madrigal church. The first three could collapse during an earthquake, while the fourth would still stand, but with serious damage to its structural elements.

Keywords: Religious monuments, seismic vulnerability, Ashlar.

I. INTRODUCCIÓN

El monumento histórico esta referido a un conjunto de bienes culturales, los cuales pueden ser tangibles e intangibles que son heredados de generación en generación y representan la historia e identidad de una sociedad. Estos bienes pueden abarcar una amplia variedad de elementos, incluyendo edificios históricos, monumentos, iglesias, castillos, puentes y estructuras que representan logros arquitectónicos y culturales de épocas pasadas (Barci-Castriota, 2021). Precisamente, dentro de este grupo se encuentran las iglesias declaradas como Patrimonio Cultural, los cuales representan un invaluable tesoro cultural y arquitectónico, ya que estas majestuosas estructuras religiosas, fueron construidas con dedicación y maestría a lo largo de siglos, por lo que son mucho más que simples lugares de culto (Zamora, 2020). Por tales razones, en muchos países se han hecho esfuerzos por conservarlas, tal es así que en algunos se crearon políticas y estrategias para preservar estas estructuras históricas para futuras generaciones. Sin embargo, estas estructuras por su misma condición enfrentan diversos riesgos, siendo la actividad sísmica uno de los más significativos, ya que los terremotos pueden ocasionar daños irreparables a estas estructuras, lo que resultaría en la pérdida de elementos culturales únicos y en la disminución del valor histórico y turístico (Shabani et al. 2021).

A pesar de la importancia de preservar estos monumentos, existe una falta de comprensión integral de su vulnerabilidad sísmica, por lo que se hace necesario evaluarlas para determinar su grado de fragilidad a los sismos. Tal como afirma Gonzales (2020), de que en Chile las iglesias declaradas como patrimonio cultural están siendo afectadas sistemáticamente por el deterioro estructural, esto como consecuencias sísmicas a lo largo del tiempo, por lo que se hace necesario realizar estudios para realizar intervenciones de restauración o reforzamiento y de esta manera conservar lo más integro posible para las próximas generaciones. Del mismo modo, Baylon et al. (2020) afirman que las estructuras históricas justamente por su antigüedad poseen características singulares en cuanto a su arquitectura, la forma de construcción y los materiales, por lo que son vulnerables a sismos, tal es el caso de la Iglesia Santa María Magdalena de 200 años de antigüedad ubicada en Filipinas, donde los desastres naturales como los terremotos son comunes, por lo que la estructura es muy vulnerable. Por tales razones determinar su vulnerabilidad es esencial.

En el caso de Perú, al ser un país con un legado histórico grande, los monumentos históricos de inmuebles civiles declarados como patrimonio representan el 65%, de los cuales el 15% son inmuebles religiosos, en los cuales se encuentran las iglesias coloniales en Lima, Cuzco o Arequipa (Casas y Salas, 2022). Precisamente en la región Arequipa, el centro histórico fue declarado como patrimonio (UNESCO), lo cual incluye a las construcciones coloniales como iglesias y casonas, por lo que todas estas estructuras están protegidas por el estado, donde se establece su protección y conservación. Sin embargo, en las provincias de la región Arequipa se cuentan con un gran número de iglesias coloniales y republicanas, tal es el caso de las iglesias de la provincia de Caylloma, específicamente en los distritos de Maca, Achoma, Madrigal y Coporaque, donde se cuentan con majestuosas iglesias de estilo barroco y clásico, los cuales representan un valioso patrimonio cultural - artístico y al mismo tiempo representan un atractivo turístico para los pobladores de esta zona, sin embargo, en la actualidad la gran mayoría de estos edificios se encuentran afectadas por el sismo y por el paso del tiempo. Muchas de estas edificaciones presentan evidencias de deterioro como desprendimientos de los materiales, erosión, fisuras y grietas comprometiendo así la estabilidad de estas estructuras, lo que conllevaría a colapsos inminentes y aunado a esta situación, según Paredes y Chacón (2017) toda la región Arequipa y sus la provincias se encuentran en zonas sísmicas. Por otro lado, los edificios en mención no cuentan con estudios que determinen su grado de vulnerabilidad sísmica, a pesar de ser patrimonio cultural. Razones por las cuales se hace necesario un estudio detallado para determinar su vulnerabilidad ante el peligro sísmico y con base a esa información las entidades correspondientes puedan tomar decisiones para la protección de estos monumentos históricos frente a la amenaza sísmica y de esta manera conservar dichas edificaciones para futuras generaciones. En ese sentido, se formulan las siguientes interrogantes:

Problema general: ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa 2023? Como **problemas específicos** se tiene **PE1:** ¿Qué parámetros inherentes a la estructura influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023? **PE2:** ¿Qué parámetros de la calidad constructiva influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023? **PE3:** ¿Qué

parámetros del estado de conservación influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023? **PE4:** ¿Qué parámetros geo topográficos influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?

Por lo expuesto, la presente investigación tiene las siguientes justificaciones:

Justificación teórica: en el aspecto teórico, se justifica debido a que los edificios declarados como patrimonio cultural son evaluados de manera individual y con métodos convencionales de evaluación de la vulnerabilidad, los cuales consideran parámetros muy generales, por lo que en el presente estudio se evaluarán numerosas infraestructuras religiosas con una forma de evaluación poco convencional, empleando para ello el método de evaluación adaptado por Díaz (2016) de la “Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale di Italia”, el cual a su vez será adaptado a la realidad de los monumentos religiosos ubicados en áreas geográficas de alta actividad sísmica como la región Arequipa y por ende en el Perú, ya que al ser un país con una basta herencia cultural no se cuenta con lineamientos, normativas, guías ni métodos oficiales para determinar la vulnerabilidad de estas infraestructuras históricas. Del mismo modo, la **Justificación práctica**, consiste en que la determinación de la vulnerabilidad permitirá explicar la situación física y el grado de vulnerabilidad de las iglesias históricas de los distritos de Ichupampa, Achoma, Madrigal y Maca de la provincia de Caylloma en la región Arequipa. Por lo que se aportará con datos relevantes que permitirán a que las entidades correspondientes puedan tomar decisiones y acciones para la protección de estos monumentos históricos frente a la amenaza sísmica, lo que contribuiría a la preservación de estas estructuras históricas, evitando la pérdida irremediable de un legado cultural y de esta manera preservar dicha herencia cultural para las próximas generaciones. Como **Justificación metodológica**, el estudio será desarrollado siguiendo los lineamientos del Método Científico, para lo cual se emplearán técnicas de recopilación de datos estandarizadas como la revisión documentaria y la observación directa, además de emplear algunos ensayos de laboratorio y trabajos de campo como la inspección de las infraestructuras y su levantamiento arquitectónico. Adicionalmente, se elaborará un instrumento denominado “Ficha de vulnerabilidad de Monumentos Religiosos”, el cual será validado por especialistas en

el área y de esta manera pueda ser empleado para futuras investigaciones relacionados con la vulnerabilidad de edificios históricos.

Con base a los problemas formulados, se plantea el **objetivo general**: Determinar la vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa 2023. Los **objetivos específicos** serán **OE1**: Determinar los parámetros inherentes a la estructura que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023. **OE2**: Determinar los parámetros de la calidad constructiva que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023. **OE3**: Determinar los parámetros del estado de conservación que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023. **OE4**: Determinar los parámetros geo topográficos del edificio que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.

Se plantea como **hipótesis general**: La vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa es media – alta. Como **hipótesis específicas** se tiene **HE1**: Los parámetros inherentes a la estructura influyen en la vulnerabilidad de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023. **HE2**: Los parámetros de la calidad constructiva influyen significativamente en la vulnerabilidad de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023. **HE3**: Los parámetros del estado de conservación influyen significativamente en la vulnerabilidad de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023. **HE4**: Los parámetros geo topográficos no influyen en la vulnerabilidad de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.

Para contextualizar el tema abordado, a continuación, se describen los antecedentes y el sustento teórico. A nivel **internacional**, González (2020) evaluó la vulnerabilidad de cinco iglesias de Valparaíso. Para lo cual empleó una **metodología** descriptiva. La muestra estuvo conformada por cinco iglesias de condición histórica y seleccionadas a través de un muestreo por conveniencia, estas estructuras están localizadas en la ciudad de Valparaíso. Los cuales fueron evaluados con la metodología que corresponde a “Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale”, Obteniendo así los siguientes **resultados**: la iglesia Sagrado Corazón de Jesús está sin daños notables en su estructura, es poco esbelta y bastante compacta, por consiguiente, su vulnerabilidad es media con un valor de $IV=15$. La iglesia “La Matriz” no demuestra daños graves, gracias al reforzamiento estructural realizado en el 2012, por lo que es medianamente vulnerable ($IV=31$), lo que más incide en su vulnerabilidad es su dimensión considerable. De igual forma ($IV=40$) de la Iglesia Santa Ana por su abandono, lo que provocó deterioros. Doce apóstoles, tiene daños estructurales por sismos ($IV=42$). La iglesia de San Francisco, tiene vulnerabilidad media a alta, es complicado discriminar las categorías que se debe asignar en algunos casos debido a su mal estado de conservación. En ese sentido, **concluye** que los resultados cualitativos concuerdan con la impresión que dan a primera vista estas estructuras, ya que la gran mayoría están en situación de vulnerabilidad media, lo que es indicativo que pueden soportar los sismos sin colapsar, no obstante, podrían sufrir daños graves.

Ruggieri et al. (2020) en su investigación que tuvo como **objetivo** fue describir en dos tiempos la vulnerabilidad sísmica de iglesias de mampostería no reforzada de una sola nave, las cuales fueron afectadas por el terremoto del 2003 en Piemonte. La **metodología** aplicada fue de nivel descriptivo, transversal y no experimental. La muestra estuvo conformada por 2 grupos: la primera muestra de 90 iglesias fue evaluada inmediatamente después del sismo del 2003, mientras que la segunda muestra de 20 iglesias fue evaluada 17 años después. En el primer caso, se identificaron y analizaron los daños que presentaron las estructuras en mención y con base a estos datos se determinaron la vulnerabilidad cualitativa. En el segundo caso se compararon las condiciones físicas en las que se encuentran las iglesias que se aún permanecían 17 años después de haber sido afectadas por el sismo. Los **resultados** fueron los siguientes: el primer grupo, en su gran mayoría presentaba grietas en muros y en el techo, por lo que se le categorizaron en vulnerabilidad alta,

ya que podrían colapsar si seguían en esas condiciones. En el caso del segundo grupo, se determinó que solo permanecieron 20 de estas estructuras, los cuales presentaban vulnerabilidad media baja, esto debido a que posterior al sismo del 2003 fueron intervenidas con reforzamientos o mantenimientos tales como inyección de lechada en las grietas y enmallado con fibras de acero en los muros resistentes y en el techo. En ese sentido, **concluyen** que es posible evaluar cualitativamente la vulnerabilidad de gran cantidad de edificios históricos, por lo que este banco de datos podría ser de gran utilidad para las entidades competentes para tomar acciones preventivas. También se demostró que las intervenciones posibilitan la conservación a largo plazo de estas edificaciones.

A nivel nacional, Cabeza (2021), analizó la vulnerabilidad de las iglesias del centro de Trujillo, para lo cual la **metodología** fue cuantitativo y descriptivo. La población considerada fue todas las iglesias del casco histórico construidas en los siglos XVI y XVIII y la muestra estuvo conformado por 4 iglesias, las cuales fueron seleccionados a conveniencia. Los **resultados**: el Iv presentó los valores de 50%, 48%, 48% y 50% respectivamente, estos valores indican que el 100% de los edificios históricos presentan una vulnerabilidad sísmica media. Los parámetros que más influyen son diafragma horizontal, con una valoración de 45 que clasifica como “D” (el más crítico), la configuración en planta influye en las iglesias Belén y La Merced con calificación de 45 (D), del mismo modo, el parámetro de configuración en elevación influyen negativamente en las iglesias Belén, San Francisco y Santa Ana (calificación D), sin embargo, el parámetro Elementos Estructurales influyen en todas las iglesias, ya que su calificación es el más crítico (D). Por otra parte, el estado de conservación, influye significativamente solo en la iglesia La Merced, ya que su estado físico es deplorable y el relego es evidente. Mientras que las demás iglesias aún se encuentran relativamente en buenas condiciones debido a que la gran mayoría de ellos fue intervenida mediante mantenimientos y pequeños refuerzos superficiales. En ese sentido, **concluye** que todas las iglesias que conforma la muestra del estudio son medianamente vulnerables, por lo que se deberá considerar realizar intervenciones a modo de reforzamiento a largo plazo. Por su parte Mamani (2021), presenta su investigación titulada “Propuesta metodológica para evaluar la vulnerabilidad y refuerzo de Monumentos Históricos de adobe del distrito Pachía, Tacna”, donde menciona que su **objetivo** principal fue establecer una propuesta metodológica para

analizar y realizar el refuerzo de monumentos históricos del mencionado distrito. La investigación fue desarrollada acorde a la siguiente **metodología** descriptiva. La unidad de análisis fue la iglesia histórica de San José, el cual es una estructura de adobe construida en la época republicana. Esta edificación fue evaluada analíticamente con el software SAP2000, con el que se determinó la fuerza cortante, los desplazamientos y la distorsión de la misma. Adicionalmente, realizo ensayos para determinar las propiedades mecánicas del adobe, ya que según la autora estos datos son relevantes para conocer la calidad del material. Los **resultados** fueron los siguientes: según el análisis cualitativo, se evidenció fisuras y grietas en los muros resistentes, además el sobrecimiento presenta erosión considerable y presencia de salitre, por lo que se deduce que la estructura es vulnerable a los sismos. En lo referido a la evaluación analítica o cuantitativa, los valores correspondientes a las resistencias a compresión y flexión fueron superiores al máximo admisible que fue de 6.12 kg/cm² y 0.78 kg/cm² respectivamente. En cuanto a los reforzamientos, estas fueron propuestas según lo recomendado en la Norma E.080 y fichas de reparación para estructuras de adobe, los cuales consistieron en refuerzos con madera, vigas y contrafuertes en los muros, obtenido así distorsiones o derivas de 0.0024, e cual es menor al máximo permitido (0.005), por lo que **concluye** que: la evaluación de la vulnerabilidad permitió proponer reforzamientos con contrafuertes y elementos de madera, lo que permitiría la estabilidad de la estructura durante una sismo.

Por otro lado, Díaz (2019), evaluó la vulnerabilidad teniendo como caso de estudio el edificio religioso Iglesia Belén el cual es considerado como patrimonio histórico y tiene 274 años de antigüedad. La vulnerabilidad fue determinada mediante dos métodos: el Método Italiano (cualitativo) y Método de Mosqueira & Tarque (cuantitativo). Los **resultados** más relevantes: según el método cualitativo, la infraestructura tiene un lv de 78.750, este valor indica que el edificio es “medianamente vulnerable”. En lo referente con el software estructural, las fuerzas cortantes en el sentido “X” tienen valores de 3.67 a 9.68 kgf/cm², por lo que son superiores a las fuerzas resistentes. Asimismo, los desplazamientos en el sentido “X” tienen valores de 18.9 a 13.75 mm en muros X e Y respectivamente, por lo que excede el máximo permitido (5 mm). De la misma forma, en “Y” se tienen valores que van de 4.1 a 18.5 mm en X e Y respectivamente. Por otra parte, el edificio presenta un adecuado comportamiento frente a los esfuerzos ocasionados por su propio peso, ya que estos esfuerzos no sobrepasan los 3.17 kg/cm², por lo que no son significativos con respecto a la

capacidad resistente del edificio. En ese sentido, **concluye** que por el método cualitativo presenta vulnerabilidad media y por el método cuantitativo es muy vulnerable, por lo que es necesario reforzar a mediano y corto plazo. Mendes (2017), en su estudio titulado “Método rápido de evaluación visual de la vulnerabilidad a los sismos en construcciones religiosas coloniales: aplicadas en la ciudad de Cusco”, indica que su **objetivo** principal fue aportar con la mitigación del nivel de vulnerabilidad de estos edificios de condición histórica. La población fue todas las Iglesias históricas edificadas entre los siglos XVI – XVII, sin embargo, dentro de su muestra solo consideró a 3 Iglesias, las cuales se denominan: Iglesia de San Pedro, Iglesia de San Sebastián y la Iglesia de San Juan, todas construidas a base piedra. Las técnicas fueron observación y la inspección rápida y como instrumento empleó la ficha de registro. Para determinar la vulnerabilidad la autora elaboró una metodología adaptada a partir de varias metodologías basadas en índices, obteniendo así los siguientes **resultados**: la metodología permite evaluar de manera general a un número considerable de inmuebles religiosos y también posibilita establecer y designar a las estructuras que necesitan una evaluación más exhaustiva. Los índices de vulnerabilidad hallados en estas edificaciones ($I_v=0.38$ y 0.37) indican una vulnerabilidad media para los templos San Pedro y San Juan y vulnerabilidad alta para el templo San Sebastián ($I_v=0.55$). La Iglesia San Sebastián tiene la geometría de la planta en forma de cruz, esto es uno de los factores que incrementa su nivel de vulnerabilidad. Asimismo, la distancia entre los muros y la ausencia de contrafuertes también acrecienta su vulnerabilidad. Por otra parte, la posición y cimentación influye moderadamente ($W_i=0.75$), ya que según estudios de campo el suelo es estable y presenta una buena capacidad portante, por esta razón las iglesias aún se mantienen en pie a pesar de los años. Por lo que concluye que el método propuesto es aplicable a iglesias de mampostería no reforzada, construidas a base de piedra y de un solo nivel.

Como **bases teóricas**, se define a la **vulnerabilidad sísmica** como una condición intrínseca de las infraestructuras y está relacionado con la susceptibilidad a sufrir daños por terremoto debido a su diseño y construcción. Esto incluye factores como la rigidez, la resistencia, la distribución de cargas y la altura del edificio, que pueden influir en su capacidad para resistir las fuerzas sísmicas (Peralta, 2002). Del mismo modo, Barbat et al. (1998), menciona que una edificación vulnerable es aquella que

tiene una mayor probabilidad de sufrir daños significativos o incluso colapsos parciales o totales en caso de un terremoto. Con respecto a la vulnerabilidad, Cárdenas (2008) menciona que esta puede clasificarse en tres tipos, los cuales son la vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional (Terrazos, 2022).

Por otro lado, González (2020) sostiene que la vulnerabilidad sísmica de un edificio también está condicionada por el entorno, es decir por la ubicación geográfica y del tipo de suelo donde esta cimentada la estructura. En cuanto a la ubicación geográfica, las edificaciones ubicadas en zonas de alta sismicidad son mucho más vulnerables. En ese sentido, Peralta (2017) describe a la sismicidad como la reiterada ocurrencia de terremotos en una región geográfica durante un período de tiempo determinado. En otras palabras, la sismicidad se relaciona con la cantidad, frecuencia, intensidad y ubicación de los terremotos que se producen en una determinada área o en una región del mundo. En el caso del Perú, Tavera (2008), afirma que el Perú está ubicado en una región de muchos sismos, donde ocurren más del 80% de terremotos. En la figura 1 se evidencia la fuerte actividad sísmica del periodo de 1960 al 2017 del Perú.

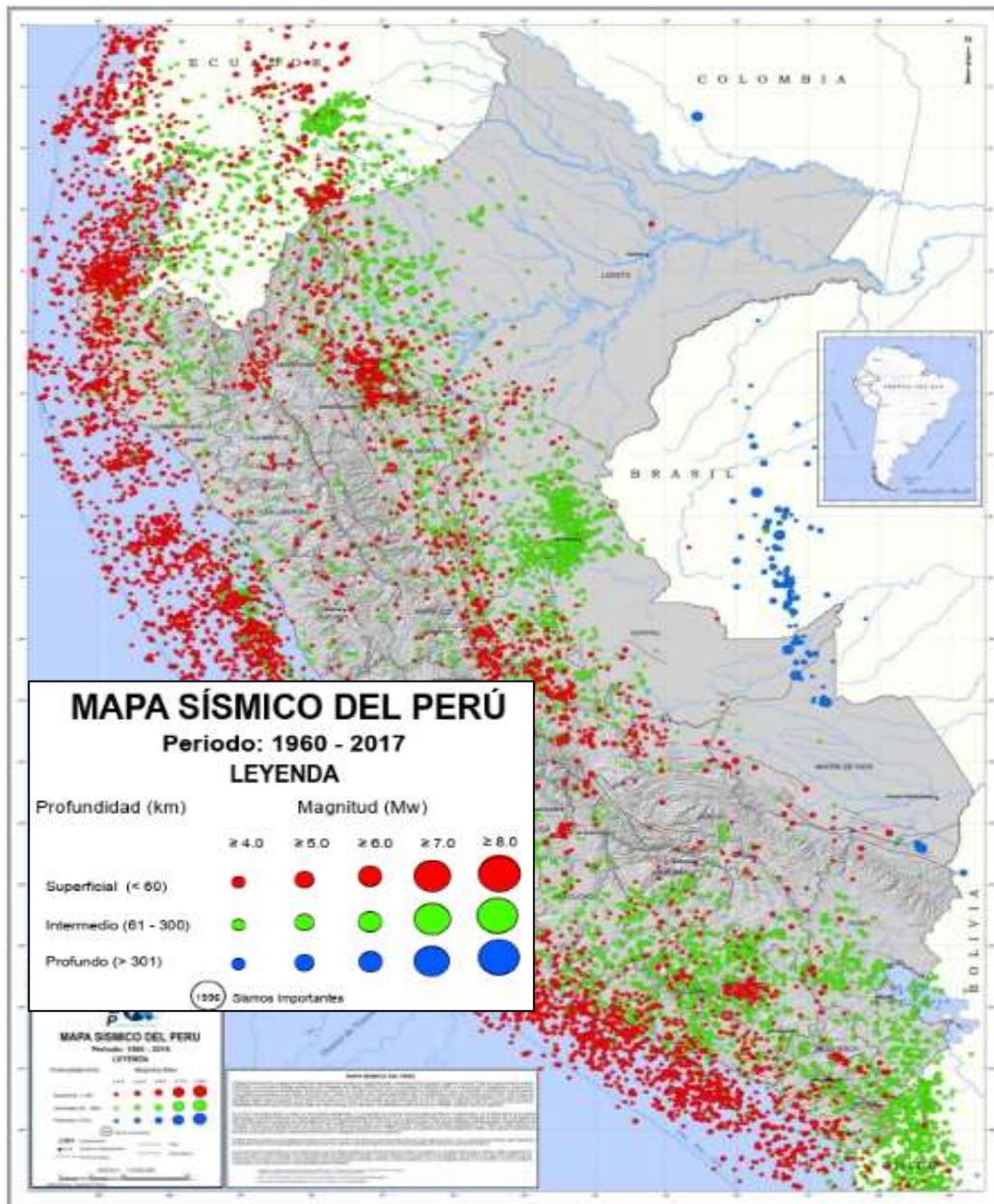


Figura 1. Sismicidad de Perú 1960-2017
 Fuente: Tomado de (Tavera, 2018).

Al respecto, Peralta (2017) afirma las áreas más afectadas por la actividad sísmica en Perú son la costa y la sierra, especialmente en regiones como Lima, Arequipa, Ica, Tacna y otras ciudades costeras y cercanas a la frontera con Chile. En ese sentido, dentro de los eventos sísmicos más notables fue el terremoto de Áncash de 1970, que causó una gran cantidad de muertes y daños materiales. Otros terremotos

importantes incluyen el terremoto de Pisco en 2007 y el terremoto de Arequipa y Tacna en 2001 (ver tabla 1).

Tabla 1. *Sismos de gran magnitud ocurridos en el Perú*

Año	Fecha	Mes	Epicentro	Magnitud (Mw)
1750	04	Diciembre	Tacna - Arica	7,5
1784	13	Mayo	Arequipa	8,6
1821	10	Julio	Arequipa	7,9
1831	08	Octubre	Tarapacá	7,5
1833	18	Setiembre	Tacna	8,0
1868	13	Agosto	Tacna - Arica	9,5
1960	15	Enero	Nazca	7.1
1970	15	Enero	Huaraz	8.1
2001	23	Junio	Arequipa	8.4
2013	25	Setiembre	Arequipa	7.1

Fuente: Peralta (2017).

Con respecto a la vulnerabilidad construcciones declarados como patrimonio histórico, debido a su antigüedad y construcción, a menudo son vulnerables a los terremotos y otros eventos sísmicos. Esta vulnerabilidad se debe a una serie de factores como su antigüedad, ya que estos monumentos históricos fueron construidos hace siglos, en algunos casos incluso milenios, por lo que las técnicas de construcción y los materiales utilizados en ese momento no estaban diseñados para resistir terremotos. Por otra parte, la falta de mantenimiento regular y adecuado puede aumentar la vulnerabilidad de los monumentos históricos, ya que estas estructuras están deterioradas o debilitadas, por lo que son más propensas a sufrir daños significativos durante un terremoto (Cameron, 2017). En ese sentido, Lourenco (2022) sostiene que la evaluación de la vulnerabilidad es de suma importancia por varias razones, ya que los monumentos históricos representan una parte invaluable del patrimonio cultural de una sociedad. Estos edificios y estructuras son testimonios de la historia, la arquitectura y la cultura de una región o una nación. La pérdida de estos monumentos sería una tragedia cultural y un empobrecimiento para las futuras generaciones. Además, a menudo son símbolos de la identidad de una comunidad o una nación, ya que ayudan a las personas a conectarse con su pasado, a comprender

su historia y a mantener una conexión con sus raíces culturales, por lo que la pérdida de estos monumentos podría resultar en la pérdida de parte de la historia y la identidad de una sociedad. Por otra parte, representa un valor turístico y económico, ya que atraen a turistas de todo el mundo, lo que contribuye significativamente a la economía local y nacional. La pérdida de estos monumentos podría tener un impacto económico negativo en las comunidades que dependen del turismo.

En cuanto a los métodos, Cárdenas (2008) afirma que existen varios métodos de evaluación, cada uno de los cuales se utiliza según las características específicas de las estructuras y el propósito de la evaluación. Estos métodos están agrupados de acuerdo a su naturaleza, es decir métodos cualitativos y cuantitativos, los primeros están basados en la experiencia y observación, lo que implica una inspección visual de la estructura por parte de expertos en ingeniería o arquitectura para identificar características que puedan indicar vulnerabilidad sísmica. Estos expertos evalúan factores como la calidad de la construcción, la antigüedad, el tipo de materiales utilizados y otros indicadores visibles de debilidad. En cuanto a los métodos cuantitativos están basados en análisis numéricos complejos, como el análisis estático, lo que implica el uso de cálculos estructurales estáticos para evaluar la capacidad de una estructura. Se considera la masa de la estructura, la rigidez de la misma y la respuesta a las fuerzas sísmicas calculadas. Este enfoque se utiliza típicamente para estructuras más simples y regulares. Asimismo, el análisis dinámico, como el análisis de respuesta sísmica y el análisis modal espectral, son métodos más avanzados que tienen en cuenta la respuesta dinámica de una estructura a las fuerzas sísmicas. Estos análisis toman en consideración la aceleración sísmica, la amortiguación, las propiedades del suelo y la respuesta de la estructura a diferentes modos de vibración. Del mismo modo, el Método Elementos Finitos, donde se realiza la creación de modelos computacionales detallados de la estructura, lo que permite simular cómo la estructura se comportaría bajo cargas sísmicas y evaluar su respuesta en detalle (Castro, 2015). Con respecto a los métodos adecuados para evaluar la vulnerabilidad de muchos edificios históricos donde su mampostería está conformada por piedras, adobes u otro material sin reforzamiento, Hernández (2014) afirma que los métodos cualitativos basados en criterios son los más convenientes. Estos criterios pueden incluir la edad, el tipo de construcción, los materiales, la ubicación sísmica y otros factores. Se asignan puntajes a cada criterio y se calcula un puntaje general que indica el nivel de vulnerabilidad. Dentro de estos métodos, los

más usuales son los Métodos de Benedetti & Petrini y La Linea Guia de valutazione y reducción del riesgo. El primero fue desarrollado en 1984, donde se identifican los indicadores más vulnerables, los cuales controlan el daño de las edificaciones por eventos sísmicos y permite la determinación rápida de la vulnerabilidad. Las instrucciones de cada indicador están descritas con sus respectivas calificaciones. Debido a que el método fue desarrollado en Europa, es importante efectuar algunas adaptaciones acordes a la realidad de cada zona, pero manteniendo los 11 indicadores sin hacer cambios sustanciales. Su finalidad es determinar el grado de susceptibilidad durante una ocurrencia sísmica. La aplicación es libre para que cada país, organismo o investigadores puedan hacer uso guiándose de los once indicadores y que aseguren un resultado adecuado para cada zona particular (Peña y Lourenço, 2012). Los valores obtenidos de la calificación son los coeficientes (Ki), estos a su vez son afectados por el peso ponderado (Wi). Estos valores finales son remplazados en la ecuación 1, de cuya operación se obtendrá el Iv.

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} Ki * Wi \dots\dots\dots 1$$

En cuanto al método “Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico”, según González (2020) se trata de un método empírico basado en la observación de factores relacionados con materiales, la construcción, entre otros y está basado en su norma técnica constructiva (NTC, 2008). Fue diseñado para evaluar construcciones históricas y es el resultado de estudios sistemáticos de edificios afectados por sismos en Italia. El método de evaluación de primer nivel considera 13 indicadores, los cuales están agrupados de acuerdo a su condición, es decir: esta agrupado en 4 parámetros generales. En la tabla 2 se presentan se detallan los parámetros y sus indicadores.

Tabla 2. Parámetros e indicadores de la vulnerabilidad (LV10)

Parámetros	Indicadores	Ponderación (Ki)				Peso
		A	B	C	D	
Geo topográficos	Posición y cimentaciones	0	1.35	6.73	12.2	0.75
Inherentes a la estructura	Configuración planimétrica	0	1.35	6.73	12.2	0.50
	Configuración en elevación	0	1.35	6.73	12.2	1.00

	Distancia entre muros	0	1.35	6.73	12.2	0.25
	Elementos no estructurales	0	0	6.73	12.2	0.25
Parámetros de la calidad constructiva	Tipo y organización del sistema resistente	0	1.35	6.73	12.2	1.50
	Calidad del sistema resistente	0	1.35	6.73	12.2	0.25
	Estructuras horizontales	0	1.35	6.73	12.2	1.00
	Cubierta	0	1.35	6.73	12.2	1.00
Parámetros del estado de conservación	Estado de conservación	0	1.35	6.73	12.2	1.00
	Alteraciones en el entorno	0	1.35	6.73	12.2	0.25
	Alteraciones negativas en el sistema constructivo	0	1.35	6.73	12.2	0.25
	Vulnerabilidad al fuego	0	1.35	6.73	12.2	0.25

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

Cada indicador puede clasificarse en: A, B, C y D, suponiendo que A es óptimo y D es deficiente o malas condiciones. Asu vez, a cada clasificación se le asigna un valor numérico el cual es afectado por un peso ponderado que va desde 0.25 a 1. Estos valores finales son remplazados en la ecuación 2, donde IV es el Índice de vulnerabilidad, Ki es la ponderación según la clasificación y W es el peso.

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} Ki * W \dots\dots\dots 2$$

De la operación de la ecuación 2 se obtiene un valor numérico denominado “ÍV” del edificio y se categoriza en uno de los rangos de la tabla:

Tabla 3. Escala de vulnerabilidad

Escala	Rangos del Iv
Baja	0.00 < IV <= 10.810
Media	10.810 < IV <= 55.520
Alta	55.520 < IV <= 100.0

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

La clasificación y calificación de los 13 indicadores son evaluados de acuerdo a una serie de criterios, los cuales dependerán también de la pericia o experiencia del evaluador.

Dentro de los **parámetros geo topográficos** se evalúa el indicador “posición del edificio y cimentaciones”, con lo cual se pretende evaluar es la influencia del terreno y cimientos, teniendo en consideración la pendiente, suelos, presencia de cimientos. Con base a los factores descritos, le corresponde una clasificación acorde a lo establecido en la tabla 4:

Tabla 4. Clases del indicador Posición del edificio y cimentaciones

Clase	Descripción	Ki
A	Sobre roca o suelo rígido con pendiente inferior o 10%.	0.0
B	Sobre roca o suelo rígido con pendiente entre 10 % < p ≤ 30 %.	1.35
C	Sobre roca o suelo con pendiente entre 30% < p ≤ 50%.	6.73
D	Sobre terreno suelto o roca con pendiente p > 50%.	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

En los **parámetros inherentes a la estructura** se evalúan 4 indicadores, en cuanto a su configuración planimétrica (figura 2). La asignación a una clase se realiza con base en la condición más desfavorable de β_1 y β_2 . Con base a la determinación de la relación a/l o b/l , al valor número le corresponde una clasificación (ver tabla 5):

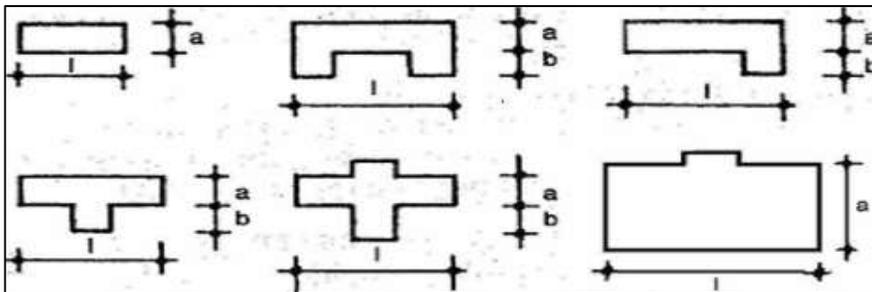


Figura 2. Tipos de configuración en planta

Fuente: Tomado de (Díaz, 2016).

Tabla 5. Clases del indicador Configuración Planimétrica

Clase	Condición	Calificación Ki
A	$\beta_1 \geq 80.0$ o $\beta_2 \leq 10.0$	0.0
B	$60.0 \leq \beta_1 < 80.0$ o $10.0 < \beta_2 \leq 20.0$	1.35
C	$40.0 \leq \beta_1 < 60.0$ o $20.0 < \beta_2 \leq 30.0$	6.73
D	$\beta_1 < 40.0$ o $\beta_2 > 30.0$	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

Con respecto a la **configuración en elevación**, señala como la relación entre la superficie aporcionada y la total del piso (ver figura 3). Con base a la evaluación de las características, le corresponde una clasificación acorde a los criterios de la tabla 6:

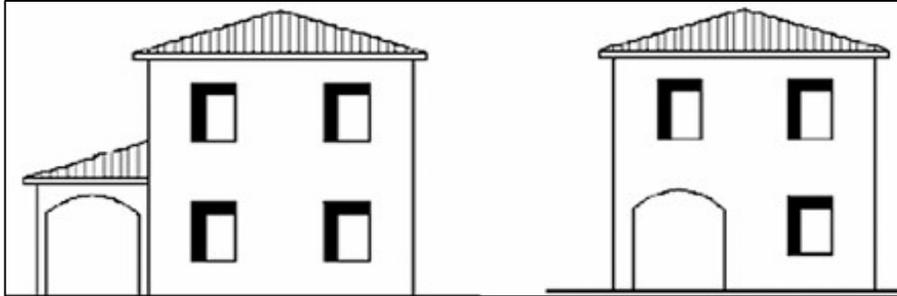


Figura 3. Elevaciones con pórticos
Fuente: Tomado de (Díaz, 2016).

Tabla 6. Clases del indicador Configuración en elevación

Clase	Descripción	Ki
A	Distribución de masas uniformes en altura Reducción inferior a 10% del área de planta.	0.0
B	Reducción del área de planta > 10% o <= 20%. Con torres de altura > al 10% de la altura total	1.35
C	Reducción del área de planta mayor a 20%.	6.73
D	Con torres de altura > al 40%	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

En cuanto a la **distancia entre muros**, se evalúa la presencia de muros resistentes intersecados con muros transversales (ver figura 4).

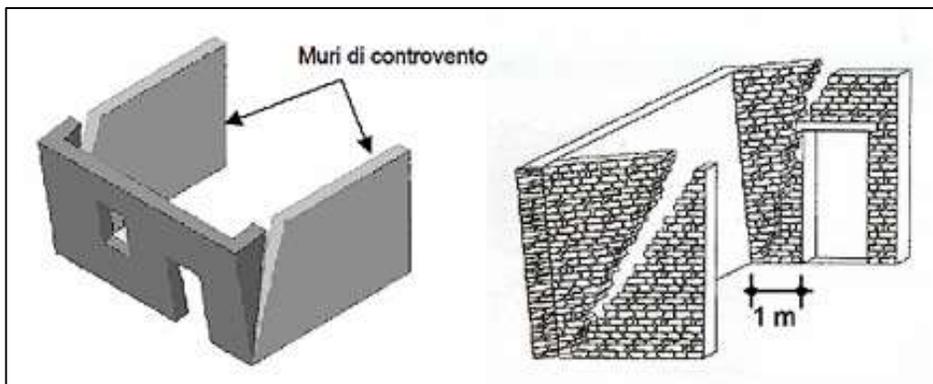


Figura 4. Tipos de mecanismos de volteo
Fuente: Tomado de (Díaz, 2016).

Las clasificaciones se establecen en función de la relación más desfavorable, sin embargo, aceptan valores considerados arriesgados para estructuras históricas. Con base a la evaluación de los muros resistentes se clasifica según la tabla 7:

Tabla 7. Clases del indicador Distancia entre muros

Clase	Descripción	Ki
A	Edificios que presentan las siguientes relaciones geométricas: <ul style="list-style-type: none"> • La esbeltez de muros no será mayor que 8. • Los vanos no tendrán ancho mayor que 2.5 veces el espesor. • Los vanos de ventanas y puertas deberán estar ubicadas distancias menores que tres veces el espesor del muro. • La longitud entre ejes transversales de un muro debe ser menor a seis veces el espesor del mismo. • La verticalidad de un muro no deberá exceder al 10% de su altura. 	0.0
B	Edificios que no presentan alguna de las condiciones descritas.	1.35
C	Edificios que presentan 3 de las condiciones descritas.	6.73
D	Edificios que presentan 2 de las condiciones descritas.	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

En lo referido a los **elementos no estructurales**, se evalúan ornamentos, voladizos que podrían dañar a personas. Por lo tanto, la clasificación es la siguiente:

Tabla 8. Clases del indicador Elementos no estructurales

Clase	Descripción	Ki
A	Sin ornamentos o voladizos Con ornamentos bien conectados	0.0
B	Con ornamentos bien conectados, pero con voladizos	0.00
C	Con ornamentos externos de pequeños mal conectados.	6.73
D	Con mucha ornamentación, agregados posteriormente al edificio y están mal vinculados.	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

Con respecto a los **parámetros de la calidad constructiva**: dentro de este parámetro se evalúan 4 indicadores. El **tipo y la organización del sistema**, es decir la eficacia de las conexiones, ósea las buenas trabas. Con base a la evaluación de este indicador, le corresponde una clasificación según los criterios establecidos en la tabla 9:

Tabla 9. Clases del indicador Tipo y organización del sistema resistente

Clase	Descripción	Ki
A	Consolidados o reparados con la norma.	0.0
B	Presentan una buena traba y conexión entre los muros	1.35
C	Edificios con paredes bien trabadas, pero conexión inadecuada. Materiales distintos.	6.73
D	Muros no están bien trabadas. Materiales compatibles pero deficiente o incompatibles.	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

En lo referido a la **calidad del sistema resistente**, se evalúa el material, el aparejo y el tipo de uniones constructivas. Con base a la evaluación de estas características de este indicador, se clasifica según la tabla 10:

Tabla 10. Clases del indicador Calidad del sistema resistente

Clase	Descripción	Ki
A	Mampostería de piedra, homogéneos bien labrados y mortero de buena calidad.	0.0
B	Mampostería de piedra con elementos no homogéneos, pero mortero de buena calidad.	1.35
C	Mampostería de piedra toscamente escuadrada y mortero de calidad media.	6.73
D	Mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica toscamente escuadrada de media o alta porosidad y mortero de baja calidad.	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

El indicador **estructuras horizontales**, evalúa el desempeño de componentes horizontales en la buena respuesta en conjunto del edificio. Esto se logra mediante las conexiones adecuadas a los muros. Se evalúa y clasifica según los criterios de la tabla 11:

Tabla 11. Clases del indicador Estructuras horizontales

Clase	Descripción	Ki
A	Que cumplan las 3 condiciones: a) Deformabilidad despreciable. b) Conexiones eficientes entre el elemento y los muros. c) Ausencia de divisiones en el entrepiso	0.0
B	Que no cumplen con la condición "c".	1.35
C	Deformabilidad significativa, aunque bien conectadas	6.73
D	Con estructuras horizontales mal conectadas a los muros y con materiales diferentes.	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

En el último indicador de los parámetros de la calidad constructiva esta **la cubierta** del edificio histórico, donde se evalúa las características y condiciones de la cubierta, y su posible influencia en la respuesta sísmica del edificio y pueden ser 4: empuje sobre los muros perimetrales, la eficacia de la unión y el peso. Se evalúa mediante las condiciones de la tabla 12:

Tabla 12. Clases del indicador Cubierta

Clase	Descripción	Ki
A	Con una cubierta que no provoca empujes, continua de coronamiento y materiales propios.	0.0
B	Cubierta que no provoca empujes, pero sin continuidad de coronamiento, pero materiales propios.	1.35
C	Cubierta que causa empujes moderados, sin continuidad de coronamiento, pero materiales propios de la estructura.	6.73
D	Cubierta que causa empujes, sin una continuidad de coronamiento y materiales diferentes.	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

En cuanto a los **parámetros del estado de conservación**: dentro de este parámetro se evalúan 4 indicadores, los cuales son la conservación, alteraciones en el entorno, alteraciones constructivas y la vulnerabilidad al fuego, por lo que se considera los criterios de evaluación de la tabla 13:

Tabla 13. Clases del indicador de conservación

Clase	Descripción	Ki
A	Muros en buen estado.	0.0
B	Edificios con daños superficiales, con excepción de los producidos por terremotos.	1.35
C	Edificios con daños moderados o superficiales. Que evidencian una menor resistencia.	6.73
D	Muros con daños graves o grave deterioro de sus materiales.	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

En relación al indicador: **alteraciones en el entorno**, esta referido a las condiciones del antrópicas del sitio, es decir a la implementación urbanística, donde se puede incluir desde la pavimentación de calles sin una nivelación adecuada, lo que provocaría alteraciones más profundas, como el abandono del entorno a causa de fenómenos de migración de la población. La accesibilidad que, en caso de desastre o siniestro, el edificio no cuenta con una red de caminos y/o infraestructuras necesarias (sí-no). Uso / abandono: el edificio se encuentra en un contexto de

abandono (sí-no). Densidad demográfica: el edificio se encuentra en una zona densamente poblada (sí-no). Aislamiento: el edificio se encuentra fuera de una zona habitada, o a una distancia considerable con respecto a otro centro poblado (sí-no). Relación con el contexto geográfico: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno geográfico (sí-no). Relación con el contexto construido: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno construido (sí-no). Relación con la comunidad: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno social (sí-no). Desinterés: tanto el entorno físico como social mantienen una relación de desinterés con respecto al bien inmueble (sí-no). Con base a los sub indicadores anteriormente descritos, se propone la siguiente clasificación:

Tabla 14. *Clases del indicador Alteraciones en el entorno*

Clase	Descripción	Ki
A	Edificios que no evidencian las condiciones descritas.	0.0
B	Edificios que evidencian con hasta 3 condiciones descritas.	1.35
C	Edificios que evidencian con hasta 6 condiciones descritas	6.73
D	Edificios que evidencian con más 6 condiciones descritas	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

Con respecto al tercer indicador de los parámetros del estado de conservación se tiene al indicador **alteraciones negativas en el sistema constructivo**, se evalúa según los criterios de la tabla 15 se describen los criterios de las clasificaciones y sus respectivas calificaciones.

Tabla 15. *Clases del indicador Alteraciones negativas en el sistema constructivo*

Clase	Descripción	Ki
A	Edificación sin modificaciones en su sistema.	0.0
B	Edificación con modificaciones, pero materiales compatibles.	1.35
C	Modificaciones con materiales compatibles que hayan modificado sus cargas.	6.73
D	Modificaciones con materiales no compatibles.	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

Finalmente, en lo referido al indicador **vulnerabilidad al fuego**, se evalúa el material combustible que pueda contener en su interior y la negligencia antrópica manifestada en acumulación de basura o instalaciones eléctricas defectuosas. Los factores de evaluación de la vulnerabilidad constructiva ante el fuego son: presencia de

ornamentos y muebles inflamables, acumulación de polvo, basura y puertas inflamables o combustibles. Falta de divisiones interiores, medios de escape inadecuados. Cerraduras obsoletas, instalaciones eléctricas defectuosas, chimeneas defectuosas, bajo estándar de administración, fracaso en el contacto con bomberos, peligros provocados por fumar o en la cocina. Con base a los sub indicadores anteriormente descritos, se propone la siguiente clasificación:

Tabla 16. *Clases del indicador Vulnerabilidad al fuego*

Clase	Descripción	Ki
A	Edificaciones que no evidencian las condiciones descritas	0.0
B	Edificaciones que evidencian hasta 3 de las condiciones descritas	1.35
C	Edificaciones que evidencian hasta 6 de las condiciones descritas	6.73
D	Edificaciones que evidencian más 6 de las condiciones descritas	12.12

Fuente: Tomado de Díaz (2016).

En lo referido a la variable “**Monumentos Históricos**”, esta referido a cualquier estructura, edificio, escultura, sitio arqueológico o lugar que ha sido preservado debido a su significado cultural, histórico o arquitectónico (Lourenco, 2022). Del mismo modo, Peña (2021) menciona que es una manifestación física del patrimonio cultural de una población. Estas edificaciones o lugares, a menudo de valor estético y cultural, son designados y protegidos por las autoridades correspondientes con la finalidad de preservar su autenticidad y mantener viva la memoria de eventos y personas importantes que han influido en la historia. Por su parte, Figueroa (2019) sostiene que las iglesias son ejemplos sobresalientes de monumentos históricos debido a su importancia cultural, religiosa y arquitectónica. Estas construcciones religiosas suelen ser consideradas monumentos históricos por varias razones: tienen una gran relevancia religiosa como lugares de culto y espiritualidad y han sido centros de comunidades religiosas durante siglos y han desempeñado un papel fundamental en la vida espiritual de la gente.

Además, muchas iglesias presentan una arquitectura impresionante y contienen obras de arte valiosas, como pinturas, esculturas y vitrales. Estas características reflejan no solo la habilidad técnica de la época en que fueron construidas, sino también las creencias y los valores de la sociedad de entonces. Por otra parte, Sadnes (2018) afirma que las iglesias suelen ser testigos de eventos históricos significativos, como coronaciones, bodas reales o acuerdos políticos. Además, son el escenario de

importantes festividades religiosas y tradiciones que han perdurado a lo largo del tiempo. Por tales razones su preservación y conservación son fundamentales para mantener viva la historia y la herencia cultural, permitiendo que las generaciones futuras comprendan y se conecten con su pasado.

II. METODOLOGÍA

Tipo, enfoque y diseño de investigación: El tipo es aplicado, ya que se analizó la vulnerabilidad a los sismos mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de monumentos religiosos de la provincia de Caylloma, en la región Arequipa. El método en mención fue perfeccionado en el estudio de Díaz (2016, donde el método fue adaptado a la realidad de los monumentos de condición histórica y religiosa de zonas donde la amenaza sísmica es constante.

Con respecto al nivel de investigación, se propone un nivel descriptivo, ya que según Hernández (2014) este nivel de investigación se centra en la recopilación y descripción detallada de hechos, características o fenómenos, sin realizar manipulación ni experimentación activa. Se concentra en observar y describir fenómenos tal como son, por lo que su finalidad es proporcionar una representación precisa y detallada de una situación o conjunto de datos específicos, ya que no se enfoca en establecer relaciones causales entre variables. No busca explicar por qué ocurren ciertos fenómenos, sino más bien en qué consisten y cómo se manifiestan. En ese sentido, se describieron y analizaron las características de las infraestructuras históricas tal como se encuentran en su estado actual y en un tiempo determinado.

Asimismo, se desarrolló con un **enfoque de investigación** cuantitativo, ya que según Arias et al. (2020) las investigaciones realizadas bajo este enfoque buscan cuantificar las relaciones entre variables y utilizar métodos estadísticos y matemáticos para examinar tendencias y asociaciones en los datos. En ese sentido, la vulnerabilidad que presentan los monumentos religiosos de la provincia de Caylloma fueron medidas, cuantificadas y expresadas numéricamente (índice de vulnerabilidad), los cuales finalmente fueron categorizadas en niveles bajo, medio y alto.

En cuanto al diseño, es “no experimental”, ya que este diseño se caracteriza por no implicar la manipulación deliberada de variables independientes. Comienza identificando los objetivos, la recopilación de datos se realiza a partir de observaciones, encuestas, análisis de contenido, estudios de caso o análisis de registros existentes (Hernández, 2014). Con base a esta descripción, no se manipuló la variable independiente (monumentos religiosos), ya que esta fue evaluada en su contexto real y en un tiempo específico, y en cuanto a la variable dependiente (vulnerabilidad sísmica) fue interpretado y analizado según la condición de cada edificación histórica evaluada.

VARIABLES Y CATEGORÍAS: La variable independiente identificada es: Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico del Patrimonio Cultural. Según la **definición conceptual** de González (2020), se trata de un método empírico basado en la observación y se fundamenta en indicadores relacionados con el edificio, materiales, sistema constructivo entre otros y está basado en su norma técnica constructiva (NTC, 2008). En cuanto a su **definición operacional:** Los monumentos religiosos de la provincia de Caylloma fueron evaluados mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo, donde se consideran 13 indicadores.

Con respecto a la **Variable dependiente**, se identifica como tal a la Vulnerabilidad sísmica. Mosqueira y Tarque (2005) describen como la debilidad de una infraestructura ante el sismo. En cuanto a su **definición operacional**, la vulnerabilidad fue categorizada en los rangos de niveles establecidas por el método empleado.

La operacionalización de variables se presenta en los anexos 01 y 02 se muestran la matriz de variables y la matriz de consistencia respectivamente.

Población y muestra: La población del presente proyecto de investigación estuvo constituida por 15 monumentos religiosos declarados patrimonio cultural de la nación, los que están ubicados en toda la jurisdicción de la provincia de Caylloma y que fueron construidos entre en la época colonial e inicios de la época republicana, esto debido a que dichas infraestructuras construidas en las épocas mencionadas comparten características comunes como el estilo arquitectónico, técnicas constructivas y materiales. En cuanto a los **criterios de inclusión:** Se consideraron aquellas infraestructuras religiosas que hayan sido construidas antes de la época republicana y a su vez que sean declaradas como patrimonio. Asimismo, los **Criterios de exclusión:** Se excluyeron a aquellas iglesias que hayan sido construidas después de la época colonial española, asimismo, no fueron consideradas aquellas iglesias coloniales que ya colapsaron completamente.

La **muestra** estuvo constituida por 04 iglesias ubicadas en la provincia de Caylloma, las cuales están declaradas como patrimonio cultural del Perú. Con respecto al **muestreo**, se consideró el muestreo no probabilístico, ya que según Castro (2003),

un muestreo no probabilístico no se sigue un proceso de selección aleatoria en el que cada elemento tenga una oportunidad igual de ser elegido. En su lugar, los elementos son seleccionados de modo subjetivo o conveniencia del investigador. Bajo esta premisa, el muestreo de unidades de análisis del presente estudio fue no probabilístico e intencional, esto debido a que se tiene acceso a los 4 edificios históricos mostrados en la tabla 19, por lo que la recopilación de datos e informaciones fueron factibles.

Unidades de análisis: En la tabla 19 se muestran los detalles de cada unidad de análisis que conforman la muestra:

Tabla 17. *Unidades de análisis que conforman la muestra*

N°	Monumento Histórico	Distrito	Ley de declaratoria
01	Iglesia Santa Ana	Maca	R.M. N° 329-86-ED
02	Iglesia de Santiago Apóstol	Madrigal	R.M. N° 0928-80-ED
03	Iglesia de Los Santos Reyes M.	Achoma	R.M. N° 0918-80-ED
04	Iglesia de Santiago Apóstol	Coporaque	R.M. N° 0928-80-ED

Fuente: Elaboración propia.

Técnicas e instrumentos En cuanto a las técnicas, se emplearon la observación directa y la revisión documentaria. Esto debido a que se inspeccionaron a las estructuras históricas para registrar todas las patologías que presentan en sus elementos y al mismo tiempo se realizó un levantamiento arquitectónico porque así lo ameritaba. Por otro lado, se realizaron las revisiones de documentos existentes para registrar aspectos relacionados a su construcción. Con respecto a los **instrumentos**, en la presente investigación se empleó la ficha de evaluación (ver anexo 3), la cual fue confeccionado de acuerdo con el método de evaluación, asimismo se emplearon los formatos de laboratorio correspondientes al EMS.

La **Validez de instrumentos**, Se refiere a que, si el instrumento proporciona una medida precisa y exacta de lo que se está estudiando, por lo que estos deben ser validados (Hernández, 2014). Al respecto Arias (2012), recomienda validar un instrumento por el Juicio de Expertos. En ese sentido, los instrumentos antes descritos fueron validados por tres jueces especialistas en estructuras (ver lista de

jueces y validación en la tabla 20) quienes dieron un veredicto unánime de validez alto a la Ficha de Evaluación. El procedimiento de validación y su respectivo certificado se muestran en el anexo 03.

Tabla 18. *Validación del instrumento por juicio de expertos*

Expertos	Nombre de expertos	Profesión	Colegiatura	Validez
Experto 1	Mg. Luis. F. Maldonado S.	Ingeniero Civil	99574	Alto
Experto 2	Mg. Carlos A. Delgado M.	Ingeniero Civil	243393	Alto
Experto 3	Mg. Cristian H. Asqui C.	Ingeniero Civil	227901	Alto

Fuente: Elaboración propia.

Procedimientos: Según Arias et al. (2020) esta referido a la forma como se analiza las variables de estudio y las de fases o etapas que el investigador sigue de forma organizada y sistemática, de esta manera desarrollar la investigación con la finalidad de alcanzar los objetivos. En ese sentido, el presente estudio fue desarrollado según los procedimientos de la figura 5.

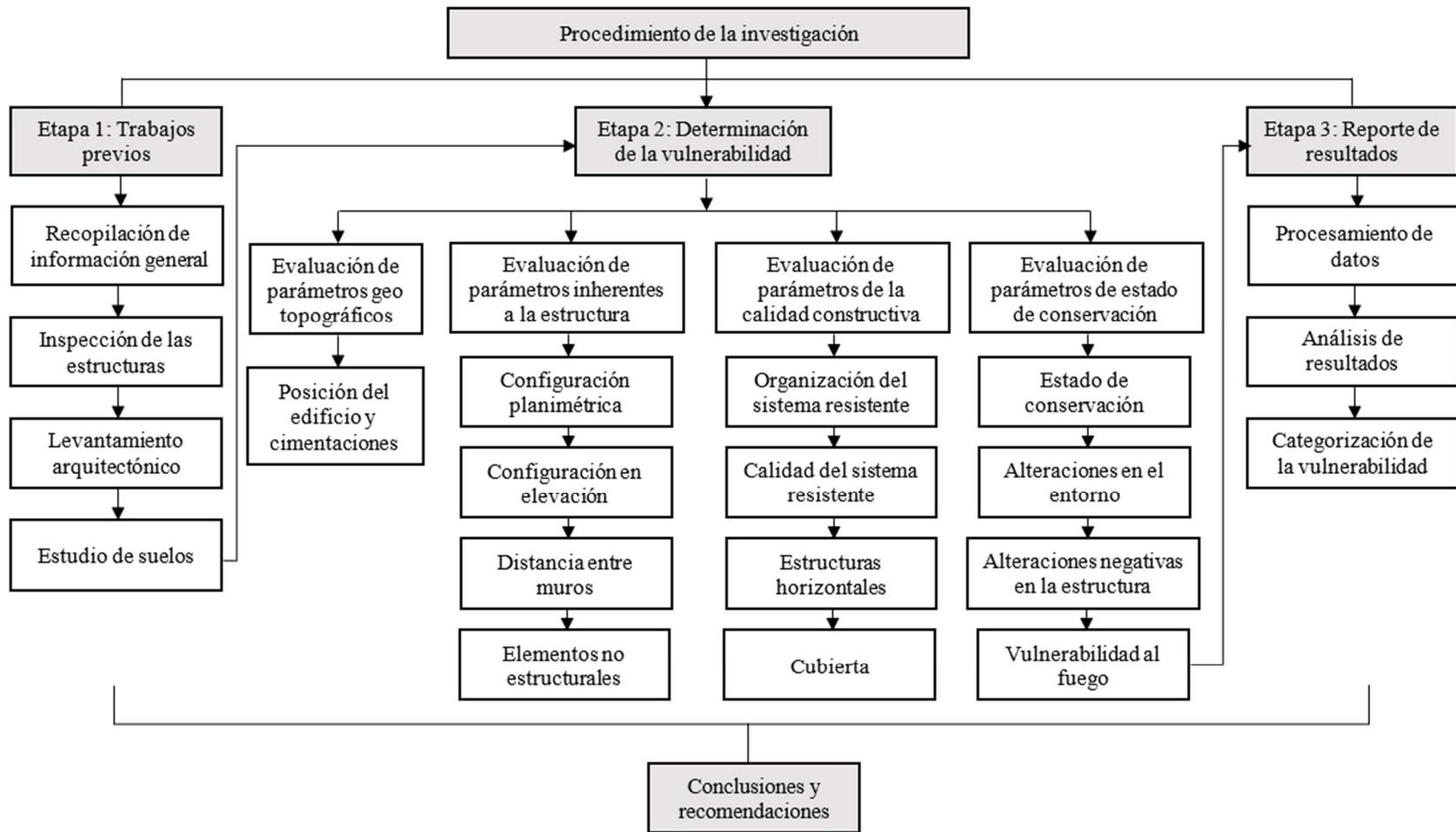


Figura 5. Procedimiento del desarrollo del proyecto

Según la figura 5, el procedimiento del presente estudio consistió en tres etapas generales, los cuales tuvieron subetapas que desarrollados en conjunto posibilitaron el cumplimiento de cada objetivo planteado. A continuación, se describe con detalle el procedimiento de cada etapa:

Etapas 1: Trabajos previos

Esta etapa consistió en la recopilación de información general de cada iglesia, la inspección física de las mismas, el levantamiento arquitectónico (en el caso no se disponga de planos) y el estudio de suelos donde están cimentadas las unidades de análisis y con base a estas informaciones se analizó y determinó la vulnerabilidad de las infraestructuras. A continuación, se describe con detalle cada actividad realizada:

Recopilación de información general

Ubicación de las unidades de análisis:

Las cuatro infraestructuras religiosas se encuentran ubicadas en la provincia de Caylloma. En la tabla 19 se presenta ubicación política y en la figura 14 se muestra la ubicación geográfica de la provincia de Caylloma. Del mismo modo, en las figuras 6, 8, 9 y 10 se muestran las unidades de análisis.

Tabla 19. *Ubicación política de las unidades de análisis*

Monumento	Distrito	Provincia	Altura	Coordenadas
I. Santa Ana	Maca	Caylloma	3280 msnm	Latitud: -15.640310° Longitud: -71.768812°
I. Santiago Apóstol	Madrigal		3282 msnm	Latitud: -15.607161° Longitud: -71.807278°
I. Santos Reyes	Achoma		3504 msnm	Latitud: -15.662443° Longitud: -71.699760°
I. Santiago Apóstol	Coporaque		3598 msnm	Latitud: -15.626128° Longitud: -71.645980°

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Iglesia Santa Ana de Maca



Figura 7. Iglesia Santiago Apóstol de Madrigal



Figura 8. Iglesia Santos Reyes magos de Achoma



Figura 9. Iglesia de Santiago Apóstol de Coporaque

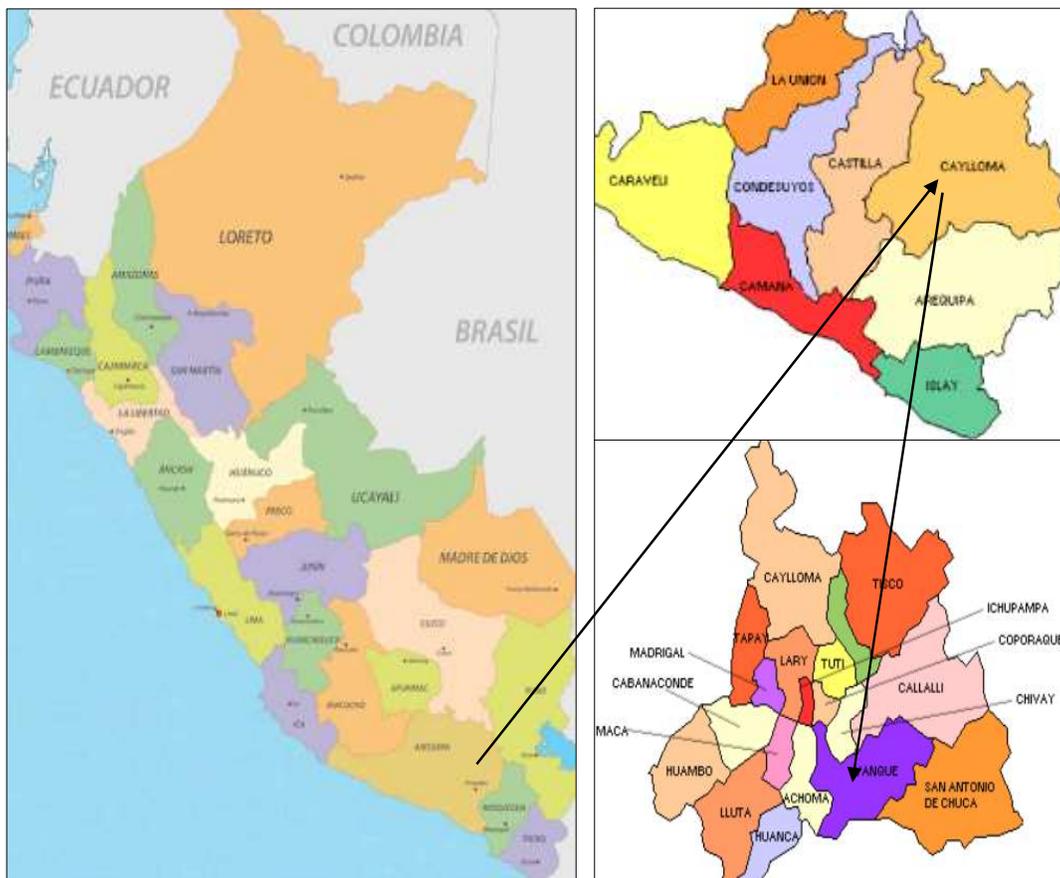


Figura 10. Ubicación geográfica de la provincia de Caylloma

Accesibilidad:

Las infraestructuras religiosas están situadas en diferentes distritos de la provincia de Caylloma, su accesibilidad es por carretera. En la tabla 20 se detallan las maneras de acceder a cada una de ellas teniendo como punto de partida a la ciudad de Arequipa. Asimismo, en la figura 11 se muestra la accesibilidad.

Tabla 20. *Accesibilidad a las unidades de análisis*

Monumento	Recorrido	Tipo de vía	Dist.	Tiempo
I. de Santa Ana	Arequipa – Chivay – Yanque – Achoma-Maca	Vía asfaltada	188 km	4 h 28 min
I. de Santiago Apóstol	Arequipa – Chivay – Yanque- Lari-Madrigal	Asfaltado-Trocha	194 km	5h 20 min
I. de Los Santos Reyes	Arequipa – Chivay – Yanque – Achoma	Vía asfaltada	180 km	4h 5 min
I.de Santiago Apóstol	Arequipa – Chivay – Coporaque	Vía asfaltada-Trocha	180 km	4h 25 min

Fuente: Elaboración propia.



Figura 11. *Accesibilidad a las unidades de análisis*
Fuente: Tomado de Google Maps (2023).

Inspección de las infraestructuras

Con la autorización respectiva, los monumentos religiosos fueron inspeccionados exhaustivamente en todo lo relacionado a las patologías o daños que pudieran presentar en sus elementos estructurales, los cuales fueron registrados en fotografías y en el formato correspondiente (ver figura 12 y 13).



Figura 12. Inspección de las patologías de la Iglesia Santa Ana



Figura 13. Entrevista con la encargada de la Iglesia Santa Ana

Levantamiento arquitectónico

Se tuvo acceso a documentación e informaciones de la estructura, donde se obtuvo los planos correspondientes a la arquitectura, sin embargo, estos solo están disponibles en formato físico y un estado de conservación deficiente, por lo que se realizó la digitalización de los planos con el software AutoCAD. En las figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21 se muestran los planos digitalizados de las Iglesias y en el anexo 06 se presentan los planos detallados.



Figura 14. Plano de planta (Sta. Ana)

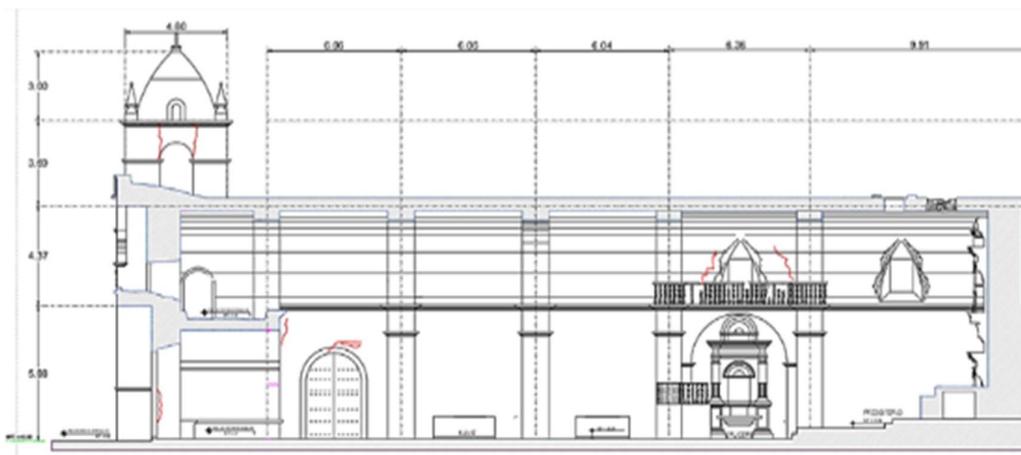


Figura 15. Plano de elevación (Sta. Ana)

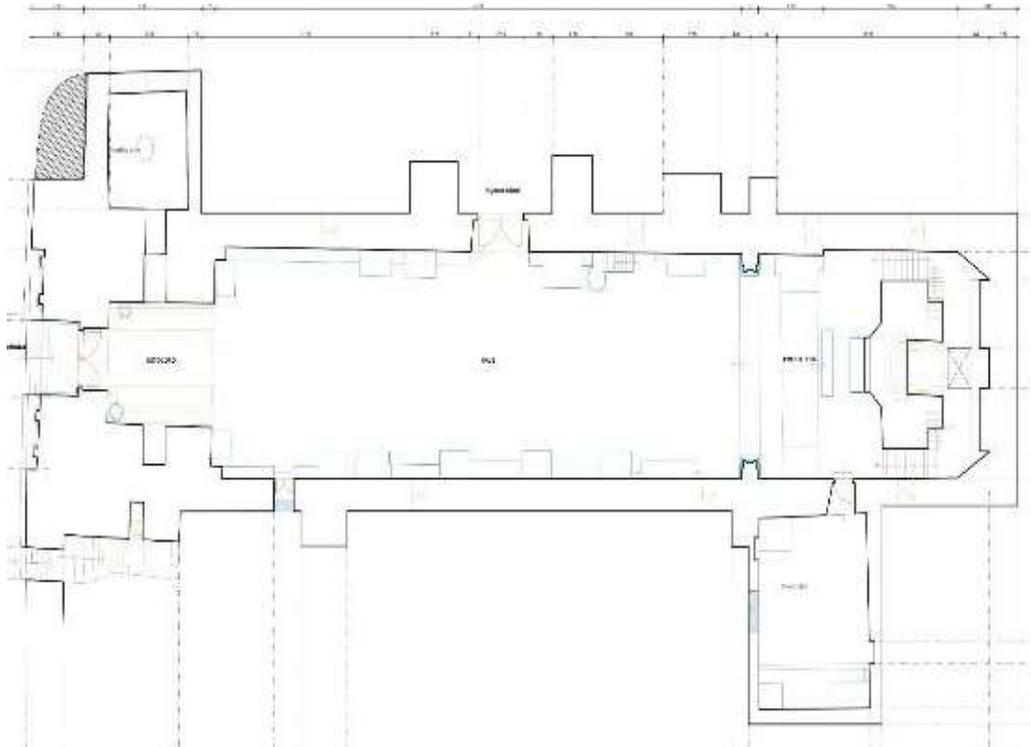


Figura 16. Plano de planta (Santiago Apóstol de Madrigal)

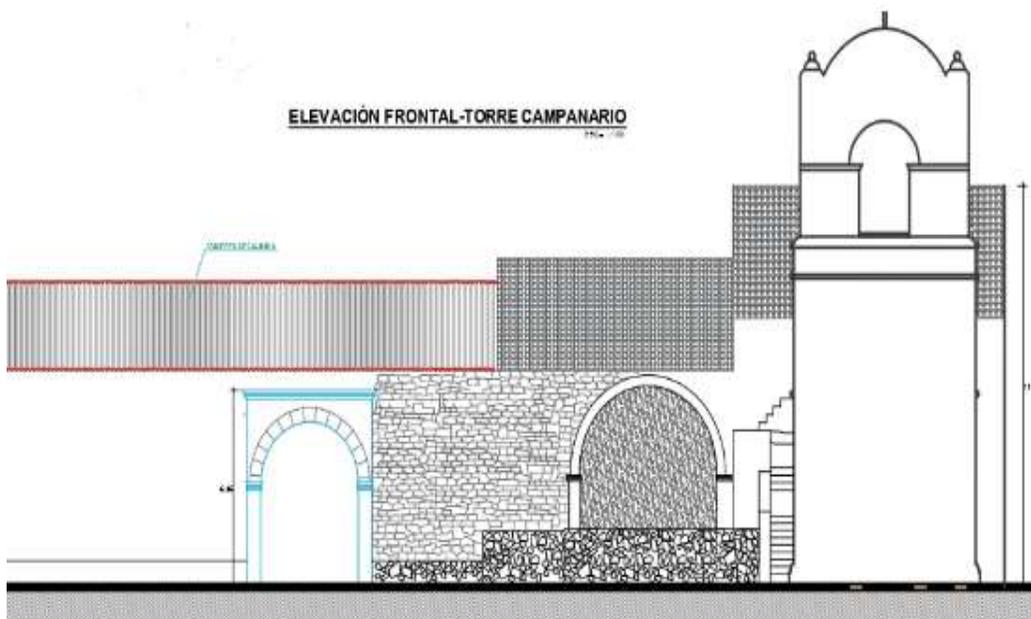


Figura 17. Plano de elevación (Santiago Apóstol de Madrigal)



Figura 18. Plano de planta (Santos Reyes)

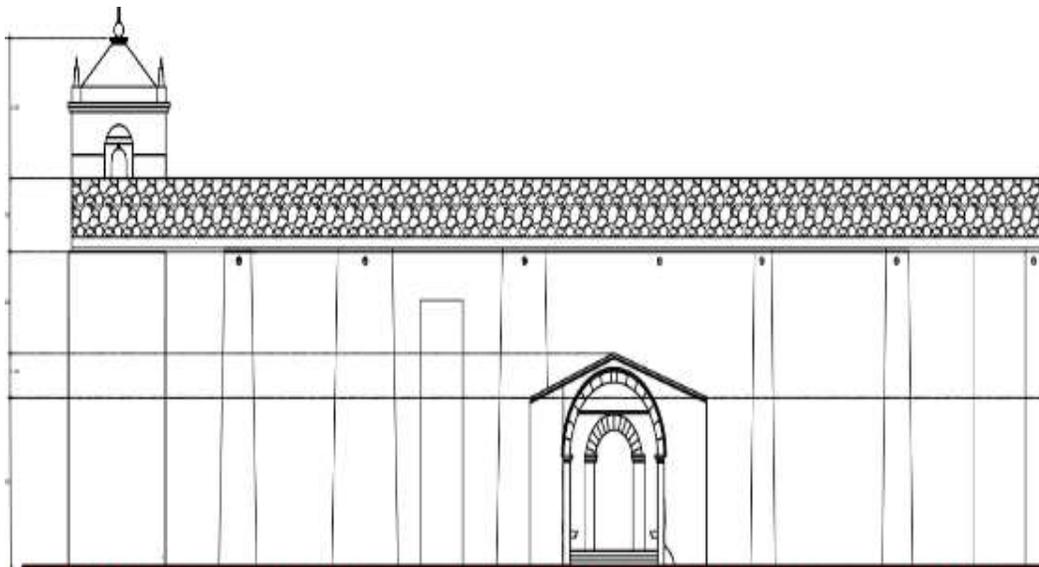


Figura 19. Plano de elevación (Santos Reyes)



Figura 20. Plano de planta (Santiago Apóstol)

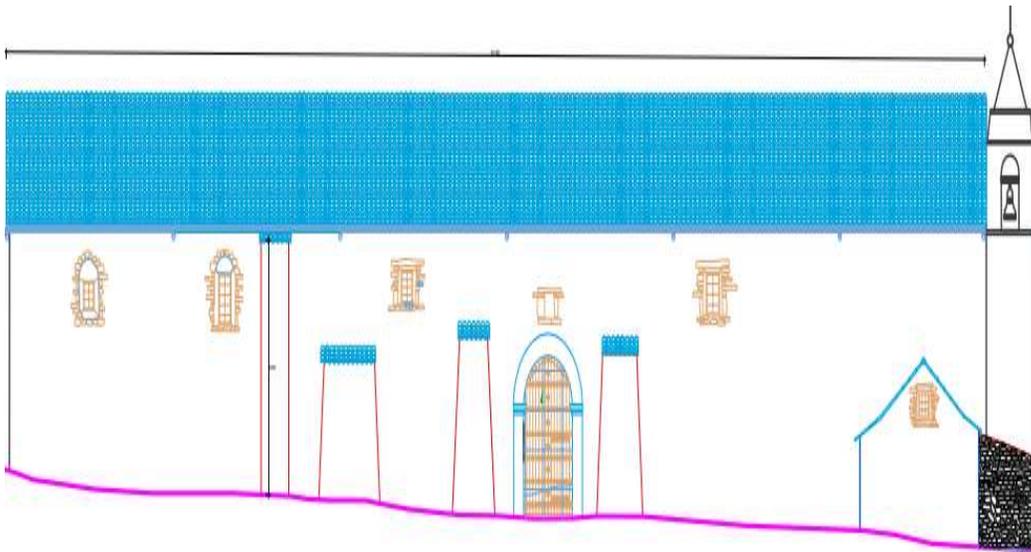


Figura 21. Plano de elevación (Santiago Apóstol)

Estudio de suelos

Con el propósito de conocer las características de suelos donde se encuentran cimentadas las infraestructuras en evaluación y emplear dicha información en la evaluación mediante los Lineamientos, se realizaron cuatro calicatas, correspondientes a las cuatro iglesias. En la figura 22 se muestra la calicata y extracción de muestras de suelo correspondiente a la Iglesia Santa Ana. Asimismo, los resultados previos se presentan en las tablas 21, 22, 23 y 24 y los certificados se presentan en el anexo 05.



Figura 22. Calicata y extracción de muestras de suelo (Iglesia Santa Ana)

Tabla 21. Características generales del suelo de la Iglesia Santa Ana de Maca

Calicata 1	
Clasificación SUCS	MH Suelo limoso inorgánico
Tipo de suelo	Suelo intermedio
Humedad	56.47%
Plasticidad	Alta plasticidad
N.F.	No presenta.
Carga admisible	0.357 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. *Características del suelo de la Iglesia Santiago Apóstol de Madrigal*

Calicata 2	
Clasificación SUCS	SM Arena limosa
Tipo de suelo	Suelo intermedio
Humedad	NL
Plasticidad	No plástica
N.F.	No presenta.
Carga admisible	0.450 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. *Características del suelo de la Iglesia Santos Reyes Magos*

Calicata 3	
Clasificación SUCS	SC-SM Arena limosa con grava
Tipo de suelo	Suelo intermedio
Humedad	27.18%
Plasticidad	Baja plasticidad
N.F.	No presenta.
Carga admisible	0.344 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. *Características del suelo de la Iglesia de Santiago Apóstol*

Calicata 4	
Clasificación SUCS	GM Grava limosa
Tipo de suelo	Suelo intermedio
Humedad	17.98%
Plasticidad	Baja plasticidad
N.F.	No presenta.
Carga admisible	0.523 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 2: Determinación de la vulnerabilidad

Se determinó la vulnerabilidad de las cuatro infraestructuras religiosas, donde se evaluaron los 13 indicadores que condicionan la vulnerabilidad de la muestra de estudio. Estos indicadores están agrupados en cuatro parámetros generales, los

cuales a su vez corresponden a los objetivos específicos del presente. A modo de demostración, a continuación, se describe con detalle la evaluación de cada parámetro, empleando para ello datos recolectados en la primera etapa correspondientes a la Iglesia Santa Ana de Maca.

Evaluación de los parámetros geo topográficos

Este parámetro considera la posición y cimentación del edificio histórico, donde evalúa el tipo de suelo y la topografía, ya que según Mosqueira y Tarque (2014) los suelos tienen propiedades de vibración y amplificación sísmica. Del mismo modo, la topografía influye en la vulnerabilidad, ya que en pendientes pronunciadas puede aumentar la vulnerabilidad de la estructura debido a la pérdida de estabilidad del suelo. Con base a estas aseveraciones, el tipo de suelo donde se ubica la Iglesia Santa Ana es intermedio (semirrígido) de capacidad portante aceptable (ver tabla 23). En cuanto a la topografía, es suave o llana con pendientes menores al 10% (ver figura 23). Además, según la ubicación de la estructura, se obtuvieron las cotas máxima y mínima del terreno, para una distancia de desarrollo de 60.00m:

Cota máxima: Cmax=3,279msnm, Cota mínima: Cmin=3,278msnm y Longitud del tramo: LT=60.00m.

$$S = \frac{C_{max} - C_{min}}{L_t} \times 100 \dots\dots\dots 3$$

$$S = \frac{3279 - 3278}{60} \times 100$$

$$S = 0.01666 = 1.67\%$$

Realizando los cálculos; se tiene un pendiente promedio del terreno del 1.67%, siendo un terreno inclinado de pendiente suave. Razones por las cuales en este parámetro se le asigna una clasificación “A” (ver tabla 25).



Figura 23. Pendiente del terreno (Sta. Ana)

Tabla 25. Evaluación de la posición y cimentación de la Iglesia Santa Ana

Clase	Descripción	Ki
A	Sobre roca o suelo rígido con pendiente inferior o 10%.	0.0
B	Sobre roca o suelo rígido con pendiente entre $10\% < p \leq 30\%$.	1.35
C	Sobre roca o suelo con pendiente entre $30\% < p \leq 50\%$.	6.73

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de parámetros inherentes a la estructura

Evaluación de la configuración planimétrica:

En este parámetro se evaluó la influencia que podría tener la geometría de la planta de la iglesia en la respuesta sísmica, ya que según (Gonzales (2020), esta característica inherente al edificio puede tener un impacto significativo en su

vulnerabilidad sísmica, ya que las formas irregulares son propensas a experimentar fuerzas sísmicas de forma desigual en diferentes direcciones. En ese sentido, la geometría principal en planta de la iglesia Santa Ana es de una cruz latina, esta geometría es propia de los templos católicos construidos en la época colonial (ver figura 24).

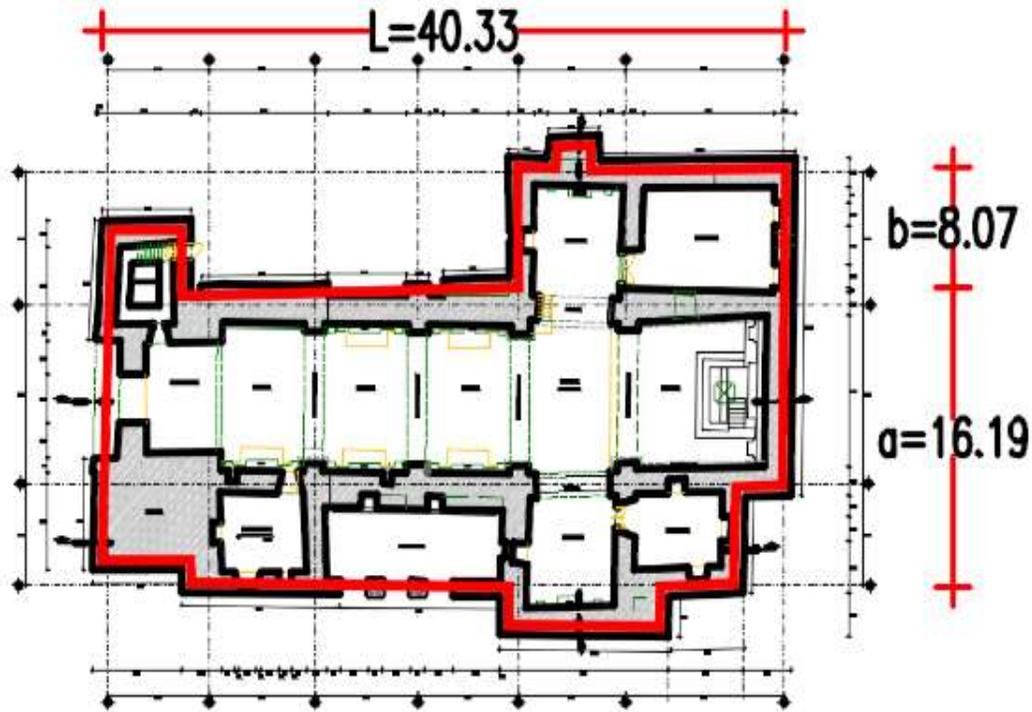


Figura 24. Configuración planimétrica de la iglesia Santa Ana de Maca

Para determinar si su geometría es crítica, se determinó la relación entre la longitud (L) y el ancho (a) de la siguiente manera:

$$\beta_1 = \frac{a}{L} \times 100 \dots\dots\dots 4$$

$$\beta_2 = \frac{b}{L} \times 100 \dots\dots\dots 5$$

Donde:

L= Longitud de la estructura (40.33 m)

a= Ancho principal de la estructura (16.19 m)

b= Ancho de la protuberancia (8.07 m)

Remplazando:

$$\beta_1 = \frac{16.19 \text{ m}}{40.33 \text{ m}} \times 100$$

$$\beta_1 = 40.14$$

$$\beta_2 = \frac{8.07 \text{ m}}{40.33 \text{ m}} \times 100$$

$$\beta_2 = 20.01$$

Según los resultados de las operaciones, β_1 tiene un valor de 40.14, el cual es igual a 40 pero menor de 60, mientras que β_2 resulta 20.01 este es mayor que 20 y menor a 30, por lo que cumple la condición C (ver tabla 28).

Tabla 26. Evaluación de la configuración planimétrica de la Iglesia Santa Ana

Clase	Condición	Calificación Ki
A	$\beta_1 \geq 80.0$ o $\beta_2 \leq 10.0$	0.0
B	$60.0 \leq \beta_1 < 80.0$ o $10.0 < \beta_2 \leq 20.0$	1.35
C	$40.0 \leq \beta_1 < 60.0$ o $20.0 < \beta_2 \leq 30.0$	6.73
D	$\beta_1 < 40.0$ o $\beta_2 > 30.0$	12.12

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de la configuración en elevación:

Se evaluó la diferencia de masas en altura de la estructura. En la figura 25 se observa que la altura total de estructura principal es de 10.47 m. En cambio, las torres laterales tienen una altura total de 13.88 metros, superando así hasta en un 32.57% a la estructura principal. En ese sentido, en este parámetro le corresponde una clasificación "C" (ver tabla 27).

Altura de la edificación (Piso a Techo): $H_t = 10.47 \text{ m}$

Altura del torreón: $H_o = 3.41 \text{ m}$

Para $\left(\frac{H_o}{H_t}\right) \cdot 100\% = 32.57\%$ se establece que la altura supera el 10% de la altura total del edificio.

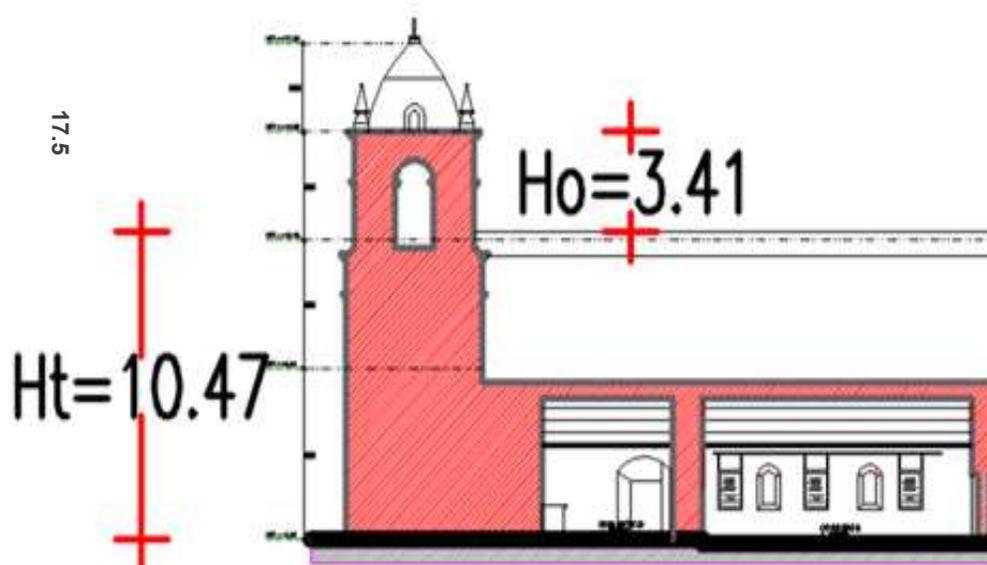


Figura 25. Diferencia de alturas entre torres y la estructura de la iglesia

Tabla 27. Evaluación de la configuración en elevación de la Iglesia Santa Ana

Clase	Descripción	Ki
A	Distribución de masas uniformes en altura Reducción inferior a 10% del área de planta.	0.0
B	Reducción del área de planta > 10% o <= 20%. Con torres de altura > al 10% de la altura total	1.35
C	Reducción del área de planta mayor a 20%.	6.73
D	Con torres de altura > al 40%	12.12

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de la distancia entre muros:

Según el método aplicado, se evalúan cinco aspectos que deberían cumplirse para que los muros estructurales no estén en situación desfavorable. A continuación, se analiza las cinco condiciones, para luego ser categorizada en una de las clases de la tabla 30.

a) La esbeltez de los muros no debe ser mayor que 8. El espesor mínimo de muros está determinado implícitamente por la esbeltez máxima.

Para evaluar este aspecto, se calculó la esbeltez del muro, para esto se tomó las dimensiones mostradas en las figuras 26 y 27.

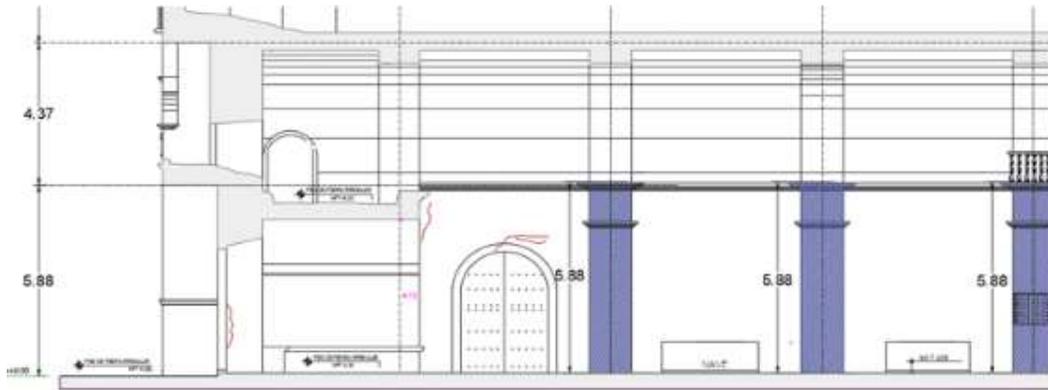


Figura 26. Altura promedio de muros de la iglesia Santa Ana



Figura 27. Espesor promedio de muros de la iglesia

Según la figura 26, la altura promedio de los muros resistentes es de 5.88 m. Del mismo modo, en la figura 27, se observa que el espesor promedio de los muros es de 1.30m. Con estos datos se calculó la esbeltez del muro con la ecuación 5:

$$E = \frac{H}{e} \dots\dots\dots 6$$

Donde:

E= Esbeltez del muro

H= Altura promedio del muro resistente (5.8 m)

e= Espesor promedio del muro resistente (1.30 m)

Remplazando

$$E = \frac{5.88 \text{ m}}{1.3 \text{ m}}$$

$$E = 4.52$$

La esbeltez del muro es de 4.52, este valor es menor a 8, por lo que en este aspecto se cumple la condición (a) de la tabla 27.

b) Los vanos no deben tener un ancho mayor que 2.5 veces el espesor.

Para evaluar este aspecto, se identificó el vano de mayor dimensión, el cual es el acceso principal al recinto. Este vano tiene una dimensión de 2.65 (ver figura 28) y se determinó de la siguiente manera:

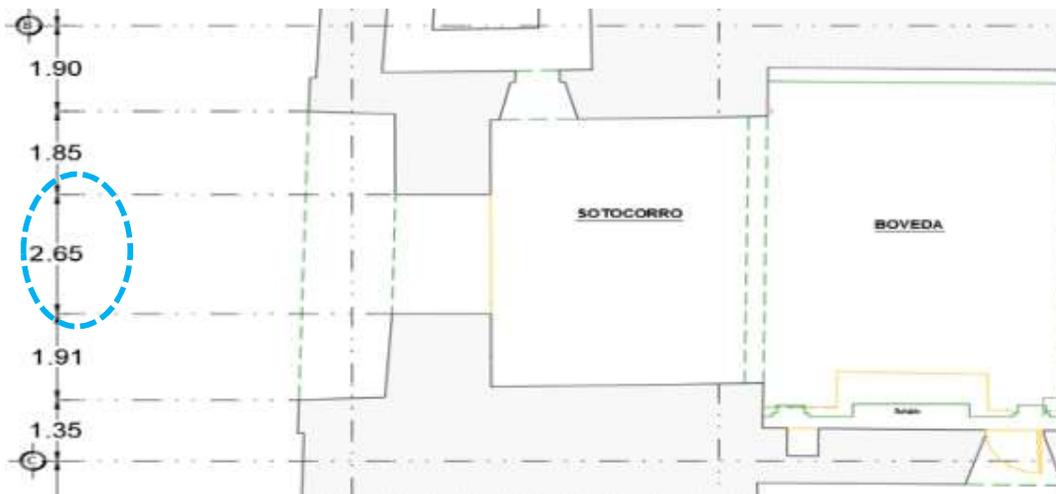


Figura 28. Detalle del vano más crítico

Según la figura 28, el vano más crítico es el acceso principal, el cual tiene una longitud de 2.65 m. Este valor es menor a 2.5 veces del espesor del muro (1.3 m), es decir:

$$1.3 \text{ m} \times 2.5 \text{ veces} = 3.25$$

Por lo tanto, según la condición (b) de la tabla 27, este aspecto cumple.

c) Los vanos se deben ubicar a una distancia no menor que 3 veces el espesor, desde el borde libre más próximo.

Para evaluar este aspecto, se identificaron los vanos que están a menor distancia del borde libre de muros, es decir, entre bordes de muro no arriostrados o entre vanos de puertas. Sin embargo, según el plano de planta, los vanos de puertas no

están ubicadas a menos de 3.9 m (tres veces el espesor de muro), Por lo tanto, según la condición (c) de la tabla 30 este aspecto se cumple.

d) La longitud entre ejes de arriostramientos transversales de un muro debe ser menor a seis veces el espesor del muro.

Para evaluar este aspecto, se identificó la separación máxima entre muros resistentes (ver figura 29).

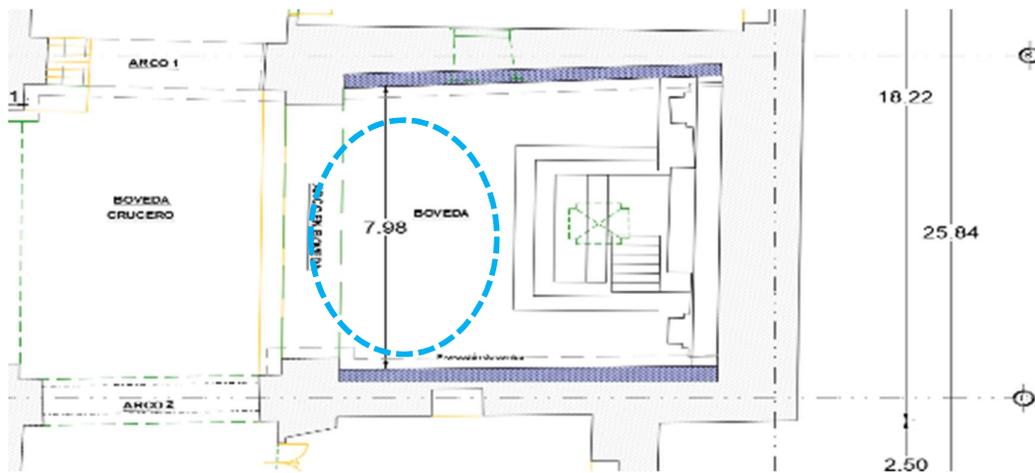


Figura 29. Detalle de separación máxima entre muros

En la figura 29 se observa que la separación (7.98 m) se presenta en el presbiterio de la iglesia. Esta dimensión es mayor a seis veces el espesor del muro ($1.3\text{m} \times 6 = 7.8\text{m}$), por lo tanto, no se cumple la condición (d) de la tabla 30.

e) La verticalidad relativa de un muro no debe ser mayor a 10% de su altura.

En este aspecto se evaluó la verticalidad relativa de los muros resistentes, es decir su deformación (desplazamiento o inclinación). Para lo cual se verificó la altura de los muros (5.88 m), donde se comprobó que no evidencia deformaciones mayores al 10% de su altura (0.588 m). Por lo tanto, según la condición (e) de la tabla 30 este aspecto se cumple.

De acuerdo con la evaluación de las cinco relaciones geométricas de la clase “A” de la tabla 30, se cumplen cuatro de estas condiciones, razones por las cuales, a la iglesia Santa Ana en este parámetro le corresponde una clasificación “B”.

Tabla 28. Evaluación de la distancia entre muros de la Iglesia Santa Ana

Clase	Descripción	Ki
A	Edificios que presentan las siguientes relaciones: a) La esbeltez de los muros no debe ser mayor que 8 b) Los vanos no deben tener un ancho mayor que 2.5 veces el espesor del muro. c) Los vanos de ventanas y puertas se deben ubicar a una distancia no menor que tres veces el espesor del muro d) La longitud entre ejes de arriostramientos transversales de un muro debe ser menor a seis veces el espesor del muro. e) La verticalidad relativa de un muro no debe ser mayor a 10% de su altura.	0.0
B	Edificios que no presentan las relaciones descritas	1.35

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de los elementos no estructurales:

Según Díaz (2016), los elementos no estructurales como esculturas, adornos y elementos decorativos, pueden contribuir al peso total del edificio, pero su impacto suele ser menor en comparación con otros factores que condicionan la vulnerabilidad. Sin embargo, en algunos casos extremos, las estructuras ornamentales muy pesadas o mal colocadas podrían contribuir a la vulnerabilidad sísmica sin afectar la estabilidad general del edificio. No obstante, estos podrían representar un peligro para los ocupantes durante un sismo. En el caso de la Iglesia en evaluación, en la figura 30 se observa una ornamentación considerable y mal conectadas a los muros.

Asimismo, en la figura 31 se observan balcones prominentes en la bóveda y campanas de considerable peso en las torres, las cuales están con riesgo a desprenderse. Por tales razones, en este parámetro le corresponde la clasificación C, con un Ki de 6.73 (ver tabla 31).



Figura 30. Detalle de ornamentos barrocos



Figura 31. Elementos no estructurales

Tabla 29. Evaluación de los elementos no estructurales

Clase	Descripción	Ki
A	Sin ornamentos o voladizos Con ornamentos bien conectados	0.0
B	Con ornamentos bien conectados, pero con voladizos	0.00
C	Con ornamentos externos de pequeños mal conectados.	6.73
D	Con mucha ornamentación, agregados posteriormente al edificio y están mal vinculados.	12.12

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de parámetros de la calidad constructiva

Evaluación de la organización del sistema resistentes:

De acuerdo con Gonzales (2020), un edificio antiguo como una iglesia colonial no suele tener una respuesta homogénea (comportamiento en cajón) frente a fuerzas horizontales del sismo, esto debido a su condición de mampostería no reforzada. No obstante, la distribución adecuada de sus elementos estructurales, la buena trabazón entre muros ortogonales y compuestos por un solo tipo de mampuesto hacen que la estructura se mantenga estable. Para el caso de la iglesia, en la figura 32 se observa que algunos de sus muros no evidencian conexión adecuada entre las mismas.

Además, según la figura 33 se evidencia que el muro está compuesto por dos tipos de rocas (sillar y caliza). Razones por las cuales, en este parámetro le corresponde una clasificación “D” y una valoración crítica “Ki” de 12.12 (ver tabla 32).



Figura 32. Deficiente conexión entre muros



Figura 33. Muros con mampuestos distintos

Tabla 30. Evaluación de la organización del sistema resistente de I. Santa Ana

Clase	Descripción	Ki
A	Consolidados o reparados con la norma.	0.0
B	Presentan una buena traba y conexión entre los muros	1.35
C	Edificios con paredes bien trabadas, pero conexión inadecuada. Materiales distintos.	6.73
D	Muros no están bien trabadas. Materiales compatibles pero deficiente o incompatibles.	12.12

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de la calidad del sistema resistente:

En el caso de la iglesia de Santa Ana, en la figura 34 se observa que los bloques que conforman los muros, en su gran mayoría están labrados toscamente, en algunos casos las hiladas están compuestas por bolones y rocas de gran tamaño sin tallar y consecuentemente las hiladas no son continuas. Además, la junta de mortero es irregular, de baja calidad y en algunos casos se evidencia desprendimiento de la misma (ver figura 35). Con base a estas deficiencias, en este parámetro se le clasifica como “D”, con una valoración crítica “Ki” de 12.12 (ver tabla 31).



Figura 34. Irregularidad de bloque en muros



Figura 35. Pérdida sistemática de mortero de muros

Tabla 31. Evaluación de la calidad del sistema resistente de la I. Santa Ana

Clase	Descripción	Ki
A	Mampostería de piedra, homogéneos bien labrados y mortero de buena calidad.	0.0
B	Mampostería de piedra con elementos no homogéneos, pero mortero de buena calidad.	1.35
C	Mampostería de piedra toscamente escuadrada y mortero de calidad media.	6.73
D	Mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica toscamente escuadrada de media o alta porosidad y mortero de baja calidad.	12.12

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de las estructuras horizontales:

Debido a que la estructura en evaluación es de un solo nivel y que tiene por diafragma una bóveda en arco, en este parámetro se evaluó la deformación de la bóveda y sus conexiones, esto con la finalidad de determinar la rigidez aparente del elemento. En

la figura 36, se observa que la bóveda de la iglesia evidencia deformación ocasionando fisuras y grietas en la misma. Por otra parte, en la figura 37 se evidencia que la bóveda no necesariamente está bien conectada a los muros. Con base a estas deficiencias, en este parámetro se le clasifica como “D”, con una valoración crítica “K_i” de 12.12 (ver tabla 32).



Figura 36. Deformación y deterioro del diafragma



Figura 37. Conexión deficiente entre elementos horizontales

Tabla 32. Evaluación de las estructuras horizontales de la Iglesia Santa Ana

Clase	Descripción	Ki
A	Que cumplan las 3 condiciones: a) Deformabilidad despreciable. b) Conexiones eficientes entre el elemento y los muros. c) Ausencia de divisiones en el entepiso	0.0
B	Que no cumplen con la condición "c".	1.35
C	Deformabilidad significativa, aunque bien conectadas	6.73
D	Con estructuras horizontales mal conectadas a los muros y con materiales diferentes.	12.12

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de la cubierta:

Se evaluó el aparente empuje que pudiera causar la cubierta a los muros, su continuidad y la conexión adecuada con los muros. En el caso del edificio en estudio, este tiene por cubierta una bóveda de sillar flanqueado por arcos. Esta bóveda a su vez está cubierta con una capa de piedra laja (ver figura 38), lo que evidencia una sobrecarga que podría causar empujes a los elementos verticales, no obstante, este presenta continuidad a lo largo de todo el elemento y presenta buen coronamiento en los muros. Con base a las evidencias descritas, en este parámetro se le clasifica como "C", con una valoración "Ki" de 6.73 (ver tabla 35).



Figura 38. Continuidad de la cubierta y coronamiento de muros

Tabla 33. Evaluación de la cubierta de la Iglesia Santa Ana

Clase	Descripción	Ki
A	Con una cubierta que no provoca empujes, continua de coronamiento y materiales propios.	0.0
B	Cubierta que no provoca empujes, pero sin continuidad de coronamiento, pero materiales propios.	1.35
C	Cubierta que causa empujes moderados, sin continuidad de coronamiento, pero materiales propios de la estructura.	6.73
D	Cubierta que causa empujes, sin una continuidad de coronamiento y materiales diferentes.	12.12

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de parámetros de estado de conservación

Evaluación del estado de conservación:

Según Casas y Salas (2022), en edificios antiguos el estado de conservación tiene un impacto directo en su vulnerabilidad sísmica. Con base a la afirmación de los autores, en este parámetro se evaluó el estado físico de la iglesia colonial. En la figura 39 se observa daños graves en algunos muros con fisuras y grietas (más de 3 milímetros). Aunado a esta situación, en algunos elementos se evidencia deterioro en los materiales (ver figura 40). Además, en algunos muros resistentes la degradación de materiales es más que evidente, esto debido a la infiltración de agua de lluvia, el ataque biológico, el salitre, entre otros agentes que sistemáticamente debilitaron a los materiales (ver figura 41). Esta situación hace que la estructura se vea en estado deplorable a primera vista. Con base a las deficiencias evidenciadas y descritas, en este parámetro se le clasifica como "D", con una valoración crítica "Ki" de 12.12 (ver tabla 35).



Figura 39. Muros resistentes con grietas producto del sismo



Figura 40. Deterioro de muros



Figura 41. Infiltración de agua y ataque biológico en muros de la iglesia

Tabla 34. Evaluación del estado de conservación de la Iglesia Santa Ana

Clase	Descripción	Ki
A	Muros en buen estado.	0.0
B	Edificios con daños superficiales, con excepción de los producidos por terremotos.	1.35
C	Edificios con daños moderados o superficiales. Que evidencian una menor resistencia.	6.73
D	Muros con daños graves o grave deterioro de sus materiales.	12.12

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de las alteraciones en el entorno:

Una iglesia suele encontrarse generalmente en el centro de la ciudad, por lo que puede ser afectado por las acciones antrópicas, como la construcción de edificios de considerables dimensiones, implementación urbana y otros. Por otra parte, si la iglesia está fuera del casco urbano y la población es reducida, esta puede estar en situación de abandono o desinterés por conservarla. De acuerdo con estas

aseveraciones, la iglesia de Santa Ana se encuentra cerrada debido a que esta dañada, por lo que se considera como abandono parcial. También se encuentra en conflicto con respecto a su entrono construido, ya que a su alrededor el terreno es baldío, con desmontes y basura, por lo que su relego es evidente. Además, evidencia desinterés en su estado de conservación (ver figura 42). Con base a lo descrito, se le clasifica como “B”, con una valoración “Ki” de 1.35.



Figura 42. Alteraciones en el entorno de la iglesia Santa Ana de Maca

Tabla 35. Evaluación de las alteraciones del entorno de la Iglesia Santa Ana

Clase	Descripción	Ki
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad: no cuenta con una red de caminos. • Uso / abandono: el edificio se encuentra en abandono. • Demografía: se encuentra en una zona densamente poblada. • Aislamiento: se encuentra fuera de una zona habitada (sí-no). • Relación con el contexto geográfico: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno geográfico. • Relación con la comunidad: en situación de conflicto social. • Desinterés: tanto el entorno físico como social. 	0.0
B	Edificios que evidencian con hasta 3 condiciones descritas.	1.35

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de las alteraciones negativas en el sistema:

Debido a la antigüedad de una iglesia colonial, esta puede haber sufrido cambios como producto de intervenciones (reforzamientos). Estas acciones, si no estuvieron a cargo de especialistas, puede que se hayan incluido elementos que alteraron su concepción original, con materiales no compatibles con los originales. Con base a estas aseveraciones, en la figura 43 se observa que la torre de la iglesia fue aparentemente reforzada, sin embargo, los materiales son incompatibles y no

evidencia resistencia y rigidez. Por tal razón, en este parámetro se le clasifica como “D”, con una valoración “Ki” de 12.12 (ver tabla 36).



Figura 43. Refuerzo con materiales no compatibles

Tabla 36. Evaluación de las alteraciones negativas en el sistema constructivo

Clase	Descripción	Ki
A	Edificación sin modificaciones en su sistema.	0.0
B	Edificación con modificaciones, pero materiales compatibles.	1.35
C	Modificaciones con materiales compatibles que hayan modificado sus cargas.	6.73
D	Modificaciones con materiales no compatibles.	12.12

Fuente: Díaz (2016).

Evaluación de la vulnerabilidad al fuego:

Una iglesia destinada al culto cristiano suele estar ornamentada con muchos detalles sacros, que por lo general suelen estar hechos de madera u otros materiales inflamables, por lo que su vulnerabilidad al fuego es alta durante un incendio. En el caso de iglesia Santa Ana, tiene una arquitectura de estilo Barroco, con mucha ornamentación hechas de madera y telas (pan de oro), asimismo, las bancas, las andas, los balcones, el sagrario, los confesionarios y las puertas están fabricados íntegramente de madera (ver figura 44), este material es considerado como combustible. Por otro lado, las instalaciones eléctricas están instalados de forma inadecuada (ver figura 45), lo que agrava la situación, ya que podrían generarse cortos circuitos y provocar incendios. Por tales razones, en este parámetro se le clasifica como “C”, con una valoración “Ki” de 6.73 (ver tabla 37).



Figura 44. Ornamentación y muebles inflamables



Figura 45. Instalaciones eléctricas inadecuadas



Figura 46. Acumulación de basura y polvo

Tabla 37. Evaluación de la vulnerabilidad al fuego de la Iglesia Santa Ana

Clase	Descripción	Ki
A	Edificios que no presenten lo siguiente: Ornamentos y muebles inflamables. Acumulación de polvo, basura. Muros, pisos y puertas inflamables al fuego. Falta de compartimentación interiores. Escaleras abiertas. Medios de escape inadecuados. Falta de llaves, cerraduras obsoletas. Instalaciones defectuosas. Chimeneas defectuosas. Bajo estándar de administración.	0.0
B	Con hasta tres de estas condiciones.	1.35
C	Con hasta seis de estas condiciones.	6.73

Fuente: Díaz (2016).

Determinación de la vulnerabilidad

En la tabla 38 se presenta la determinación del Iv correspondiente a la Iglesia de Santa Ana y en la tabla 29 se categoriza el nivel de vulnerabilidad para la estructura en mención.

Tabla 38. Determinación del Índice de vulnerabilidad para la Iglesia Santa Ana

Indicadores	Clase	Ki	Wi	Ki*Wi
Posición del edificio y cimentaciones	A	0.0	0.75	0.00
Configuración planimétrica	C	6.73	0.50	3.37
Configuración en elevación	C	6.73	1.00	6.73
Distancia entre muros	B	1.35	0.25	0.34
Elementos no estructurales	C	6.73	0.25	1.68
Organización del sistema resistente	D	12.12	1.50	18.18
Calidad del sistema resistente	D	12.12	0.25	3.03
Estructuras horizontales	D	12.12	1.00	12.12
Cubierta	C	6.73	1.00	6.73
Estado de conservación	D	12.12	1.00	12.12
Alteraciones en el entorno	B	1.35	0.25	0.34
Alteraciones negativas en el sistema constructivo	D	12.12	0.25	3.03
Vulnerabilidad al fuego	C	6.73	0.25	1.68
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (Iv)				69.35

Fuente: Adaptado de Díaz (2016).

Tabla 39. Nivel de vulnerabilidad de la Iglesia Santa Ana

Escala	Rangos del Iv
Vulnerabilidad baja	$0 < IV \leq 10.81$
Vulnerabilidad media	$10.81 < IV \leq 55.52$
Vulnerabilidad alta	$55.52 < IV \leq 100$

Fuente: Díaz (2016).

Según la tabla 39, la iglesia de Santa Ana presenta una vulnerabilidad alta, esto debido a que el I_v es de 69.35. La evaluación detallada del resto se presenta en el anexo 04.

Método de análisis de datos: Balestrini (2006) afirma que para analizar los datos recopilados de la población o muestra de estudio es recomendable una técnica que permita organizar, representar, describir y analizar los resultados de una investigación que tenga varias unidades de estudio. Con base a la afirmación, los datos correspondientes a la evaluación de los parámetros e indicadores que condicionan la vulnerabilidad sísmica fueron procesados con el software Microsoft Excel y analizados mediante la estadística descriptiva, empleando para ello tablas e histogramas. Por otro lado, la vulnerabilidad sísmica que presentan las unidades de análisis fueron determinadas aplicando los Lineamientos (norma italiana).

Aspectos éticos: Durante el proceso de estudio, se tomaron en consideración diversas perspectivas éticas para garantizar la integridad y el respeto hacia el patrimonio cultural e histórico. En primer lugar, se llevó a cabo una exhaustiva revisión de la literatura para comprender la importancia cultural y religiosa de las iglesias coloniales. Se reconoció la necesidad de preservar estos monumentos no solo como estructuras arquitectónicas, sino también como elementos fundamentales de la identidad cultural de la provincia de Caylloma. Se implementaron medidas para garantizar el consentimiento informado de las comunidades locales y las autoridades eclesiásticas antes de llevar a cabo cualquier evaluación a las iglesias coloniales que conforman la muestra del presente estudio. Se estableció una comunicación transparente para explicar los objetivos de la investigación, los métodos utilizados y los posibles impactos en las estructuras.

Además, se adoptaron protocolos éticos rigurosos para la recopilación de datos, asegurando la confidencialidad de la información sensible y respetando la privacidad de todas las personas que de alguna manera están relacionadas con las iglesias coloniales. Se procuró minimizar cualquier posible daño o molestia causada por la investigación, priorizando el respeto a la dignidad y los valores culturales de los participantes. Por otro lado, en el aspecto intelectual, se citaron y referenciaron todas las autorías de las bases teóricas, métodos, postulados y otros.

III. RESULTADOS

Objetivo general: Determinar la vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.

Determinación del Índice de Vulnerabilidad (Iv) de los Monumentos Religiosos

En la tabla 40 se presentan los resultados del índice de vulnerabilidad correspondientes a las iglesias Santa Ana, Santiago Apóstol de Madrigal, Santos Reyes Magos y Santiago Apóstol de Coporaque:

Tabla 40. Índice de vulnerabilidad de los Monumentos Religiosos

Parámetros	Indicadores	Iglesia de Santa Ana de Maca				Iglesia Santiago Apóstol de Madrigal				Iglesia de Los Santos Reyes Magos de Achoma				Iglesia Santiago Apóstol de Coporaque			
		Clase	Ki	Wi	Ki*Wi	Clase	Ki	Wi	Ki*Wi	Clase	Ki	Wi	Ki*Wi	Clase	Ki	Wi	Ki*Wi
Parámetros inherentes a la estructura	Configuración planimétrica	C	6.73	0.50	3.37	C	6.73	0.50	3.37	C	6.73	0.50	3.37	B	1.35	0.50	0.68
	Configuración en elevación	C	6.73	1.00	6.73	C	6.73	1.00	6.73	D	12.12	1.00	12.12	D	12.12	1.00	12.12
	Distancia entre muros	B	1.35	0.25	0.34	A	0	0.25	0.00	B	1.35	0.25	0.34	B	1.35	0.25	0.34
	Elementos no estructurales	C	6.73	0.25	1.68	B	0	0.25	0.00	C	6.73	0.25	1.68	C	6.73	0.25	1.68
Parámetros de la calidad constructiva	Organización del sistema resistente	D	12.12	1.50	18.18	C	6.73	1.50	10.95	D	12.12	1.50	18.18	D	12.12	1.50	18.18
	Calidad del sistema resistente	D	12.12	0.25	3.03	D	12.12	0.25	3.03	D	12.12	0.25	3.03	D	12.12	0.25	3.03
	Estructuras horizontales	D	12.12	1.00	12.12	B	1.35	1.00	1.35	D	12.12	1.00	12.12	C	6.73	1.00	6.73
	Cubierta	C	6.73	1.00	6.73	C	6.73	1.00	6.73	C	6.73	1.00	6.73	C	6.73	1.00	6.73
Parámetros del estado de conservación	Estado de conservación	D	12.12	1.00	12.12	D	12.12	1.00	12.12	D	12.12	1.00	12.12	D	12.12	1.00	12.12
	Alteraciones en el entorno	B	1.35	0.25	0.34	B	1.35	0.25	0.34	B	1.35	0.25	0.34	B	1.35	0.25	0.34
	Alteraciones negativas en el sistema constructivo	D	12.12	0.25	3.03	D	12.12	0.25	3.03	D	12.12	0.25	3.03	D	12.12	0.25	3.03
	Vulnerabilidad al fuego	C	6.73	0.25	1.68	C	6.73	0.25	1.68	C	6.73	0.25	1.68	C	6.73	0.25	1.68
Parámetros geo topográficos	Posición del edificio y cimentaciones	A	0.0	0.75	0.00	A	0.0	0.75	0.00	A	0.0	0.75	0.00	A	0.0	0.75	0.00
Resultado Final		Iv				Iv				Iv				Iv			
		69.35				48.47				74.74				66.66			

Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación:

En la tabla 43 la valoración (k_i) de las mismas y el peso ponderado (W_i), donde en la gran mayoría se clasifica como “C” y “D”, es decir crítica a muy crítica respectivamente. Esto indica que la gran mayoría se están en pésimas condiciones, sobre todo en lo concerniente a los indicadores de la calidad constructiva, seguido por los indicadores del estado de conservación y finalmente por los indicadores inherentes a la estructura.

Por otro lado, en la totalidad de los edificios históricos el indicador de los parámetros geo topográficos clasifican como “A”, esto indica una óptima condición debido a que las iglesias están cimentadas en terrenos donde sus características físicas son más que favorables para las estructuras.

Por lo tanto, los índices de vulnerabilidad (I_v) de las iglesias de Santa Ana, Santos Reyes Magos y Santiago Apóstol de Coporaque son superiores a 60, sin embargo, la iglesia Santiago Apóstol de Madrigal presenta un I_v de 50.3, este valor sugiere que no necesariamente está en condiciones deplorables.

Determinación del nivel de vulnerabilidad sísmica

En la tabla 41 se observa los niveles de vulnerabilidad sísmica correspondientes a los cuatro monumentos religiosos evaluados, asimismo, en la figura 47 se presentan los porcentajes:

Tabla 41. Niveles de vulnerabilidad sísmica de Monumentos religiosos

N°	Iglesia	Distrito	I_v	Nivel
1	Santa Ana	Maca	69.35	Vulnerabilidad alta
2	Santiago Apóstol	Madrigal	48.47	Vulnerabilidad media
3	Santos Reyes Magos	Achoma	74.74	Vulnerabilidad alta
4	Santiago Apóstol	Coporaque	66.66	Vulnerabilidad alta

Fuente: Propia (2024).

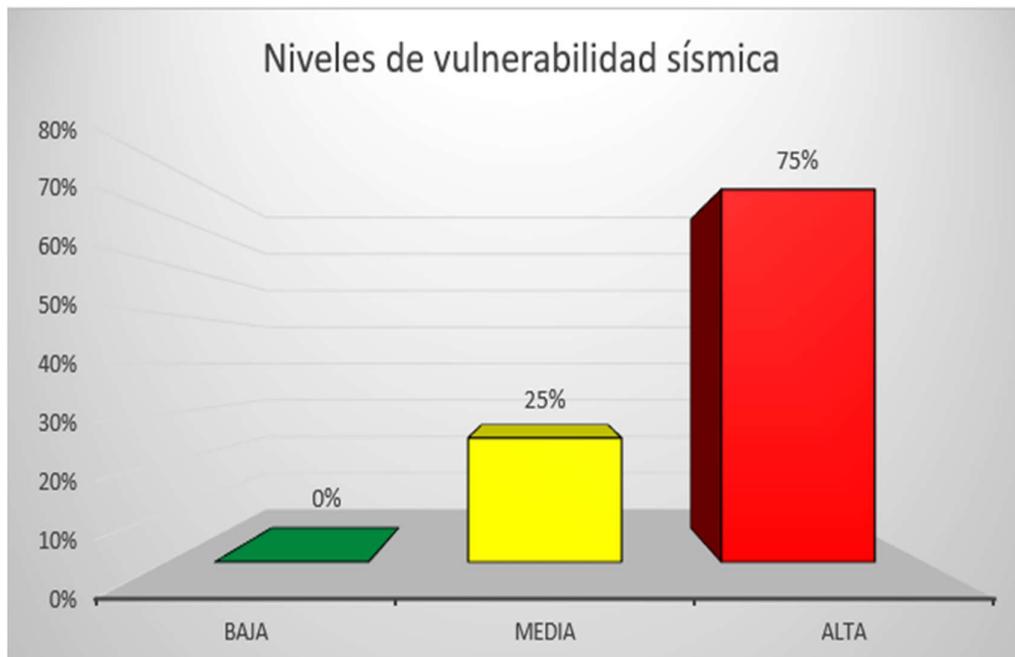


Figura 47. Porcentajes de niveles de vulnerabilidad de monumentos religiosos

Interpretación:

Según la figura 47, el 75% (3 iglesias) de los monumentos religiosos está en situación de vulnerabilidad sísmica alta. Estos resultados se deben a la clasificación “C” y “D” (crítica y muy crítica) de 4 parámetros: organización del sistema, estructuras horizontales (parámetro constructivo), configuración en elevación (parámetro inherente a la estructura) y el Estado de conservación. Además, estos parámetros tienen asignado pesos ponderados W_i de 1.5, 1.0, 1.0 y 1.0 respectivamente.

Por otro lado, el 25% (1 iglesia) presenta vulnerabilidad sísmica media, debido a que en la gran mayoría de los parámetros clasifica como “B” y “C”, es decir condición regular a crítica. En ese sentido, la más vulnerable es la iglesia de los Santos Reyes Magos, seguido por las iglesias de Santa Ana y Santiago Apóstol. En contraste la iglesia Santiago Apóstol de Madrigal presenta vulnerabilidad media. Los tres primeros podrían colapsar durante un sismo, mientras que el cuarto aún se mantendría en pie, pero con daños graves en sus elementos estructurales. Razones por las cuales es de suma importancia realizar intervenciones a nivel estructural a corto plazo.

Objetivo específico 1: Determinar los parámetros inherentes a la estructura que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.

Tabla 42. Clasificación según parámetros inherentes a la estructura

Parámetros inherentes a la estructura	Santa Ana		Santiago Apóstol Madrigal		Santos Reyes Magos		Santiago Apóstol	
	Clase	Wi	Clase	Wi	Clase	Wi	Clase	Wi
Configuración planimétrica	C	0.5	C	0.5	C	0.5	B	0.5
Configuración en elevación	C	1	C	1	D	1	D	1
Distancia entre muros	B	0.25	A	0.25	B	0.25	B	0.25
Elementos no estructurales	C	0.25	B	0.25	C	0.25	C	0.25

Fuente: Propia (2024).

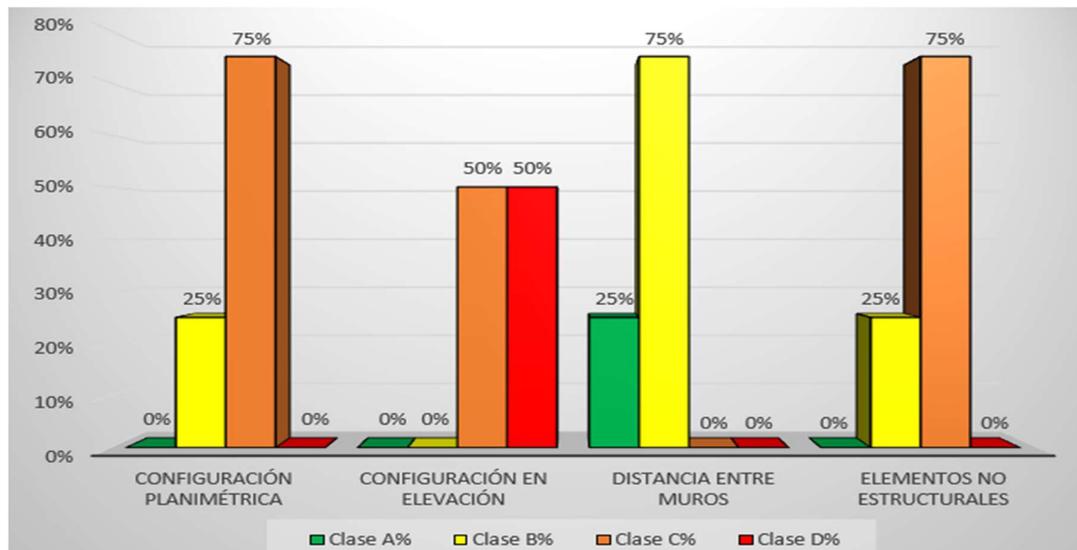


Figura 48. Porcentajes de clasificación de parámetros inherentes a la estructura

Interpretación:

En la figura 48 se observa que la configuración en elevación tiene clasificaciones críticas “C” (en 2 iglesias) y muy críticas “D” (en 2 iglesias), debido a que en el caso del primero los elementos verticales (torres) superan el 10% de la altura total del edificio, mientras que en el segundo caso las torres superan el 40% de la altura total. Esta situación podría conllevar a la ocurrencia de la resonancia, amplificando las vibraciones y con ello provocar deformaciones y consecuentemente la aparición de fisuras y grietas.

En el caso de la configuración planimétrica, el 75% (3 iglesias) clasifica como “C” (critica), esto debido a su geometría irregular en planta, lo que podría conllevar a la concentración de esfuerzos sísmicos en ciertas áreas de la estructura provocando así tensiones y deformaciones no uniformes lo que incrementaría el riesgo de daños como fisuras y grietas en la estructura. Por otro lado, con respecto a los elementos no estructurales, el 75% (3 iglesias) clasifican como “C” (critica), debido a su estilo arquitectónico Barroco Andino, el cual se caracteriza por una ornamentación sobrecargada, si bien estos elementos no afectan directamente a la estabilidad del edificio, su colapso representa una amenaza potencial para los ocupantes del recinto. En cuanto a la distancia entre muros, la gran mayoría de iglesias (75%) clasifica como “B” (regular), esto debido a que la esbeltez de los muros no es considerable, ya que si bien su altura excede los 5 metros su espesor es considerable (hasta más de 2 metros), no obstante, en algunos casos la separación máxima entre muros resistentes es superior a 6 veces el espesor del muro. Con base a esta interpretación, se infiere que los más influyentes son la configuración en elevación y la configuración planimétrica, esto debido a que clasifican como “C” y “D” es decir críticas a muy críticas, además los pesos ponderados son de 1.00 y 0.5 respectivamente (ver tabla 45).

Objetivo específico 2: Determinar los parámetros de la calidad constructiva que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.

Tabla 43. Clasificación según parámetros de la calidad constructiva

Parámetros de la calidad constructiva	Santa Ana		Santiago Apóstol Madrigal		Santos Reyes Magos		Santiago Apóstol	
	Clase	Wi	Clase	Wi	Clase	Wi	Clase	Wi
Organización del sistema r.	D	1.5	C	1.5	D	1.5	D	1.5
Calidad del sistema	D	0.25	D	0.25	D	0.25	D	0.25
Estructuras horizontales	D	1	B	1	D	1	C	1
Cubierta	C	1	C	1	C	1	C	1

Fuente: Elaboración propia (2024).

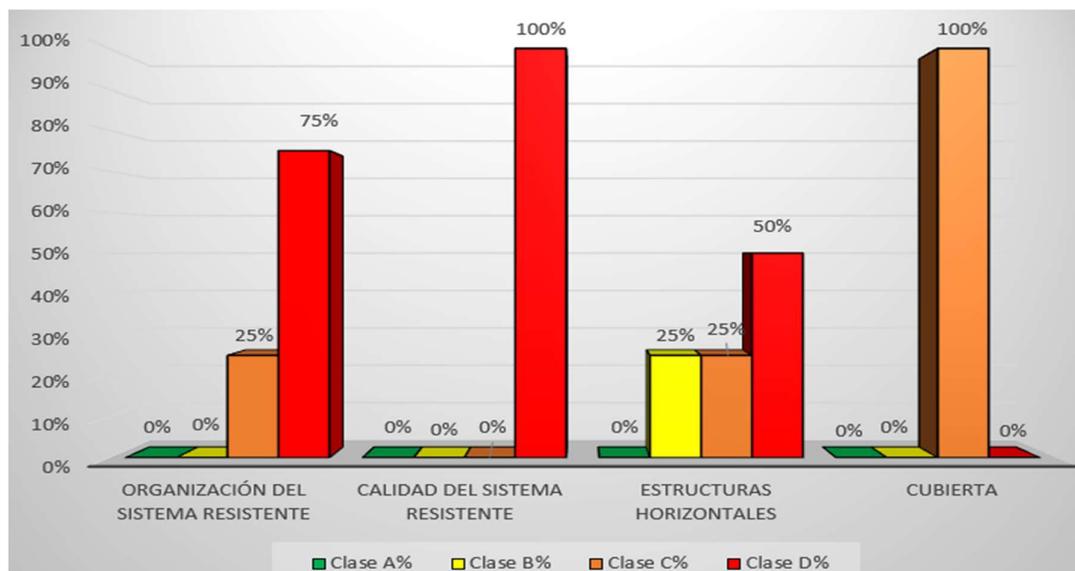


Figura 49. Porcentajes de clasificación de parámetros de la calidad constructiva

Interpretación:

Según la figura 49 uno de los parámetros de la calidad constructiva que más influye es la organización del sistema, ya que el 75% de iglesias (3) clasifican como “D” (muy crítica), esto indica que los muros resistentes de estas iglesias evidencian conexiones deficientes y se combinan erróneamente en su mampostería el sillar con piedra caliza. Esta situación podría ocasionar la separación entre los muros durante un sismo, lo que conllevaría a un colapso parcial o total de la estructura. Además, según la tabla 46 este parámetro tiene el peso ponderado más alto ($W_i=1.5$), influyendo así significativamente en el incremento de la vulnerabilidad. Del mismo modo, los parámetros: estructuras horizontales y cubierta influyen en el incremento de la vulnerabilidad de las iglesias, ya que cuentan con un peso ponderado “ W_i ” de 1, donde la gran mayoría de las iglesias clasifican como “C” y “D”, esto debido a que el diafragma presenta deformación y están mal conectadas a los elementos verticales.

Por otro lado, a pesar de que tiene la clasificación más crítica “D” (en el 100% de iglesias), la calidad del sistema resistente influye en menor medida, ya que su peso ponderado W_i apenas es 0.25. Sin embargo, todas las iglesias evidencian mampostería irregular tanto en forma como en sus componentes, es decir, mampuestos toscamente labrados, hiladas discontinuas y desprendimiento de mortero de pega, lo que podría debilitar a la estructura en su conjunto, ya que calidad

de los materiales y la calidad de la construcción son cruciales en este tipo de estructuras, porque por el paso del tiempo estos ya pudieron haber perdido en gran medida su capacidad resistente.

Objetivo específico 3: Determinar los parámetros del estado de conservación que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.

Tabla 44. Clasificación según parámetros del estado de conservación

Parámetros del estado de conservación	Santa Ana		Santiago Apóstol Madrigal		Santos Reyes Magos		Santiago Apóstol	
	Clase	Wi	Clase	Wi	Clase	Wi	Clase	Wi
Estado de conservación	D	1.00	D	1.00	D	1.00	D	1.00
Alteraciones en el entorno	B	0.25	B	0.25	B	0.25	B	0.25
Alteraciones negativas	D	0.25	D	0.25	D	0.25	D	0.25
Vulnerabilidad al fuego	C	0.25	C	0.25	C	0.25	C	0.25

Fuente: Propia (2024).

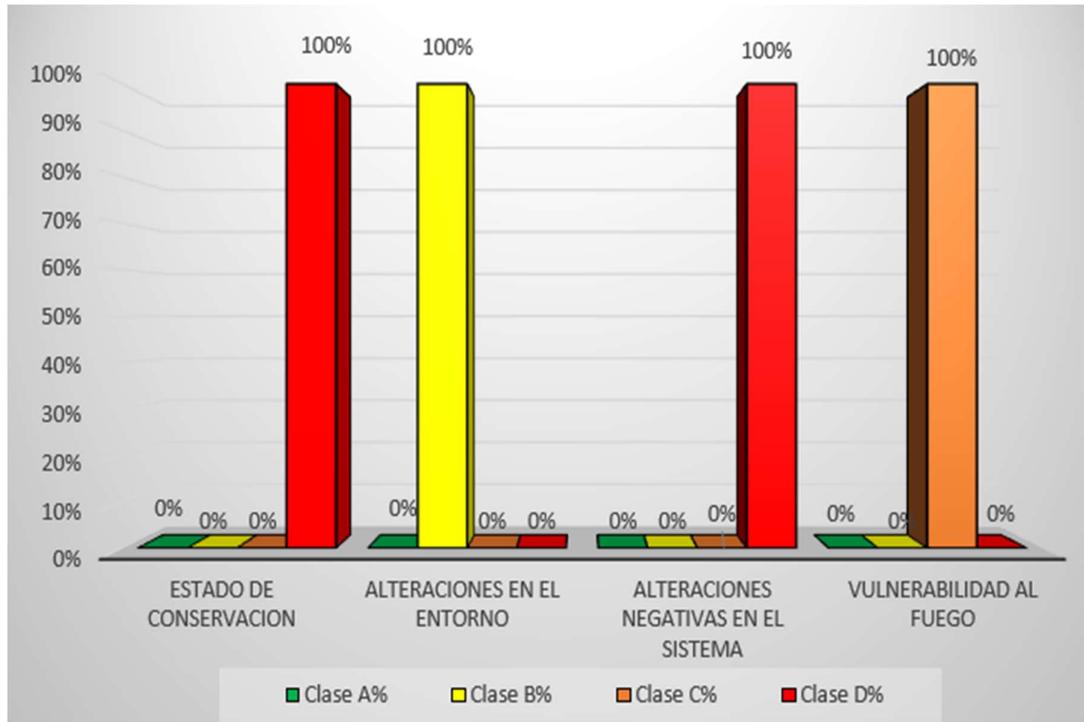


Figura 50. Porcentajes de clasificación de parámetros del estado de conservación

Interpretación:

En la figura 50 se observa que en el estado de conservación el 100% de las iglesias tiene una clasificación “D” (muy crítica), esto se debe principalmente a la antigüedad de estos edificios, ya que fueron construidos en la época colonial y no evidencian intervención idónea, por lo que están en condiciones casi deplorables. Esto puede contribuir significativamente en la vulnerabilidad y consecuentemente en el riesgo de colapso de estos edificios, durante un sismo, ya que las deformaciones y el daño por humedad y ataque biológico comprometen seriamente la conectividad eficiente entre los elementos estructurales y con ello la estabilidad del edificio se ve amenazada.

Por otro lado, con respecto a las alteraciones negativas en el sistema constructivo, el 100% clasifica como “D”, principalmente debido a los intentos de reforzamientos improvisados realizados por parte de las entidades encargadas, sin embargo, estas intervenciones no son las idóneas ni fueron asistidas por un especialista, ya que en la gran mayoría se intentaron reforzar con materiales no compatibles, los cuales no evidencian resistencia y rigidez porque sus propiedades mecánicas pueden ser distintos a los originales, además alteran el diseño original de estos edificios históricos.

Esta situación puede traer consigo consecuencias negativas y debilitar aún más a la estructura. Con respecto a la vulnerabilidad al fuego, el 100% clasifica como “C”, debido a que, al ser centros de culto religioso, están decorados con muchas obras de arte como pinturas al óleo, retablos en pan de oro, estatuas de madera y otros ornamentos elaborados con materiales inflamables, además, sus instalaciones eléctricas son deficientes, lo que conllevaría a generar cortos, además las velas encendidas en los altares podrían provocar incendios durante un sismo. Con respecto a las alteraciones en el entorno, el 100% clasifica como “B” (regular), ya que por su misma importancia y ser referente de un pueblo, están ubicados en la parte más céntrica y más accesible de las zonas urbanas, por lo que en el caso de las iglesias evaluadas no están en conflicto con su entorno.

Con base a la interpretación, se infiere que el parámetro “estado de conservación” es más influyente, ya que su peso ponderado W_i es igual a 1.00, no obstante, los demás parámetros como las alteraciones negativas en el sistema constructivo y la vulnerabilidad al fuego en conjunto también pueden influir, a pesar de que su peso ponderado es 0.25.

Objetivo específico 4: Determinar los parámetros geo topográficos del edificio que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.

Tabla 45. Clasificación según parámetros geo topográficos

Parámetros del estado de conservación	Santa Ana		Santiago Apóstol Madrigal		Santos Reyes Magos		Santiago Apóstol	
	Clase	Wi	Clase	Wi	Clase	Wi	Clase	Wi
Posición del edificio y cimentaciones	A	0.75	A	0.75	A	0.75	A	0.75

Fuente: Elaboración propia (2024).

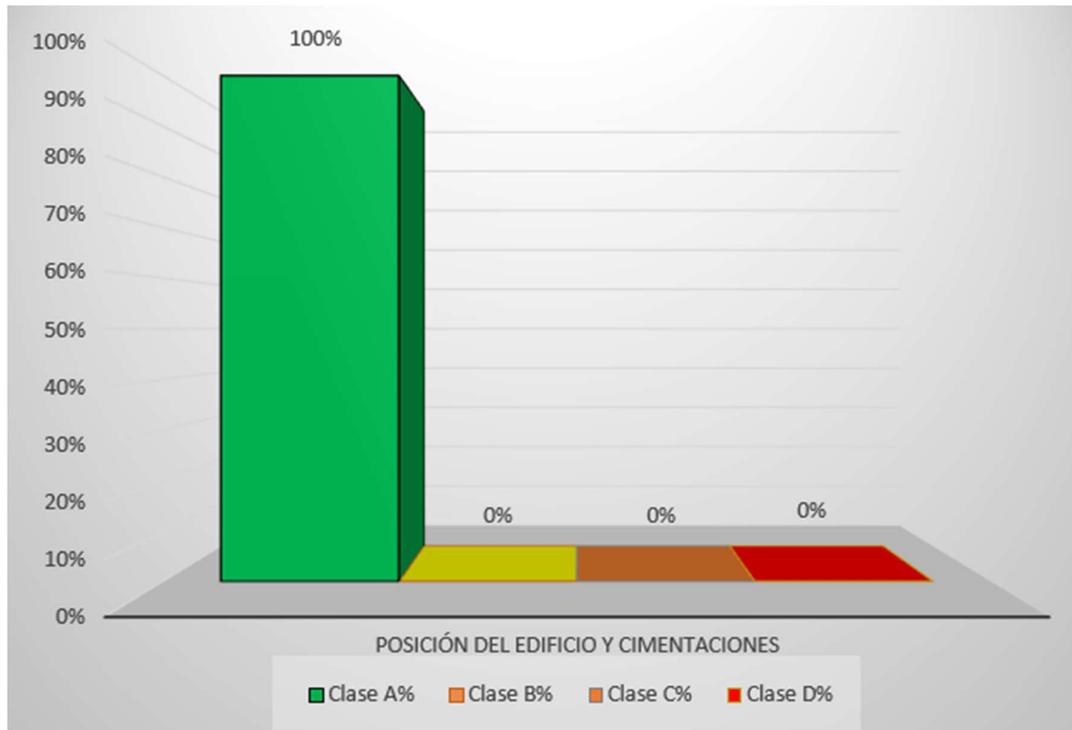


Figura 51. Porcentajes de clasificación de los parámetros geo topográficos

Interpretación:

Según la figura 51, con respecto al parámetro posición del edificio y cimentaciones, el 100% de las infraestructuras evaluados clasifican como “A” (optimo), esto debido a que las zonas donde están cimentadas las infraestructuras tienen características físicas más que favorables, ya que, según el EMS, se trata de suelos semirrígidos con clasificaciones SUCS de MH, SM, SC-SM, GM todas de baja plasticidad y con

capacidad portante aceptable. Además, las pendientes son llanas. Razones por las cuales, este parámetro no influye, pero esta afirmación no es generalizable, ya que al ser condicionantes del peligro sísmico podrían afectar en demasía a las estructuras que estén cimentadas en terrenos donde el suelo es blando y con una topografía accidentada (Mosqueira y Tarque, 2005). Además, el peso ponderado que le asigna el método es de 0.75 (ver tabla 48).

IV. DISCUSIÓN

La vulnerabilidad sísmica de 04 monumentos de la provincia de Caylloma en la región Arequipa fue determinada mediante la aplicación del método denominado “Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos”, donde se evaluaron 13 parámetros agrupados en parámetros inherentes a la estructura, parámetros de la calidad constructiva, parámetros del estado de conservación y parámetros geo topográficos. Los resultados indican que el 75% de estas estructuras están en situación de alta vulnerabilidad, mientras que el 25% presenta vulnerabilidad media. Estos resultados se deben principalmente a la antigüedad de las infraestructuras, ya que fueron construidas en la época colonial. Además, en los 04 parámetros más influyentes: organización del sistema, estructuras horizontales, la elevación y la conservación obtuvieron clasificaciones de “C” y “D” (crítica y muy crítica).

Al respecto, Díaz (2019) en su estudio “Evaluación de la vulnerabilidad del monumento religioso Belén de la ciudad de Cajamarca” afirma que los parámetros que más influyeron en la vulnerabilidad media ($I_v=78.75$) fueron la organización del sistema y la elevación, los cuales tiene un peso ponderado (w_i) de 1.00.

Estos resultados coinciden con lo hallado, ya que al ser estructuras muy particulares, con diseño arquitectónico propios de un recinto dedicado al culto cristiano, construidas con materiales propios de la zona y con técnicas empíricas era previsible que su nivel de vulnerabilidad sea elevado. Sin embargo, ambos estudios no coinciden en el resultado final, ya que en el caso de Díaz (2019) la vulnerabilidad es media ($I_v=78.75$) mientras que, en el presente caso, la vulnerabilidad es alta en la gran mayoría ($I_v>60.00$), esto se debe principalmente a la forma de evaluación, ya que Díaz (2019) aplicó el Método Italiano, donde solo se evalúa 11 parámetros, mientras que en el presente caso se empleó el Método en mención, donde se evaluó de forma exhaustiva 13 parámetros. Además, fue diseñado especialmente para evaluar iglesias coloniales de Latinoamérica por Díaz (2016).

Con respecto a los parámetros inherentes a la estructura que influyen en el incremento de la vulnerabilidad de monumentos religiosos, los resultados indican que los parámetros más influyentes son la configuración en elevación y la configuración

planimétrica, esto debido a que clasifican como “C” y “D” es decir críticas a muy críticas, además los pesos ponderados son de 1.00 y 0.5 respectivamente, lo que conllevó a que la vulnerabilidad de la mayoría sea alta. Estos resultados guardan similitud con los hallazgos de Cabeza (2021), ya que concluyen que los más influyentes fueron la configuración en planta y la configuración en elevación, ya que en la gran mayoría clasificaron como “D”. Esto debido a que las geometrías en planta y vertical son irregulares.

Esta divergencia de resultados finales entre ambos estudios, se debe a otros factores, principalmente al estado físico en el que se encuentran ambos grupos de análisis, ya que en el caso de Cabeza (2021), las iglesias tienen un estilo arquitectónico Neo Clásico y en su gran mayoría están bien conservadas, porque al estar en el centro recibieron todo tipo de atenciones para conservarlas en óptimo estado, mientras que en el presente caso, las unidades de análisis en su gran mayoría están relegadas de intervenciones por falta de presupuesto.

En cuanto a los parámetros de la calidad constructiva, los resultados indican que el más influyente en este aspecto es la organización del sistema, ya que la gran mayoría de iglesias clasifican como “D” (muy crítica), esto indica que los muros resistentes evidencian conexiones deficientes y se combinan materiales distintos. Además, este parámetro tiene el peso ponderado más alto ($W_i=1.5$). Del mismo modo, los parámetros: estructuras horizontales y cubierta influyen en el incremento de la vulnerabilidad, ya que cuentan con un peso ponderado “ W_i ” de 1, donde la gran mayoría de las iglesias clasifican como “C” y “D”, esto debido a que los diafragmas presentan deformaciones.

Estos resultados se discuten con lo hallado por Gonzales (2020), quien en su estudio concluye que las 5 iglesias de Valparaíso presentan vulnerabilidad media a los sismos, esto como consecuencias de la deficiente organización del sistema, donde la gran mayoría clasifica como “C”, ya que las dimensiones de los recintos son considerables y la deformación de los diafragmas es notoria. Esta situación física es similar a la que presentan las iglesias evaluadas en el presente estudio, sin embargo, el resultado final es discrepante ya que, en el presente caso, en la gran mayoría de las unidades de análisis su vulnerabilidad es alta. Esta diferencia podría deberse al estado físico de las estructuras, ya que en el caso de Gonzales (2020) algunas

iglesias fueron intervenidas en forma de mantenimientos, por lo que su clasificación no es “muy crítica” y consecuentemente su vulnerabilidad no es muy elevada.

Con respecto a los parámetros del estado de conservación, los resultados indican que el parámetro “estado de conservación” es el que más influye, por el tiempo, la intemperie, los temblores y la ausencia de mantenimiento o reforzamientos. Además, este parámetro tiene un peso ponderado (W_i) de 1.00, lo que conllevó a que la gran mayoría de las iglesias presenta vulnerabilidad alta. No obstante, los demás parámetros como las alteraciones negativas y la vulnerabilidad al fuego en conjunto también pueden influir en el incremento, a pesar de que su peso ponderado es apenas de 0.25 cada uno.

Estos resultados se discuten con lo hallado por Mamani (2021), quien en su estudio concluye que la vulnerabilidad alta del edificio histórico es debido a su estado de conservación, ya que presenta grietas considerables en sus muros y los sobrecimientos están erosionados por el agua y el salitre. En ese sentido, se afirma que existe coincidencia entre ambos estudios, ya que la evaluación y análisis del estado de conservación es crucial en edificios antiguos, ya que por el paso del tiempo las condiciones iniciales de la estructura habrán cambiado drásticamente.

En cuanto a los parámetros geo topográficos, se evaluó al único parámetro “Posición del edificio y cimentaciones”, donde el 100% de las infraestructuras clasifican como “A” (óptimo), esto debido a que las zonas donde están cimentadas las infraestructuras tienen características físicas más que favorables, ya que el suelo es semirrígido y la topografía es suave. Razones por las cuales, en el presente caso este parámetro no influye.

Al respecto, Mendes (2017) en su estudio concluye que el parámetro “posición y cimentación” influye moderadamente en el incremento de la vulnerabilidad de las construcciones coloniales, ya que las unidades de estudio se encuentran cimentadas en suelos estables, con buena capacidad portante (mayores a 1 kg/cm²). Estos resultados guardan similitud con los hallazgos del presente estudio, ya que en ambos casos los suelos son intermedios y semirrígidos, lo que permitiría transmitir las ondas vibratorias del sismo de forma atenuada hacia las estructuras, lo que conllevaría a no

coincidir entre la frecuencia natural del edificio y la frecuencia del sismo, evitando así la resonancia del edificio. Por otra parte, las pendientes en ambos casos no superan al 10%. Por tales razones, las estructuras evaluadas en ambos estudios aún se mantienen en pie a pesar de haberse construido hace más de tres siglos.

V. CONCLUSIONES

En primera instancia, se concluye que la vulnerabilidad sísmica de los 04 monumentos religiosos de la provincia de Caylloma es significativa y preocupante, ya que el 75% de ellos se encuentra en situación de alta vulnerabilidad y el 25% presenta vulnerabilidad media. Esto se debe principalmente a la calificación desfavorable de la organización del sistema, configuración en elevación, estado de conservación y estructuras horizontales, cada uno con pesos ponderados elevados ($W_i \geq 1$). Las iglesias más vulnerables están en el siguiente orden: Santos Reyes Magos ($I_v=74.74$), Santa Ana ($I_v=69.35$) y Santiago Apóstol de Coporaque ($I_v=66.66$), en menor medida la iglesia Santiago Apóstol del Madrigal ($I_v=48.47$). Los tres primeros podrían colapsar durante un sismo, mientras que el cuarto aún se mantendría en pie, pero con daños graves en sus elementos estructurales. Razones por las cuales es de suma importancia realizar intervenciones a nivel estructural a corto plazo.

En segunda instancia, se concluye que con respecto a los parámetros inherentes a la estructura que influyen en la vulnerabilidad, los más influyentes son la configuración en elevación ($W_i=1$), ya que tienen clasificaciones críticas y muy críticas (C y D respectivamente), esto debido a que las torres superan el 10% y 40% de la altura total del edificio, lo que sugiere un riesgo potencial de deformaciones y la aparición de fisuras y grietas durante un sismo, aunque esto también dependerá de las características físicas del terreno. En el caso de la configuración planimétrica ($W_i=0.5$), el 75% de iglesias clasifica como "C" (crítica), esto debido a su geometría en planta irregular, lo que podría provocar la concentración de esfuerzos sísmicos en ciertas áreas de la estructura, aumentando así el riesgo de daños no uniformes.

En tercera instancia, se concluye que en cuanto a los parámetros de la calidad constructiva que influyen es la organización del sistema ($W_i=1.5$), es un factor crítico que influye de manera significativa en el aumento de la vulnerabilidad, ya que el hecho de que el 75% de las iglesias clasifiquen como "D" (muy crítica) en este parámetro, indica la presencia de conexiones deficientes y una combinación errónea de materiales en la mampostería, como el sillar y la piedra caliza. Esta deficiencia podría llevar a la separación de muros durante un sismo, aumentando así el riesgo de colapso. Aunque los parámetros de estructuras horizontales y cubierta también

contribuyen al aumento de la vulnerabilidad, pero su peso ponderado ($W_i=1$) los coloca como factores de menor impacto en comparación con el primero. Por otro lado, la calidad del sistema, a pesar de tener la clasificación más crítica "D" en el 100% de las iglesias, influye en menor medida debido a su peso ponderado W_i de 0.25.

En cuarta instancia, se concluye que los parámetros del estado de conservación el más influyente es el estado de conservación ($W_i=1$), ya que el 100% de las iglesias tiene una clasificación "D" (muy crítica), esto debido principalmente a la antigüedad de estos edificios, ya que fueron construidos en la época colonial y no evidencian intervención idónea, por lo que están en condiciones casi deplorables. Por otra parte, los demás parámetros como las alteraciones negativas en el sistema constructivo y la vulnerabilidad al fuego en conjunto también pueden influir, a pesar de que su peso ponderado es 0.25.

En quinta instancia, se concluye que con respecto al parámetro geo topográfico que influye en el incremento de la vulnerabilidad, en el parámetro posición del edificio y cimentaciones ($W_i=0.75$), el 100% de iglesias clasifican como "A" (óptimo), esto debido a que las zonas donde están cimentadas las infraestructuras tienen características físicas más que favorables (suelos estables y pendientes menores al 10%), por lo que se concluye que este parámetro no influye en la vulnerabilidad. Sin embargo, se destaca que esta conclusión no puede generalizarse ya que, en otros contextos y ubicaciones como suelos blandos o topografías accidentadas, podrían afectar en demasía a las estructuras ubicadas en esas zonas.

VI. RECOMENDACIONES

En primera instancia, se recomienda llevar a cabo estudios de la vulnerabilidad sísmica de todos los monumentos religiosos de la región Arequipa y del Perú, esto debido a la importancia de preservar el patrimonio cultural y que solo de esta manera se podrá tener un inventario real sobre la situación física de estos edificios históricos y con ello implementar políticas de conservación que incluyan pautas para intervenciones estructurales con la finalidad de preservar este legado para futuras generaciones.

En segunda instancia, se recomienda que para las iglesias que presenten deficiencias o daños considerables en sus elementos estructurales como los muros, se deberán restaurar con materiales compatibles o en el mejor de los casos remplazar estos muros severamente dañados, para lo cual será imprescindible realizar estudios de las propiedades mecánicas de muretes, esto con la finalidad de garantizar de que soportaran las cargas verticales como las cargas horizontales.

En tercera instancia, con respecto al estado de conservación deplorable de las iglesias evaluadas, se recomienda a las entidades correspondientes priorizar un programa integral de restauración, donde se deberá incluir la reparación de fisuras y grietas, la consolidación de elementos estructurales dañados y la restauración de elementos arquitectónicos originales. Esto ayudará a prevenir un mayor deterioro y reducirá la vulnerabilidad sísmica de manera significativa.

En cuarta instancia, a los futuros investigadores interesados en el estudio de vulnerabilidad, se recomienda realizar el análisis con aplicación de los lineamientos empleados en el presente estudio y contrastar los resultados de la aplicación de este método con un análisis más exhaustivo como es el método de Elementos Finitos, aplicando para ello softwares de análisis estructural, ya que solo de esta manera se podrá identificar con precisión los elementos y zonas donde se presentarán los fallos durante un sismo.

REFERENCIAS

- ARIAS, F., 2012. *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* [en línea]. Sexta Edic. Caracas: EDITORIAL EPISTEME. ISBN 980-07-8529-9. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION.
- ARIAS, J., HOLGADO, J., TAFUR, T. y VASQUEZ, M., 2022. *Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis* [en línea]. Primera. Puno: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. ISBN 978-612-5069-04-7. Disponible en:
https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3109/1/2022_Metodologia_de_la_investigacion_El_metodo_ARIAS.pdf.
- BALESTRINI, M., 2006. *Como se elabora el proyecto de investigacion* [en línea]. Séptima Ed. Caracas: BL Consultores Asociados. ISBN 980-6293-03-7. Disponible en:
https://www.academia.edu/32672800/Como_Se_Elabora_El_Proyecto_de_Investigacion_Ballestrini_7ma.
- BARBAT, A., MENA, U. y YEPEZ, F., 1998. Evaluación probabilista del riesgo sísmico en zonas urbanas. *Revista Internacional de Método Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería* [en línea], vol. 14, pp. 247-268. Disponible en:
<https://raco.cat/index.php/RevistaMetodosNumericos/article/view/68897>.
- BARCI-CASTRIOTA, L., 2021. Patrimônio e direitos humanos: a ação do ICOMOS no caso de Bento Rodrigues. *Identidad territorial, globalización y patrimonio*, pp. 90-107. DOI 10.14718/9789585133761.2021.5.
- BAYLON, M., GONZALES, J., NACES, M. y RAMOS, S., 2020. *SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF ST. MARY MAGDALENE CHURCH*. S.I.: s.n.
- BENEDETTI, D. y PETRINI, V., 1984. Sulla vulnerabilità vismica di edifici in muratura i proposte di un metodo di valutazione. *L'industria delle Construzioni*, pp. 66-74.
- BERNAL, C., 2016. *Metodología de la investigación: Administración, Economía, Humanidades y Ciencias Sociales* [en línea]. Cuarta. Bogotá: PEARSON

- Prentice Hall. ISBN 9789586993998. Disponible en:
https://www.academia.edu/44228601/Metodologia_De_La_Investigacion_Bernal_4ta_edicion.
- 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>.
- CÁRDENAS, L., 2008. *Análisis de la Vulnerabilidad Estructural del Hotel Comercio* [en línea]. Lima, Perú: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma. Disponible en:
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/123>.
- 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. Disponible en:
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/12105>.
- CASAS, R. y SALAS, J., 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.I.: Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91911>.
- CASTRO, D., 2015. *Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja - Junín*. Lima, Perú: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería.
- CASTRO, F., 2003. *El proyecto de investigación y su esquema de elaboración* [en línea]. Segunda. Carcasa: Uyapar. ISBN 980-6629-00-0. Disponible en:
<https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=9590>.
- CHÁVEZ, M., 2022. *Riesgo sísmico de las viviendas edificadas sin dirección técnica en las periferias del distrito de Polobaya, Arequipa* [en línea]. S.I.: Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/78868>.
- GONZÁLEZ, G., 2020. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del patrimonio cultural chileno: estudio de iglesias patrimoniales de Valparaíso* [en línea]. Santiago de Chile, Chile: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad

- Nacional de Chile. Disponible en:
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/179444>.
- HERNÁNDEZ, Gilberto, 2014. *El patrimonio religioso ante la vulnerabilidad sísmica, caso de estudio: Parroquia San Jerónimo Xayacatlán, Puebla México*. Puebla, México: Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Puebla.
- HERNÁNDEZ, Roberto, 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta Edic. México D.F.: MCGRAW-HILL. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en:
<https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>.
- LÓPEZ-ROLDÁN, P. y FACHELI, S., 2015. *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*. Primera ed. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- LOURENCO, P. y OLIVEIRA, D., 2022. Seismic Vulnerability Overview of Historical Masonry Churches in Europe. ,
- MAMANI, M., 2021. *Propuesta metodológica para el análisis y reforzamiento estructural de Monumentos Históricos de adobe del distrito Pachía, ciudad de Tacna* [en línea]. S.I.: Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68902>.
- MENDES, A., 2017. *Metodología de evaluación visual rápida para determinar la vulnerabilidad sísmica en las iglesias coloniales: aplicaciones en Cusco, Perú* [en línea]. Lima, Perú: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en:
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/12155>.
- 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. Disponible en:
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/850>.
- PALELLA, S. y MARTINS, F., 2012. *Metodología de investigación cuantitativa* [en línea]. Sexta. Caracas: s.n. ISBN 980-273-445-4. Disponible en:
<https://metodologiaecs.files.wordpress.com/2015/09/metodologc3ada-de-la-investigac3b3n-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-feliberto-martins-pestana.pdf>.
- 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]. Disponible en:
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7085>.
- PEÑA, F. y LOURENÇO, P., 2012. Criterios para el refuerzo antisísmico de estructuras históricas. *Ingeniería sísmica*, pp. 47-66.
- PERALTA, H., 2002. *Escenarios de vulnerabilidad y de daño sísmico en las edificaciones de mampostería de uno y dos pisos en el Barrio San Antonio, Cali, Colombia* [en línea]. Cali, Colombia: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad del Valle. Disponible en:
https://www.osso.org.co/docu/tesis/2002/escenarios/documento_final.pdf.
- 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. Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/3612/Hipecapp.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La ciudad ha soportado terremotos,del volcán Huaynaputina en 1600.>
- RUGGIERI, S., TOSTO, C., ROSATI, G., UVA, G. y FERRO, G., 2020. Seismic Vulnerability Analysis of Masonry Churches in Piemonte after 2003 Valle Scrivia Earthquake: Post-event Screening and Situation 17 Years Later. *International Journal of Architectural Heritage*, vol. 16. DOI 10.1080/15583058.2020.1841366.
- SHABANI, A., ALINEJAD, A., TEYMOURI, M., COSTA, A., SHABANI, M. y KIOUMARSI, M., 2021. Seismic Vulnerability Assessment and Strengthening of Heritage Timber Buildings: A Review. *Buildings*, vol. 11, pp. 661. DOI 10.3390/buildings11120661.
- SOCIEDAD GEOLÓGICA DEL PERÚ, 2018. Perú, un país altamente sísmico. *Tavera, Hernando* [en línea]. Disponible en: <https://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico/>.
- TAVERA, H., 2008. La sismicidad en el mundo. [en línea], vol. 5, pp. 25-27. Disponible en:
https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/IGP/896/sismicidad_mundo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- TERRAZOS, R., 2022. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos*

convencionales en la parroquia Santísima Trinidad de Tingo - Arequipa [en línea]. S.l.: Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/102974>.

ZAMORA, M. y AGUIRRE, M. del C., 2020. Consideraciones sobre la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico. Estudio de caso: la iglesia de El Sagrario, Cuenca, Ecuador. *Intervención* [en línea], vol. 1, no. 21 SE-Investigación, pp. 257-327. DOI 10.30763/Intervencion.229.v1n21.08.2020. Disponible en: <https://revistaintervencion.inah.gob.mx/index.php/intervencion/article/view/6299>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Título: Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023

Variable I.	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico del Patrimonio Cultural	Según González (2020) se trata de un método empírico de evaluación de la vulnerabilidad del patrimonio cultural basado en la observación y se fundamenta en el reconocimiento de indicadores de vulnerabilidad relacionados con el tipo de edificio, materiales, sistema constructivo entre otros y está basado en su norma técnica constructiva (NTC, 2008).	Los monumentos religiosos de la provincia de Caylloma serán evaluados mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico del Patrimonio Cultural. Donde se consideran 13 indicadores que condicionan la vulnerabilidad de una edificación considerada monumento histórico.	<p>Parámetros inherentes a la estructura</p> <p>Parámetros de la calidad constructiva</p> <p>Parámetros del estado de conservación</p> <p>Parámetros geo topográficos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Configuración planimétrica 2. Configuración en elevación 3. Distancia entre muros 4. Elementos no estructurales 5. Tipo y organización del sistema resistente 6. Calidad del sistema resistente 7. Estructuras horizontales 8. Cubierta 9. Estado de conservación 10. Alteraciones en el entorno 11. Alteraciones negativas en el sistema constructivo 12. Vulnerabilidad al fuego 13. Posición del edificio y cimentaciones 	Razón
Variable D.	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Análisis de la vulnerabilidad sísmica	Mosqueira y Tarque (2005) definen a la vulnerabilidad como el grado de debilidad de una edificación a sufrir daños según su nivel de exposición ante una amenaza sísmica.	La vulnerabilidad sísmica de las estructuras históricas será categorizada en los rangos de los niveles de vulnerabilidad sísmica establecidas por el método empleado.	Índice de Vulnerabilidad general (LV0)	<p>Vulnerabilidad baja: $0 < IV \leq 10.81$</p> <p>Vulnerabilidad media: $10.81 < IV \leq 55.52$</p> <p>Vulnerabilidad alta: $55.52 < IV \leq 100$</p>	Razón

Anexo 2: Matriz de consistencia

Título: Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.

Problemas General	Objetivos General	Hipótesis General	Variables Independiente	Dimensiones	Metodología
¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?	Analizar la vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	La vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa es media – alta.	Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico del Patrimonio Cultural	Parámetros inherentes a la estructura Parámetros de la calidad constructiva Parámetros del estado de conservación Parámetros geo topográficos	Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación: No experimental
Específicos	Específicos	Específicas	Dependiente		
¿Qué parámetros inherentes a la estructura influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?	Determinar los parámetros inherentes a la estructura que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Los parámetros inherentes a la estructura influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Índice de Vulnerabilidad general (LV0)	Vulnerabilidad baja: $0 < IV \leq 10.81$	Población: 15 Iglesias declaradas patrimonio cultural de la Provincia de Caylloma. Muestra: 04 iglesias
¿Qué parámetros de la calidad constructiva influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?	Determinar los parámetros de la calidad constructiva que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Los parámetros de la calidad constructiva influyen significativamente en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.		Vulnerabilidad media: $10.81 < IV \leq 55.52$	
¿Qué parámetros del estado de conservación influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?	Determinar los parámetros del estado de conservación que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Los parámetros del estado de conservación influyen significativamente en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023		Vulnerabilidad alta: $55.52 < IV \leq 100$	1. Iglesia San Juan Bautista de Ichupampa 2. Iglesia de Los Santos Reyes de Achoma. 3. Iglesia Santiago Apóstol de Madrigal. 4. Iglesia Santa Ana de Maca.

<p>¿Qué parámetros geo topográficos influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?</p>	<p>Determinar los parámetros geo topográficos que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.</p>	<p>Los parámetros geo topográficos no influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.</p>			
---	---	---	--	--	--

Anexo 3: Validación de Instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD". La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente, aportando a la Ingeniería Civil. Agradezco su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Asqui Castellanos Cristian Harold	
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica ()	Social ()
	Educativa (X)	Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	- Residente de obras y mantenimientos - Proyectista de Exp. Técnicos y Fichas Tec.	
Institución donde labora:	AUTOCOCCA - Municipalidad Prov. Caylloma	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años (X)	Más de 5 años ()
	Experiencia en Investigación: (si corresponde)	
		—

2. Propósito de la evaluación

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos del instrumento

Nombre de la Prueba:	Ficha de evaluación de la vulnerabilidad
Autores:	José Manuel Cayllahua Cáceres
Procedencia:	Elaboración propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 horas
Ámbito de aplicación:	Trabajos de campo
Significación:	Los monumentos religiosos de la provincia de Caylloma serán evaluados mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico del Patrimonio Cultural. Donde se consideran 13 indicadores que condicionan la vulnerabilidad de una edificación considerada monumento histórico.

Cristian Harold Asqui Castellanos
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 227501



4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Dimensiones	Definición
Escala: Razón Área: Diseño sísmico estructural	Parámetros geo topográficos Parámetros inherentes a la estructura Parámetros de la calidad constructiva Parámetros del estado de conservación	Según González (2020) se trata de un método empírico de evaluación de la vulnerabilidad del patrimonio cultural basado en la observación y se fundamenta en el reconocimiento de indicadores de vulnerabilidad relacionados con el tipo de edificio, materiales, sistema constructivo entre otros y está basado en su norma técnica constructiva.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el instrumento FICHA DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD, elaborado por: José Manuel Cayllahua Cáceres. De acuerdo con los siguientes indicadores que califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctico y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencialmente importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.


 Cristian Wanda Asqui Castellanos
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 127901

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio	
2. Bajo nivel	
3. Moderado nivel	
4. Alto nivel	

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Parámetros geo topográficos
- Objetivos de la dimensión: Determinar los parámetros geo topográficos que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Posición del edificio y cimentaciones	01	4	4	4	✓

- Segunda dimensión: Parámetros inherentes a la estructura
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros inherentes a la estructura que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Configuración planimétrica	02	4	4	4	✓
Configuración en elevación	03	4	4	4	✓
Distancia entre muros	04	4	4	4	✓
Elementos no estructurales	05	4	4	4	✓

- Tercera dimensión: Parámetros de la calidad constructiva
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros de la calidad constructiva que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Tipo y organización del sistema resistente	06	4	4	4	✓
Calidad del sistema resistente	07	4	4	4	✓
Estructuras horizontales	08	4	4	4	✓
Cubierta	09	4	4	4	✓



Cristian Marcelo Asqui Castellanos
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 227901



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

- Cuarta dimensión: Parámetros del estado de conservación
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros del estado de conservación que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Estado de conservación	06	4	4	4	✓
Alteraciones en el entorno	07	4	4	4	✓
Alteraciones negativas en el sistema constructivo	08	4	4	4	✓
Vulnerabilidad al fuego	09	4	4	4	✓



Cristian Augusto Roqui Castellanos
INGENIERO CIVIL
C.O.P. N° 227901

Firma del evaluador
DNI 70290598

FORMATOS: FICHA DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	<p>TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante lineamientos para la evaluación y reducción del riesgo sísmico de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa</p>
INSTRUMENTO:	FICHA DE EVALUACIÓN
AUTOR:	Bach. José Manuel Cayllahua Cáceres
APLICACIÓN:	
VALIDADO POR:	Ing. Civil:
	Ing. Civil:
	Ing. Civil:
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
DENOMINACIÓN:	
UBICACIÓN:	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	
ADMINISTRACIÓN:	
MONUMENTO HISTÓRICO:	
CORRDENADAS:	
2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
ESTILO ARQUITECTÓNICO:	
MATERIAL PREDOMINANTE:	
INTERVENCIÓN:	
FOTOGRAFÍAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
PATOLOGÍAS Y ESTADO FISICO	




 Crispin Marcelo Cayllahua Cáceres
 INGENIERO CIVIL
 N.º 227901

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	
ZONIFICACIÓN SÍSMICA:	
TIPO DE SUELO:	
PENDIENTE DEL TERRENO:	
PELIGROS ANTRÓPICOS:	
POBLACIÓN:	

4. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD		
4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEO TOPOGRÁFICOS		
PARÁMETRO 1: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIONES		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios sobre roca o suelo rígido con pendiente inferior o 10%. Edificios sobre terreno suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%.	0.0
B	Edificios sobre roca con pendiente entre $10\% < p \leq 30\%$. Edificios sobre terreno suelto con una diferencia entre el nivel de cimentaciones no superior a un metro, y en ausencia de empujes y que presenten una de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Terreno con pendiente $p \leq 10\%$, pero con una diferencia entre los niveles de cimentación distinta de cero. • Edificios con cimientos en un terreno con pendiente entre $10\% < p \leq 30\%$. • Edificios sin cimientos y en un terreno con pendiente entre $10\% < p \leq 20\%$. 	1.35
C	Edificios sobre roca con pendiente entre $30\% < p \leq 50\%$. Edificios sobre terreno suelto y que presenten una de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Sin empujes por terraplenes con cimientos y pendiente entre $30\% < p \leq 50\%$. • Sin empujes causados por terraplenes, sin cimientos y pendiente entre $20\% < p \leq 30\%$. • Con empujes no equilibrados causados por terraplenes, tiene cimientos y una pendiente $p \leq 50\%$. • Con empujes por terraplenes, sin cimientos y pendiente $p \leq 30\%$. 	6.73
D	Edificios sobre terreno suelto o roca con pendiente $p > 50\%$. Edificios sobre terreno suelto con una diferencia entre niveles de cimentación superior a un metro. Edificios sin cimientos, emplazados sobre terreno suelto con pendiente $p > 30\%$.	12.1 2

4.2. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS INHERENTES A LA ESTRUCTURA		
PARÁMETRO 2: CONFIGURACIÓN PLANIMÉTRICA		
Clase	Condiciones de la evaluación	KI
A	$\beta_1 \geq 80$ o $\beta_2 \leq 10$	0.0
B	$60 \leq \beta_1 < 80$ o $10 < \beta_2 \leq 20$	1.35
C	$40 \leq \beta_1 < 60$ o $20 < \beta_2 \leq 30$	6.73
D	$\beta_1 < 40$ o $\beta_2 > 30$	12.12
PARÁMETRO 3: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios con distribuciones de masa o de elementos resistentes uniformes en toda la altura. Edificios con masa y elementos resistentes decrecientes con continuidad. Edificios que presentan una reducción inferior a 10% del área de la planta.	0.0
B	Edificios con arcadas, pórticos y balcones de dimensiones menores, afectando menos de 10% del área total del piso. Edificios que presentan una reducción del área de planta mayor de 10% e inferior o igual a 20%. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 10% de la altura total del edificio	1.35



Cristóbal Varón Alvarado
INGENIERO CIVIL
N° 227901



C	Edificios con pórticos o balcones que afectan una superficie mayor a 10% e inferior o igual a 20% del área total del piso. Edificios que presentan una reducción del área de planta mayor a 20%. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 10% e inferior o igual a 40% de la altura total del edificio.	6.73
D	Edificios con pórticos o balcones que afectan una superficie mayor a 20% del área total del piso. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 40% de la altura total del edificio.	12.12
PARÁMETRO 4: DISTANCIA ENTRE MUROS		
Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios que presentan las siguientes relaciones geométricas: <ul style="list-style-type: none"> La esbeltez de los muros no debe ser mayor que 8. El espesor mínimo de muros está determinado implícitamente por la esbeltez máxima. Los vanos no deben tener un ancho mayor que 2.5 veces el espesor del muro. Los vanos de ventanas y puertas se deben ubicar a una distancia no menor que tres veces el espesor del muro, desde el borde libre más próximo. La longitud entre ejes de arriostramientos transversales de un muro debe ser menor a seis veces el espesor del muro. La verticalidad relativa de un muro no debe ser mayor a 10% de su altura. 	0.0
B	Edificios que no presentan las relaciones geométricas descritas.	1.35
C	Edificios que presentan 3 de las relaciones geométricas descritas.	6.73
D	Edificios que presentan 2 de las relaciones geométricas descritas.	12.12
PARÁMETRO 5: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		
Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios sin ornamentos, salientes o voladizos. Edificios con ornamentos bien unidos a los muros, con chimeneas de pequeñas dimensiones y de peso moderado, y con antetechos bien conectados.	0.0
B	Edificios sin ornamentos, salientes o voladizos. Edificios con ornamentos bien unidos a los muros, con chimeneas de pequeñas dimensiones y de peso moderado.	0.0
C	Edificios con ornamentos externos de pequeñas dimensiones mal conectados a los muros, y con antetechos mal afirmados,	6.73
D	Edificios con mucha ornamentación, balcones o voladizos agregados en un periodo posterior a la construcción del edificio, razón por la cual están mal vinculados a la estructura. Edificios con antetechos de grandes dimensiones que presentan: Notable fragilidad. Peso notable y mala conexión con los muros.	12.12

4.3. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD CONSTRUCTIVA		
PARÁMETRO 6: TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE		
Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios existentes consolidados o reparados según los requisitos de la norma sísmica. Se determina en función de la eficacia obtenida con la intervención para garantizar el funcionamiento monolítico del edificio con materiales compatibles con los preexistentes	0.0
B	Edificios que presentan una buena traba entre los muros ortogonales y una buena conexión entre los muros y los entrepisos, mediante estructuras horizontales continuas ejecutadas con materiales propios de los sistemas constructivos originales, o compatibles en cuanto a resistencia y rigidez.	1.35
C	Edificios que están constituidos por paredes ortogonales bien trabadas entre sí, pero que no tienen una adecuada conexión entre los muros y los entrepisos. Edificios constituidos por paredes ortogonales bien trabadas entre sí en todos los niveles, conexiones entre muros y entrepisos con materiales distintos a los originales, y cuya eficacia no esté comprobada mediante ensayos de laboratorio o por la experiencia. Edificios de un piso constituidos por muros ortogonales que no están bien trabados entre ellos, pero que tienen una buena conexión entre los muros y el sistema de techumbre, mediante estructuras horizontales continuas ejecutadas con materiales originales, o compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	6.73
D	Edificios con paredes ortogonales que no están bien trabadas:	12.12


 Cristian Haroldo Peña Castellanos
 INGENIERO CIVIL
 O.N.N. 227901



	<ul style="list-style-type: none"> Con conexiones entre muros y entrepisos propios del sistema original o con materiales compatibles, pero ejecutadas de manera deficiente, es decir, sin cubrir toda la sección de los muros o con un funcionamiento deficiente por su estado de conservación. Con conexiones entre muros y entrepisos con materiales distintos a los originales, o con materiales incompatibles en cuanto a resistencia y rigidez, y cuya eficacia no esté comprobada mediante ensayos de laboratorio o por la experiencia 	
PARÁMETRO 7: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE		
Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	<p>Mampostería de piedra constituida por elementos homogéneos bien labrados. Buen aparejo y mortero de buena calidad.</p> <p>Mampostería de toba o tufo volcánico bien escuadrado y de baja porosidad. Buen aparejo de muros y con juntas de mortero horizontales y verticales de buena calidad.</p> <p>Mampostería de ladrillo macizo. Buen aparejo y juntas de mortero horizontales y verticales. Mortero de buena calidad.</p> <p>Mampostería consolidada según la normativa sísmica vigente, con materiales compatibles a los preexistentes en cuanto a resistencia y rigidez. Con intervenciones.</p>	0.0
B	<p>Mampostería de piedra con elementos no homogéneos, pero bien trabados tanto longitudinal y transversal. Mortero de buena calidad.</p> <p>Mampostería de piedra labrada con hiladas de ladrillo macizo en todo el espesor del muro. Buen aparejo y mortero de buena calidad. Mampostería de toba volcánica bien escuadrada y de baja porosidad. Buen aparejo y con juntas de mortero horizontales y verticales. Mortero de calidad media.</p>	1.35
C	<p>Mampostería de piedra toscamente escuadrada y con irregularidades. Aparejo y mortero de calidad media.</p> <p>Mampostería de piedra no escuadrada o de piedra de canto rodado, con hiladas de ladrillo. Aparejo y mortero de calidad media.</p> <p>Doble muro de mampostería mixta, con el paramento interior conformado por piedra en bruto, y el paramento externo en piedra escuadrada toscamente o en ladrillo. Mortero de calidad media.</p> <p>Doble muro de mampostería de piedra o toba volcánica con núcleo de buena consistencia. Presencia abundante de conexiones idóneas entre los dos paramentos con elementos transversales o hiladas de ladrillos. Mortero de calidad media.</p> <p>Mampostería de toba volcánica bien escuadrada y de porosidad media. Aparejo y mortero de calidad media.</p>	6.73
D	<p>Mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica toscamente escuadrada de media o alta porosidad (por ejemplo, piedra de canto rodado, piedra de río, piedra toscamente labrada, elementos de toba volcánica con formas irregulares, etc.). Aparejo defectuoso y ausencia de hiladas continuas en todo el espesor del muro. Mortero de baja calidad debido al mal estado de conservación.</p> <p>Mampostería de piedra labrada con hiladas continuas de ladrillo macizo que cubren el espesor del muro. Aparejo de calidad media y mortero de baja calidad.</p> <p>Doble muro de mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica muy porosa. Núcleo irregular o parcialmente vacío. Ausencia o escasa presencia de trabas transversales entre los dos paramentos. Mortero de baja calidad (mal estado de conservación).</p>	12.12
PARÁMETRO 8: ESTRUCTURAS HORIZONTALES		
Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	<p>Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, y que cumplan 3 condiciones:</p> <p>a) Deformabilidad despreciable en el plano del entrepiso.</p> <p>b) Conexiones eficientes entre la estructura horizontal y el muro.</p> <p>c) Ausencia de divisiones en el entrepiso</p>	0.0
B	Edificios con estructuras horizontales como las anteriores, pero que no cumplen con la condición c).	1.35
C	Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, dotadas de una deformabilidad significativa en el plano, aunque bien conectadas a los muros.	6.73
D	Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, mal conectadas a los muros.	12.12


 Cristian Valdivia Qui Castañeda
 INGENIERO CIVIL
 SUP. N° 227901



	Edificios con estructuras horizontales ejecutadas con materiales distintos a los originales y cuya compatibilidad no haya sido verificada mediante ensayos de laboratorio o mediante la experiencia, o ejecutadas con materiales incompatibles. Edificios con estructuras horizontales construidas con materiales compatibles en una época posterior al origen del edificio, pero que hayan agregado un peso importante a una mampostería de baja calidad en términos de resistencia y rigidez.	
PARÁMETRO 9: CUBIERTA		
Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios con una cubierta que no provoca empujes, provista de una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia.	0.0
B	Edificios con cubierta que no provoca empujes, pero sin una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia. Edificios con cubierta que no provoca empujes, provista de una estructura horizontal de coronamiento de los muros que no conecta de manera eficiente la cubierta a los muros (por discontinuidad, estado de conservación, ejecución con materiales incompatibles).	1.35
C	Edificio con cubierta que causa empujes moderados, sin una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia. Edificio con cubierta que causa empujes moderados, provista de una estructura horizontal de coronamiento de los muros que no conecta de manera eficiente la cubierta a los muros (por discontinuidad, estado de conservación, ejecución con materiales incompatibles). Edificio con cubierta que causa empujes, pero provista de una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia.	6.73
D	Edificio con cubierta que causa empujes, sin una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia o que no conecta adecuadamente la cubierta a los muros. Edificios que presentan cubierta con una carga permanente notable (por alteraciones posteriores del edificio), apoyada en estructuras horizontales incompatibles o cuya compatibilidad no haya sido demostrada mediante ensayos.	12.12

4.4. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

PARÁMETRO 10: ESTADO DE CONSERVACIÓN		
Clase	Descripción de las condiciones	Ki
A	Mampostería o adobe en buen estado, sin lesiones visibles.	0.0
B	Edificios que presentan daños superficiales no generalizados, con excepción de los casos en los cuales se hayan producido por terremotos.	1.35
C	Edificios con daños moderados (amplitud de la lesión: 2-3 mm) o superficiales originados por sismo. Edificios que, si bien no tienen daños, presentan un estado de conservación de la mampostería que provoca una menor resistencia.	6.73
D	Edificios que presentan muros fuera de plomo y/o daños graves. Edificios con un grave deterioro de sus materiales. Edificios que aun cuando no tienen daños, presentan un estado de conservación de la mampostería con morteros disgregados.	12.12

PARÁMETRO 11: ALTERACIONES EN EL ENTORNO

Clase	Descripción de las condiciones	Ki
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: Accesibilidad: en caso de desastre o siniestro, el edificio no cuenta con buen acceso. Uso / abandono: el edificio se encuentra en un contexto de abandono. Densidad demográfica: el edificio se encuentra en una zona densamente poblada. Aislamiento: el edificio se encuentra fuera de una zona habitada o algo lejos del poblado. Relación con el contexto geográfico: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno geográfico. Relación con el contexto construido: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno construido. Relación con la comunidad: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno social.	0.0


 Cristian Marín
 INGENIERO CIVIL
 C.V. N° 227901



	Desinterés: tanto el entorno físico como social mantienen una relación de desinterés con respecto al bien inmueble.	
B	Edificios que cuenten con hasta tres de estas condiciones.	1.35
C	Edificios que cuenten con hasta seis de estas condiciones.	6.73
D	Edificios que cuenten con más de seis de estas condiciones.	12.12
PARÁMETRO 12: ALTERACIONES NEGATIVAS EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO		
Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificio sin modificaciones en su sistema constructivo. Edificio con modificaciones en el sistema constructivo con materiales compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez, realizadas mediante una intervención reversible.	0.0
B	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo con materiales compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez, pero no reversibles.	1.35
C	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo realizadas con materiales compatibles que hayan modificado la distribución de cargas del edificio.	6.73
D	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo realizadas con materiales incompatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	12.12
PARÁMETRO 13: VULNERABILIDAD AL FUEGO		
Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de ornamentos y muebles inflamables. • Acumulación de polvo, suciedad y basura en cubiertas o bodegas. • Muros, pisos y puertas con resistencia deficiente al fuego. • Falta de compartimentación y divisiones interiores. Escaleras abiertas. • Medios de escape inadecuados a través de puertas, pasillos o escaleras. • Falta de llaves maestras, cerraduras obsoletas. • Instalaciones eléctricas defectuosas. • Chimeneas defectuosas con acumulación de hollín y grasa. • Bajo estándar de administración y servicio de limpieza. • Fracaso en el contacto con bomberos y en la organización de simulacros de incendio. • Peligro derivado de incendios provocados por fumar o por operaciones en la cocina. 	0.0
B	Edificios que cuenten con hasta tres de estas condiciones.	1.35
C	Edificios que cuenten con hasta seis de estas condiciones.	6.73
D	Edificios que cuenten con más de seis de estas condiciones.	12.12

5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

5.1. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE PARÁMETROS DE LA IGLESIA SANTA ANA

PARÁMETROS	N°	INDICADORES	CLASE	PONDERAC.	PESO	TOTAL
PARÁMETROS GEO TOPOGRÁFICOS	01	Posición del edificio y cimentaciones			0.75	
	02	Configuración planimétrica			0.50	
PARÁMETROS INHERENTES A LA ESTRUCTURA	03	Configuración en elevación			1.00	
	04	Distancia entre muros			0.25	
	05	Elementos no estructurales			0.25	
PARÁMETROS DE LA CALIDAD CONSTRUCTIVA	06	Tipo y organización del sistema resistente			1.50	
	07	Calidad del sistema resistente			0.25	
	08	Estructuras horizontales			1.00	
	09	Cubierta			1.00	
PARÁMETROS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN	10	Estado de conservación			1.00	
	11	Alteraciones en el entorno			0.25	
	12	Alteraciones negativas en el sistema constructivo			0.25	
	13	Vulnerabilidad al fuego			0.25	
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD:						



5.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SANTA ANA	
Niveles	Rangos del I_V
Vulnerabilidad baja	$0 < I_V \leq 10.81$
Vulnerabilidad media	$10.81 < I_V \leq 55.52$
Vulnerabilidad alta	$55.52 < I_V \leq 100$
RESULTADO FINAL:	

Fuente: Adaptado de Díaz (2019)

PLANOS DE PLANTA Y ELEVACIONES	


 Cristian Ramos León
Ingeniero Civil
C.R. N° 227901

Título: Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.

Problemas		Objetivos		Hipótesis		Variables		Dimensiones		Metodología	
General		General		General		Independiente		Geo topográficas		Tipo de Investigación:	
¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?	Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Analizar la vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	La vulnerabilidad sísmica mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico de Monumentos Religiosos, Caylloma, Arequipa es media - alta.	Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico del Patrimonio Cultural	Parámetros inherentes a la estructura	Parámetros de la calidad constructiva	Parámetros del estado de conservación	Aplicada	Diseño de Investigación	No experimental	
¿Qué parámetros geo topográficos influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?	Determinar los parámetros geo topográficos que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Determinar los parámetros geo topográficos que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Los parámetros geo topográficos no influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Dependiente	Vulnerabilidad baja: $0 < IV \leq 10.81$						Población: 15 Iglesias declaradas patrimonio cultural de la Provincia de Caylloma.
¿Qué parámetros inherentes a la estructura influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?	Determinar los parámetros inherentes a la estructura que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Determinar los parámetros inherentes a la estructura que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Los parámetros inherentes a la estructura influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Índice de Vulnerabilidad general (LVO)							Muestra: 04 Iglesias
¿Qué parámetros de la calidad constructiva influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?	Determinar los parámetros de la calidad constructiva que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Determinar los parámetros de la calidad constructiva que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Los parámetros de la calidad constructiva influyen significativamente en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.		Vulnerabilidad media: $10.81 < IV \leq 55.52$						1. Iglesia San Juan Bautista de Ichupampa 2. Iglesia de Los Santos Reyes de Achoma. 3. Iglesia Santiago Apóstol de Madrigal. 4. Iglesia Santa Ana de Maca.
¿Qué parámetros del estado de conservación influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023?	Determinar los parámetros del estado de conservación que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Determinar los parámetros del estado de conservación que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.	Los parámetros del estado de conservación influyen significativamente en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa 2023.		Vulnerabilidad alta: $55.52 < IV \leq 100$						



Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD". La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando a la Ingeniería Civil. Agradezco su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Carlos Armando Delgado Medina		
Grado profesional:	Maestría <input checked="" type="checkbox"/>	Doctor	()
Área de formación académica:	Clinica	()	Social ()
	Educativa	<input checked="" type="checkbox"/>	Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Ingeniería en Transportes Supervisor - Residente - Proyectista		
Institución donde labora:	Gobierno Regional Arequipa - GRA		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años	()	
	Más de 5 años	<input checked="" type="checkbox"/>	
Experiencia en Investigación: (si corresponde)	—		

2. Propósito de la evaluación

Validar el contenido del Instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos del Instrumento

Nombre de la Prueba:	Ficha de evaluación de la vulnerabilidad
Autores:	José Manuel Cayllahua Cáceres
Procedencia:	Elaboración propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 horas
Ámbito de aplicación:	Trabajos de campo
Significación:	Los monumentos religiosos de la provincia de Caylloma serán evaluados mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico del Patrimonio Cultural. Donde se consideran 13 indicadores que condicionan la vulnerabilidad de una edificación considerada monumento histórico.


CARLOS ARMANDO DELGADO MEDINA
Ingeniero Civil
CIP. N° 243393



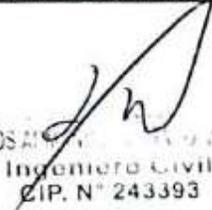
4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Dimensiones	Definición
Escala: Razón Área: Diseño sísmico estructural	Parámetros geo topográficos Parámetros inherentes a la estructura Parámetros de la calidad constructiva Parámetros del estado de conservación	Según González (2020) se trata de un método empírico de evaluación de la vulnerabilidad del patrimonio cultural basado en la observación y se fundamenta en el reconocimiento de indicadores de vulnerabilidad relacionados con el tipo de edificio, materiales, sistema constructivo entre otros y está basado en su norma técnica constructiva.

5. Presentación de Instrucciones para el Juez:

A continuación, a usted le presento el instrumento FICHA DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD, elaborado por: José Manuel Cayllahua Cáceres. De acuerdo con los siguientes indicadores que califique cada uno de los Items según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El Item se comprende fácilmente, es decir, su sintáctico y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El Item no es claro.
	2. Bajo Nivel	El Item requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del Item.
	4. Alto nivel	El Item es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El Item tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El Item no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El Item tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El Item tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El Item se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El Item es esencial importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El Item puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El Item tiene alguna relevancia, pero otro Item puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El Item es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El Item es muy relevante y debe ser incluido.


CARLOS ARCE
Ingeniero Civil
CIP. N° 243393



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio	
2. Bajo nivel	
3. Moderado nivel	
4. Alto nivel	2

Dimensiones del Instrumento:

- Primera dimensión: Parámetros geo topográficos
- Objetivos de la dimensión: Determinar los parámetros geo topográficos que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Posición del edificio y cimentaciones	01	4	4	4	Cumple

- Segunda dimensión: Parámetros inherentes a la estructura
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros inherentes a la estructura que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Configuración planimétrica	02	4	4	4	Cumple
Configuración en elevación	03	4	4	4	Cumple
Distancia entre muros	04	4	4	4	Cumple
Elementos no estructurales	05	4	4	4	Cumple

- Tercera dimensión: Parámetros de la calidad constructiva
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros de la calidad constructiva que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Tipo y organización del sistema resistente	06	4	4	4	Cumple
Calidad del sistema resistente	07	4	4	4	Cumple
Estructuras horizontales	08	4	4	4	Cumple
Cubierta	09	4	4	4	Cumple


 CARLOS ARRIANDO DELGADO MEDINA
 Ingeniero Civil
 CIP. N° 243393

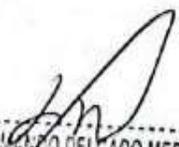
- Cuarta dimensión: Parámetros del estado de conservación
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros del estado de conservación que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Estado de conservación	06	4	4	4	Cumple
Alteraciones en el entorno	07	4	4	4	Cumple
Alteraciones negativas en el sistema constructivo	08	4	4	4	Cumple
Vulnerabilidad al fuego	09	4	4	4	Cumple



CARLOS ARMANDO DELGADO MEDINA
 Ingeniero Civil
 CIP. N° 243393
 Firma del evaluador
 DNI 7118544

FORMATOS: FICHA DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD



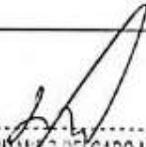
CARLOS ARMANDO DELGADO MEDINA
 Ingeniero Civil
 CIP. N° 243393

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
CARRERA PROFESIONA DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante lineamientos para la evaluación y reducción del riesgo sísmico de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa
INSTRUMENTO:	FICHA DE EVALUACIÓN
AUTOR:	Bach. José Manual Cayllahua Cáceres
APLICACIÓN:	
VALIDADO POR:	Ing. Civil:
	Ing. Civil:
	Ing. Civil:

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
DENOMINACIÓN:	
UBICACIÓN:	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	
ADMINISTRACIÓN:	
MONUMENTO HISTÓRICO:	
CORRDENADAS:	

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
ESTILO ARQUITECTÓNICO:	
MATERIAL PREDOMINANTE:	
INTERVENCIÓN:	
FOTOGRAFÍAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	

PATOLOGÍAS Y ESTADO FÍSICO



CARLOS ARMANDO DELGADO MEDINA
 Ingeniero Civil
 CIP. N° 243393

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	
ZONIFICACIÓN SÍSMICA:	
TIPO DE SUELO:	
PENDIENTE DEL TERRENO:	
PELIGROS ANTRÓPICOS:	
POBLACIÓN:	

4. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD		
4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEO TOPOGRÁFICOS		
PARÁMETRO 1: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIONES		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios sobre roca o suelo rígido con pendiente inferior o 10%. Edificios sobre terreno suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%.	0.0
B	Edificios sobre roca con pendiente entre $10\% < p \leq 30\%$. Edificios sobre terreno suelto con una diferencia entre el nivel de cimentaciones no superior a un metro, y en ausencia de empujes y que presenten una de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Terreno con pendiente $p \leq 10\%$, pero con una diferencia entre los niveles de cimentación distinta de cero. • Edificios con cimientos en un terreno con pendiente entre $10\% < p \leq 30\%$. • Edificios sin cimientos y en un terreno con pendiente entre $10\% < p \leq 20\%$. 	1.35
C	Edificios sobre roca con pendiente entre $30\% < p \leq 50\%$. Edificios sobre terreno suelto y que presenten una de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Sin empujes por terraplenes con cimientos y pendiente entre $30\% < p \leq 50\%$. • Sin empujes causados por terraplenes, sin cimientos y pendiente entre $20\% < p \leq 30\%$. • Con empujes no equilibrados causados por terraplenes, tiene cimientos y una pendiente $p \leq 50\%$. • Con empujes por terraplenes, sin cimientos y pendiente $p \leq 30\%$. 	6.73
D	Edificios sobre terreno suelto o roca con pendiente $p > 50\%$. Edificios sobre terreno suelto con una diferencia entre niveles de cimentación superior a un metro. Edificios sin cimientos, emplazados sobre terreno suelto con pendiente $p > 30\%$.	12.1 2

4.2. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS INHERENTES A LA ESTRUCTURA		
PARÁMETRO 2: CONFIGURACIÓN PLANIMÉTRICA		
Clase	Condiciones de la evaluación	KI
A	$\beta_1 \geq 80$ o $\beta_2 \leq 10$	0.0
B	$60 \leq \beta_1 < 80$ o $10 < \beta_2 \leq 20$	1.35
C	$40 \leq \beta_1 < 60$ o $20 < \beta_2 \leq 30$	6.73
D	$\beta_1 < 40$ o $\beta_2 > 30$	12.12
PARÁMETRO 3: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios con distribuciones de masa o de elementos resistentes uniformes en toda la altura. Edificios con masa y elementos resistentes decrecientes con continuidad. Edificios que presentan una reducción inferior a 10% del área de la planta.	0.0
B	Edificios con arcadas, pórticos y balcones de dimensiones menores, afectando menos de 10% del área total del piso. Edificios que presentan una reducción del área de planta mayor de 10% e inferior o igual a 20%. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 10% de la altura total del edificio	1.35


 CARLOS ARMANDO LEGADO MEDINA
 Ingeniero Civil
 CIR N° 243393



C	Edificios con pórticos o balcones que afectan una superficie mayor a 10% e inferior o igual a 20% del área total del piso. Edificios que presentan una reducción del área de planta mayor a 20%. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 10% e inferior o igual a 40% de la altura total del edificio.	6.73
D	Edificios con pórticos o balcones que afectan una superficie mayor a 20% del área total del piso. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 40% de la altura total del edificio.	12.12
PARÁMETRO 4: DISTANCIA ENTRE MUROS		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios que presentan las siguientes relaciones geométricas: <ul style="list-style-type: none"> • La esbeltez de los muros no debe ser mayor que 8. El espesor mínimo de muros está determinado implícitamente por la esbeltez máxima. • Los vanos no deben tener un ancho mayor que 2.5 veces el espesor del muro. • Los vanos de ventanas y puertas se deben ubicar a una distancia no menor que tres veces el espesor del muro, desde el borde libre más próximo. • La longitud entre ejes de arriostramientos transversales de un muro debe ser menor a seis veces el espesor del muro. • La verticalidad relativa de un muro no debe ser mayor a 10% de su altura. 	0.0
B	Edificios que no presentan las relaciones geométricas descritas.	1.35
C	Edificios que presentan 3 de las relaciones geométricas descritas.	6.73
D	Edificios que presentan 2 de las relaciones geométricas descritas.	12.12
PARÁMETRO 5: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios sin ornamentos, salientes o voladizos. Edificios con ornamentos bien unidos a los muros, con chimeneas de pequeñas dimensiones y de peso moderado, y con antetechos bien conectados.	0.0
B	Edificios sin ornamentos, salientes o voladizos. Edificios con ornamentos bien unidos a los muros, con chimeneas de pequeñas dimensiones y de peso moderado.	0.0
C	Edificios con ornamentos externos de pequeñas dimensiones mal conectados a los muros, y con antetechos mal afirmados.	6.73
D	Edificios con mucha ornamentación, balcones o voladizos agregados en un periodo posterior a la construcción del edificio, razón por la cual están mal vinculados a la estructura. Edificios con antetechos de grandes dimensiones que presentan: Notable fragilidad. Peso notable y mala conexión con los muros.	12.12

4.3. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD CONSTRUCTIVA

PARÁMETRO 6: TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios existentes consolidados o reparados según los requisitos de la norma sísmica. Se determina en función de la eficacia obtenida con la intervención para garantizar el funcionamiento monolítico del edificio con materiales compatibles con los preexistentes	0.0
B	Edificios que presentan una buena traba entre los muros ortogonales y una buena conexión entre los muros y los entrepisos, mediante estructuras horizontales continuas ejecutadas con materiales propios de los sistemas constructivos originales, o compatibles en cuanto a resistencia y rigidez.	1.35
C	Edificios que están constituidos por paredes ortogonales bien trabadas entre sí, pero que no tienen una adecuada conexión entre los muros y los entrepisos. Edificios constituidos por paredes ortogonales bien trabadas entre sí en todos los niveles, conexiones entre muros y entrepisos con materiales distintos a los originales, y cuya eficacia no esté comprobada mediante ensayos de laboratorio o por la experiencia. Edificios de un piso constituidos por muros ortogonales que no están bien trabados entre ellos, pero que tienen una buena conexión entre los muros y el sistema de techumbre, mediante estructuras horizontales continuas ejecutadas con materiales originales, o compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	6.73
D	Edificios con paredes ortogonales que no están bien trabadas:	12.12


 CARLOS ARMANDO DELGADO MEDINA
 Ingeniero Civil
 CIP. N° 243393



	<ul style="list-style-type: none"> Con conexiones entre muros y entrepisos propios del sistema original o con materiales compatibles, pero ejecutadas de manera deficiente, es decir, sin cubrir toda la sección de los muros o con un funcionamiento deficiente por su estado de conservación. Con conexiones entre muros y entrepisos con materiales distintos a los originales, o con materiales incompatibles en cuanto a resistencia y rigidez, y cuya eficacia no esté comprobada mediante ensayos de laboratorio o por la experiencia 	
PARÁMETRO 7: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	<p>Mampostería de piedra constituida por elementos homogéneos bien labrados. Buen aparejo y mortero de buena calidad.</p> <p>Mampostería de toba o tufo volcánico bien escuadrado y de baja porosidad. Buen aparejo de muros y con juntas de mortero horizontales y verticales de buena calidad.</p> <p>Mampostería de ladrillo macizo. Buen aparejo y juntas de mortero horizontales y verticales. Mortero de buena calidad.</p> <p>Mampostería consolidada según la normativa sísmica vigente, con materiales compatibles a los preexistentes en cuanto a resistencia y rigidez. Con intervenciones.</p>	0.0
B	<p>Mampostería de piedra con elementos no homogéneos, pero bien trabados tanto longitudinal y transversal. Mortero de buena calidad.</p> <p>Mampostería de piedra labrada con hiladas de ladrillo macizo en todo el espesor del muro. Buen aparejo y mortero de buena calidad. Mampostería de toba volcánica bien escuadrada y de baja porosidad. Buen aparejo y con juntas de mortero horizontales y verticales. Mortero de calidad media.</p>	1.35
C	<p>Mampostería de piedra toscamente escuadrada y con irregularidades. Aparejo y mortero de calidad media.</p> <p>Mampostería de piedra no escuadrada o de piedra de canto rodado, con hiladas de ladrillo. Aparejo y mortero de calidad media.</p> <p>Doble muro de mampostería mixta, con el paramento interior conformado por piedra en bruto, y el paramento externo en piedra escuadrada toscamente o en ladrillo. Mortero de calidad media.</p> <p>Doble muro de mampostería de piedra o toba volcánica con núcleo de buena consistencia. Presencia abundante de conexiones idóneas entre los dos paramentos con elementos transversales o hiladas de ladrillos. Mortero de calidad media.</p> <p>Mampostería de toba volcánica bien escuadrada y de porosidad media. Aparejo y mortero de calidad media.</p>	6.73
D	<p>Mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica toscamente escuadrada de media o alta porosidad (por ejemplo, piedra de canto rodado, piedra de río, piedra toscamente labrada, elementos de toba volcánica con formas irregulares, etc.). Aparejo defectuoso y ausencia de hiladas continuas en todo el espesor del muro. Mortero de baja calidad debido al mal estado de conservación.</p> <p>Mampostería de piedra labrada con hiladas continuas de ladrillo macizo que cubren el espesor del muro. Aparejo de calidad media y mortero de baja calidad.</p> <p>Doble muro de mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica muy porosa. Núcleo irregular o parcialmente vacío. Ausencia o escasa presencia de trabas transversales entre los dos paramentos. Mortero de baja calidad (mal estado de conservación).</p>	12.12
PARÁMETRO 8: ESTRUCTURAS HORIZONTALES		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	<p>Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, y que cumplan 3 condiciones:</p> <p>a) Deformabilidad despreciable en el plano del entrepiso.</p> <p>b) Conexiones eficientes entre la estructura horizontal y el muro.</p> <p>c) Ausencia de divisiones en el entrepiso</p>	0.0
B	Edificios con estructuras horizontales como las anteriores, pero que no cumplen con la condición c).	1.35
C	Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, dotadas de una deformabilidad significativa en el plano, aunque bien conectadas a los muros.	6.73
D	Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, mal conectadas a los muros.	12.12


 CARLOS ARMANDO DELGADO MEDINA
 Ingeniero Civil
 C/P. N° 243393



	Edificios con estructuras horizontales ejecutadas con materiales distintos a los originales y cuya compatibilidad no haya sido verificada mediante ensayos de laboratorio o mediante la experiencia, o ejecutadas con materiales incompatibles. Edificios con estructuras horizontales construidas con materiales compatibles en una época posterior al origen del edificio, pero que hayan agregado un peso importante a una mampostería de baja calidad en términos de resistencia y rigidez.	
PARÁMETRO 9: CUBIERTA		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios con una cubierta que no provoca empujes, provista de una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia.	0.0
B	Edificios con cubierta que no provoca empujes, pero sin una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia. Edificios con cubierta que no provoca empujes, provista de una estructura horizontal de coronamiento de los muros que no conecta de manera eficiente la cubierta a los muros (por discontinuidad, estado de conservación, ejecución con materiales incompatibles).	1.35
C	Edificio con cubierta que causa empujes moderados, sin una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia. Edificio con cubierta que causa empujes moderados, provista de una estructura horizontal de coronamiento de los muros que no conecta de manera eficiente la cubierta a los muros (por discontinuidad, estado de conservación, ejecución con materiales incompatibles). Edificio con cubierta que causa empujes, pero provista de una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia.	6.73
D	Edificio con cubierta que causa empujes, sin una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia o que no conecta adecuadamente la cubierta a los muros. Edificios que presentan cubierta con una carga permanente notable (por alteraciones posteriores del edificio), apoyada en estructuras horizontales incompatibles o cuya compatibilidad no haya sido demostrada mediante ensayos.	12.12

4.4. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

PARÁMETRO 10: ESTADO DE CONSERVACIÓN		
Clase	Descripción de las condiciones	KI
A	Mampostería o adobe en buen estado, sin lesiones visibles.	0.0
B	Edificios que presentan daños superficiales no generalizados, con excepción de los casos en los cuales se hayan producido por terremotos.	1.35
C	Edificios con daños moderados (amplitud de la lesión: 2-3 mm) o superficiales originados por sismo. Edificios que, si bien no tienen daños, presentan un estado de conservación de la mampostería que provoca una menor resistencia.	6.73
D	Edificios que presentan muros fuera de plomo y/o daños graves. Edificios con un grave deterioro de sus materiales. Edificios que aun cuando no tienen daños, presentan un estado de conservación de la mampostería con morteros disgregados.	12.12

PARÁMETRO 11: ALTERACIONES EN EL ENTORNO

Clase	Descripción de las condiciones	KI
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: Accesibilidad: en caso de desastre o siniestro, el edificio no cuenta con buen acceso. Uso / abandono: el edificio se encuentra en un contexto de abandono. Densidad demográfica: el edificio se encuentra en una zona densamente poblada. Aislamiento: el edificio se encuentra fuera de una zona habitada o algo lejos del poblado. Relación con el contexto geográfico: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno geográfico. Relación con el contexto construido: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno construido. Relación con la comunidad: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno social.	0.0


 CARLOS ARMANDO DELGADO MEDINA
 Ingeniero Civil
 CIP. N° 243393



	Desinterés: tanto el entorno físico como social mantienen una relación de desinterés con respecto al bien inmueble.	
B	Edificios que cuenten con hasta tres de estas condiciones.	1.35
C	Edificios que cuenten con hasta seis de estas condiciones.	6.73
D	Edificios que cuenten con más de seis de estas condiciones.	12.12
PARÁMETRO 12: ALTERACIONES NEGATIVAS EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificio sin modificaciones en su sistema constructivo. Edificio con modificaciones en el sistema constructivo con materiales compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez, realizadas mediante una intervención reversible.	0.0
B	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo con materiales compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez, pero no reversibles.	1.35
C	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo realizadas con materiales compatibles que hayan modificado la distribución de cargas del edificio.	6.73
D	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo realizadas con materiales incompatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	12.12
PARÁMETRO 13: VULNERABILIDAD AL FUEGO		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de ornamentos y muebles inflamables. • Acumulación de polvo, suciedad y basura en cubiertas o bodegas. • Muros, pisos y puertas con resistencia deficiente al fuego. • Falta de compartimentación y divisiones interiores. Escaleras abiertas. • Medios de escape inadecuados a través de puertas, pasillos o escaleras. • Falta de llaves maestras, cerraduras obsoletas. • Instalaciones eléctricas defectuosas. • Chimeneas defectuosas con acumulación de hollín y grasa. • Bajo estándar de administración y servicio de limpieza. • Fracaso en el contacto con bomberos y en la organización de simulacros de incendio. • Peligro derivado de incendios provocados por fumar o por operaciones en la cocina. 	0.0
B	Edificios que cuenten con hasta tres de estas condiciones.	1.35
C	Edificios que cuenten con hasta seis de estas condiciones.	6.73
D	Edificios que cuenten con más de seis de estas condiciones.	12.12

5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

5.1. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE PARÁMETROS DE LA IGLESIA SANTA ANA

PARÁMETROS	N°	INDICADORES	CLASE	PONDERAC.	PESO	TOTAL
PARÁMETROS GEO TOPOGRÁFICOS	01	Posición del edificio y cimentaciones			0.75	
	02	Configuración planimétrica			0.50	
PARÁMETROS INHERENTES A LA ESTRUCTURA	03	Configuración en elevación			1.00	
	04	Distancia entre muros			0.25	
	05	Elementos no estructurales			0.25	
PARÁMETROS DE LA CALIDAD CONSTRUCTIVA	06	Tipo y organización del sistema resistente			1.50	
	07	Calidad del sistema resistente			0.25	
	08	Estructuras horizontales			1.00	
	09	Cubierta			1.00	
PARÁMETROS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN	10	Estado de conservación			1.00	
	11	Alteraciones en el entorno			0.25	
	12	Alteraciones negativas en el sistema constructivo			0.25	
	13	Vulnerabilidad al fuego			0.25	
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD:						


 CARLOS ARMANDO DELGADO MEDINA
 Ingeniero Civil
 CIP. N° 243393

5.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SANTA ANA	
Niveles	Rangos del I_v
Vulnerabilidad baja	$0 < I_v \leq 10.81$
Vulnerabilidad media	$10.81 < I_v \leq 55.52$
Vulnerabilidad alta	$55.52 < I_v \leq 100$
RESULTADO FINAL:	

Fuente: Adaptado de Díaz (2019)

PLANOS DE PLANTA Y ELEVACIONES	



CARLOS ARCE DELGADO MEDINA
Ingeniero Civil
C.P. N° 243393

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD". La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando a la Ingeniería Civil. Agradezco su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

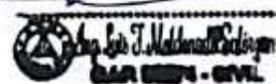
Nombre del juez:	MALDONADO SOLORZANO LUIS FERNANDO		
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor	()
Área de formación académica:	Clinica ()	Social	()
	Educativa (X)	Organizacional	()
Áreas de experiencia profesional:	- Residente de Obra - Catedrático - Asesor de tesis		
Institución donde labora:	Director de Proyectos - Autocolca		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años	()	
	Más de 5 años	(X)	
Experiencia en Investigación: (si corresponde)			

2. Propósito de la evaluación

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos del instrumento

Nombre de la Prueba:	Ficha de evaluación de la vulnerabilidad
Autores:	José Manuel Cayllahua Cáceres
Procedencia:	Elaboración propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 horas
Ámbito de aplicación:	Trabajos de campo
Significación:	Los monumentos religiosos de la provincia de Caylloma serán evaluados mediante los Lineamientos Para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico del Patrimonio Cultural. Donde se consideran 13 Indicadores que condicionan la vulnerabilidad de una edificación considerada monumento histórico.



4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Dimensiones	Definición
Escala: Razón Área: Diseño sísmico estructural	Parámetros geo topográficos Parámetros inherentes a la estructura Parámetros de la calidad constructiva Parámetros del estado de conservación	Según González (2020) se trata de un método empírico de evaluación de la vulnerabilidad del patrimonio cultural basado en la observación y se fundamenta en el reconocimiento de indicadores de vulnerabilidad relacionados con el tipo de edificio, materiales, sistema constructivo entre otros y está basado en su norma técnica constructiva.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el instrumento FICHA DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD, elaborado por: José Manuel Cayllahua Cáceres. De acuerdo con los siguientes indicadores que califique cada uno de los Items según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctico y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.


 Ing. José J. Maldonado Cáceres
 C.I.P. 90074 - CIVIL

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio	
2. Bajo nivel	
3. Moderado nivel	
4. Alto nivel	

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Parámetros geo topográficos
- Objetivos de la dimensión: Determinar los parámetros geo topográficos que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Posición del edificio y cimentaciones	01	4	4	4	—

- Segunda dimensión: Parámetros inherentes a la estructura
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros inherentes a la estructura que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Configuración planimétrica	02	4	4	4	—
Configuración en elevación	03	4	4	4	—
Distancia entre muros	04	4	4	4	—
Elementos no estructurales	05	4	4	4	—

- Tercera dimensión: Parámetros de la calidad constructiva
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros de la calidad constructiva que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Tipo y organización del sistema resistente	06	4	4	4	—
Calidad del sistema resistente	07	4	4	4	—
Estructuras horizontales	08	4	4	4	—
Cubierta	09	4	4	4	—

- Cuarta dimensión: Parámetros del estado de conservación
- Objetivos de la Dimensión: Determinar los parámetros del estado de conservación que influyen en el incremento de la vulnerabilidad sísmica de monumentos religiosos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Estado de conservación	06	4	4	4	—
Alteraciones en el entorno	07	4	4	4	—
Alteraciones negativas en el sistema constructivo	08	4	4	4	—
Vulnerabilidad al fuego	09	4	4	4	—

Firma del evaluador
DNI

FORMATOS: FICHA DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD



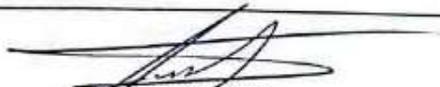

 Colegio de Ingenieros Civiles del Perú
 C.I.P. 99074 - CIVIL

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante lineamientos para la evaluación y reducción del riesgo sísmico de monumentos religiosos, Caylloma, Arequipa
INSTRUMENTO:	FICHA DE EVALUACIÓN
AUTOR:	Bach. José Manuel Cayllahua Cáceres
APLICACIÓN:	
VALIDADO POR:	Ing. Civil:
	Ing. Civil:
	Ing. Civil:

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
DENOMINACIÓN:	
UBICACIÓN:	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	
ADMINISTRACIÓN:	
MONUMENTO HISTÓRICO:	
CORRDENADAS:	

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
ESTILO ARQUITECTÓNICO:	
MATERIAL PREDOMINANTE:	
INTERVENCIÓN:	
FOTOGRAFÍAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	

PATOLOGÍAS Y ESTADO FÍSICO

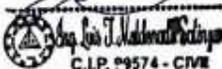


J.M. Cayllahua Cáceres
O.P. 9804 - CIVIL

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	
ZONIFICACIÓN SÍSMICA:	
TIPO DE SUELO:	
PENDIENTE DEL TERRENO:	
PELIGROS ANTRÓPICOS:	
POBLACIÓN:	

4. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD		
4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEO. TOPOGRÁFICOS		
PARÁMETRO 1: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIONES		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios sobre roca o suelo rígido con pendiente inferior o 10%. Edificios sobre terreno suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%.	0.0
B	Edificios sobre roca con pendiente entre $10\% < p \leq 30\%$. Edificios sobre terreno suelto con una diferencia entre el nivel de cimentaciones no superior a un metro, y en ausencia de empujes y que presenten una de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Terreno con pendiente $p \leq 10\%$, pero con una diferencia entre los niveles de cimentación distinta de cero. • Edificios con cimientos en un terreno con pendiente entre $10\% < p \leq 30\%$. • Edificios sin cimientos y en un terreno con pendiente entre $10\% < p \leq 20\%$. 	1.35
C	Edificios sobre roca con pendiente entre $30\% < p \leq 50\%$. Edificios sobre terreno suelto y que presenten una de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Sin empujes por terraplenes con cimientos y pendiente entre $30\% < p \leq 50\%$. • Sin empujes causados por terraplenes, sin cimientos y pendiente entre $20\% < p \leq 30\%$. • Con empujes no equilibrados causados por terraplenes, tiene cimientos y una pendiente $p \leq 50\%$. • Con empujes por terraplenes, sin cimientos y pendiente $p \leq 30\%$. 	6.73
D	Edificios sobre terreno suelto o roca con pendiente $p > 50\%$. Edificios sobre terreno suelto con una diferencia entre niveles de cimentación superior a un metro. Edificios sin cimientos, emplazados sobre terreno suelto con pendiente $p > 30\%$.1	12.1 2

4.2. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS INHERENTES A LA ESTRUCTURA		
PARÁMETRO 2: CONFIGURACIÓN PLANIMÉTRICA		
Clase	Condiciones de la evaluación	KI
A	$\beta_1 \geq 80$ o $\beta_2 \leq 10$	0.0
B	$60 \leq \beta_1 < 80$ o $10 < \beta_2 \leq 20$	1.35
C	$40 \leq \beta_1 < 60$ o $20 < \beta_2 \leq 30$	6.73
D	$\beta_1 < 40$ o $\beta_2 > 30$	12.12
PARÁMETRO 3: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios con distribuciones de masa o de elementos resistentes uniformes en toda la altura. Edificios con masa y elementos resistentes decrecientes con continuidad. Edificios que presentan una reducción inferior a 10% del área de la planta.	0.0
B	Edificios con arcadas, pórticos y balcones de dimensiones menores, afectando menos de 10% del área total del piso. Edificios que presentan una reducción del área de planta mayor de 10% e inferior o igual a 20%. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 10% de la altura total del edificio	1.35



C	Edificios con pórticos o balcones que afectan una superficie mayor a 10% e inferior o igual a 20% del área total del piso. Edificios que presentan una reducción del área de planta mayor a 20%. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 10% e inferior o igual a 40% de la altura total del edificio.	6.73
D	Edificios con pórticos o balcones que afectan una superficie mayor a 20% del área total del piso. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 40% de la altura total del edificio.	12.12

PARÁMETRO 4: DISTANCIA ENTRE MUROS

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios que presentan las siguientes relaciones geométricas: <ul style="list-style-type: none"> La esbeltez de los muros no debe ser mayor que 8. El espesor mínimo de muros está determinado implícitamente por la esbeltez máxima. Los vanos no deben tener un ancho mayor que 2.5 veces el espesor del muro. Los vanos de ventanas y puertas se deben ubicar a una distancia no menor que tres veces el espesor del muro, desde el borde libre más próximo. La longitud entre ejes de arriostramientos transversales de un muro debe ser menor a seis veces el espesor del muro. La verticalidad relativa de un muro no debe ser mayor a 10% de su altura. 	0.0
B	Edificios que no presentan las relaciones geométricas descritas.	1.35
C	Edificios que presentan 3 de las relaciones geométricas descritas	6.73
D	Edificios que presentan 2 de las relaciones geométricas descritas.	12.12

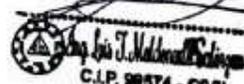
PARÁMETRO 5: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios sin ornamentos, salientes o voladizos. Edificios con ornamentos bien unidos a los muros, con chimeneas de pequeñas dimensiones y de peso moderado, y con antetechos bien conectados.	0.0
B	Edificios sin ornamentos, salientes o voladizos. Edificios con ornamentos bien unidos a los muros, con chimeneas de pequeñas dimensiones y de peso moderado.	0.0
C	Edificios con ornamentos externos de pequeñas dimensiones mal conectados a los muros, y con antetechos mal afirmados,	6.73
D	Edificios con mucha ornamentación, balcones o voladizos agregados en un periodo posterior a la construcción del edificio, razón por la cual están mal vinculados a la estructura. Edificios con antetechos de grandes dimensiones que presentan: Notable fragilidad. Peso notable y mala conexión con los muros.	12.12

4.3. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD CONSTRUCTIVA

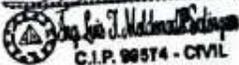
PARÁMETRO 6: TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios existentes consolidados o reparados según los requisitos de la norma sísmica. Se determina en función de la eficacia obtenida con la intervención para garantizar el funcionamiento monolítico del edificio con materiales compatibles con los preexistentes	0.0
B	Edificios que presentan una buena traba entre los muros ortogonales y una buena conexión entre los muros y los entrepisos, mediante estructuras horizontales continuas ejecutadas con materiales propios de los sistemas constructivos originales, o compatibles en cuanto a resistencia y rigidez.	1.35
C	Edificios que están constituidos por paredes ortogonales bien trabadas entre sí, pero que no tienen una adecuada conexión entre los muros y los entrepisos. Edificios constituidos por paredes ortogonales bien trabadas entre sí en todos los niveles, conexiones entre muros y entrepisos con materiales distintos a los originales, y cuya eficacia no esté comprobada mediante ensayos de laboratorio o por la experiencia. Edificios de un piso constituidos por muros ortogonales que no están bien trabados entre ellos, pero que tienen una buena conexión entre los muros y el sistema de techumbre, mediante estructuras horizontales continuas ejecutadas con materiales originales, o compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	6.73
D	Edificios con paredes ortogonales que no están bien trabadas:	12.12



 C.I.P. 90574 - CIVIL



	<ul style="list-style-type: none"> • Con conexiones entre muros y entrepisos propios del sistema original o con materiales compatibles, pero ejecutadas de manera deficiente, es decir, sin cubrir toda la sección de los muros o con un funcionamiento deficiente por su estado de conservación. • Con conexiones entre muros y entrepisos con materiales distintos a los originales, o con materiales incompatibles en cuanto a resistencia y rigidez, y cuya eficacia no esté comprobada mediante ensayos de laboratorio o por la experiencia 	
PARÁMETRO 7: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	<p>Mampostería de piedra constituida por elementos homogéneos bien labrados. Buen aparejo y mortero de buena calidad.</p> <p>Mampostería de toba o tufo volcánico bien escuadrado y de baja porosidad. Buen aparejo de muros y con juntas de mortero horizontales y verticales de buena calidad.</p> <p>Mampostería de ladrillo macizo. Buen aparejo y juntas de mortero horizontales y verticales. Mortero de buena calidad.</p> <p>Mampostería consolidada según la normativa sísmica vigente, con materiales compatibles a los preexistentes en cuanto a resistencia y rigidez. Con intervenciones.</p>	0.0
B	<p>Mampostería de piedra con elementos no homogéneos, pero bien trabados tanto longitudinal y transversal. Mortero de buena calidad.</p> <p>Mampostería de piedra labrada con hiladas de ladrillo macizo en todo el espesor del muro. Buen aparejo y mortero de buena calidad. Mampostería de toba volcánica bien escuadrada y de baja porosidad. Buen aparejo y con juntas de mortero horizontales y verticales. Mortero de calidad media.</p>	1.35
C	<p>Mampostería de piedra toscamente escuadrada y con irregularidades. Aparejo y mortero de calidad media.</p> <p>Mampostería de piedra no escuadrada o de piedra de canto rodado, con hiladas de ladrillo. Aparejo y mortero de calidad media.</p> <p>Doble muro de mampostería mixta, con el paramento interior conformado por piedra en bruto, y el paramento externo en piedra escuadrada toscamente o en ladrillo. Mortero de calidad media.</p> <p>Doble muro de mampostería de piedra o toba volcánica con núcleo de buena consistencia. Presencia abundante de conexiones idóneas entre los dos paramentos con elementos transversales o hiladas de ladrillos. Mortero de calidad media.</p> <p>Mampostería de toba volcánica bien escuadrada y de porosidad media. Aparejo y mortero de calidad media.</p>	6.73
D	<p>Mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica toscamente escuadrada de media o alta porosidad (por ejemplo, piedra de canto rodado, piedra de río, piedra toscamente labrada, elementos de toba volcánica con formas irregulares, etc.). Aparejo defectuoso y ausencia de hiladas continuas en todo el espesor del muro. Mortero de baja calidad debido al mal estado de conservación.</p> <p>Mampostería de piedra labrada con hiladas continuas de ladrillo macizo que cubren el espesor del muro. Aparejo de calidad media y mortero de baja calidad.</p> <p>Doble muro de mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica muy porosa. Núcleo irregular o parcialmente vacío. Ausencia o escasa presencia de trabas transversales entre los dos paramentos. Mortero de baja calidad (mal estado de conservación).</p>	12.12
PARÁMETRO 8: ESTRUCTURAS HORIZONTALES		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	<p>Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, y que cumplan 3 condiciones:</p> <p>a) Deformabilidad despreciable en el plano del entrepiso.</p> <p>b) Conexiones eficientes entre la estructura horizontal y el muro.</p> <p>c) Ausencia de divisiones en el entrepiso</p>	0.0
B	Edificios con estructuras horizontales como las anteriores, pero que no cumplen con la condición c).	1.35
C	Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, dotadas de una deformabilidad significativa en el plano, aunque bien conectadas a los muros.	6.73
D	Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, mal conectadas a los muros.	12.12

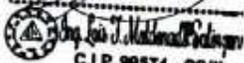


 C.I.P. 98574 - CIVIL



	Edificios con estructuras horizontales ejecutadas con materiales distintos a los originales y cuya compatibilidad no haya sido verificada mediante ensayos de laboratorio o mediante la experiencia, o ejecutadas con materiales incompatibles. Edificios con estructuras horizontales construidas con materiales compatibles en una época posterior al origen del edificio, pero que hayan agregado un peso importante a una mampostería de baja calidad en términos de resistencia y rigidez.	
PARÁMETRO 9: CUBIERTA		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios con una cubierta que no provoca empujes, provista de una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia.	0.0
B	Edificios con cubierta que no provoca empujes, pero sin una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia. Edificios con cubierta que no provoca empujes, provista de una estructura horizontal de coronamiento de los muros que no conecta de manera eficiente la cubierta a los muros (por discontinuidad, estado de conservación, ejecución con materiales incompatibles).	1.35
C	Edificio con cubierta que causa empujes moderados, sin una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia. Edificio con cubierta que causa empujes moderados, provista de una estructura horizontal de coronamiento de los muros que no conecta de manera eficiente la cubierta a los muros (por discontinuidad, estado de conservación, ejecución con materiales incompatibles). Edificio con cubierta que causa empujes, pero provista de una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia.	6.73
D	Edificio con cubierta que causa empujes, sin una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia o que no conecta adecuadamente la cubierta a los muros. Edificios que presentan cubierta con una carga permanente notable (por alteraciones posteriores del edificio), apoyada en estructuras horizontales incompatibles o cuya compatibilidad no haya sido demostrada mediante ensayos.	12.12

4.4. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN		
PARÁMETRO 10: ESTADO DE CONSERVACIÓN		
Clase	Descripción de las condiciones	KI
A	Mampostería o adobe en buen estado, sin lesiones visibles.	0.0
B	Edificios que presentan daños superficiales no generalizados, con excepción de los casos en los cuales se hayan producido por terremotos.	1.35
C	Edificios con daños moderados (amplitud de la lesión: 2-3 mm) o superficiales originados por sismo. Edificios que, si bien no tienen daños, presentan un estado de conservación de la mampostería que provoca una menor resistencia.	6.73
D	Edificios que presentan muros fuera de plomo y/o daños graves. Edificios con un grave deterioro de sus materiales. Edificios que aun cuando no tienen daños, presentan un estado de conservación de la mampostería con morteros disgregados.	12.12

PARÁMETRO 11: ALTERACIONES EN EL ENTORNO		
Clase	Descripción de las condiciones	KI
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: Accesibilidad: en caso de desastre o siniestro, el edificio no cuenta con buen acceso. Uso / abandono: el edificio se encuentra en un contexto de abandono. Densidad demográfica: el edificio se encuentra en una zona densamente poblada. Aislamiento: el edificio se encuentra fuera de una zona habitada o algo lejos del poblado. Relación con el contexto geográfico: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno geográfico. Relación con el contexto construido: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno construido. Relación con la comunidad: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno social.	0.0



 C.I.P. 90574 - CIVIL



	Desinterés: tanto el entorno físico como social mantienen una relación de desinterés con respecto al bien inmueble.	
B	Edificios que cuenten con hasta tres de estas condiciones.	1.35
C	Edificios que cuenten con hasta seis de estas condiciones.	6.73
D	Edificios que cuenten con más de seis de estas condiciones.	12.12
PARÁMETRO 12: ALTERACIONES NEGATIVAS EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificio sin modificaciones en su sistema constructivo. Edificio con modificaciones en el sistema constructivo con materiales compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez, realizadas mediante una intervención reversible.	0.0
B	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo con materiales compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez, pero no reversibles.	1.35
C	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo realizadas con materiales compatibles que hayan modificado la distribución de cargas del edificio.	6.73
D	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo realizadas con materiales incompatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	12.12
PARÁMETRO 13: VULNERABILIDAD AL FUEGO		
Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de ornamentos y muebles inflamables. • Acumulación de polvo, suciedad y basura en cubiertas o bodegas. • Muros, pisos y puertas con resistencia deficiente al fuego. • Falta de compartimentación y divisiones interiores. Escaleras abiertas. • Medios de escape inadecuados a través de puertas, pasillos o escaleras. • Falta de llaves maestras, cerraduras obsoletas. • Instalaciones eléctricas defectuosas. • Chimeneas defectuosas con acumulación de hollín y grasa. • Bajo estándar de administración y servicio de limpieza. • Fracaso en el contacto con bomberos y en la organización de simulacros de incendio. • Peligro derivado de incendios provocados por fumar o por operaciones en la cocina. 	0.0
B	Edificios que cuenten con hasta tres de estas condiciones.	1.35
C	Edificios que cuenten con hasta seis de estas condiciones.	6.73
D	Edificios que cuenten con más de seis de estas condiciones.	12.12

5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD						
5.1. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE PARÁMETROS DE LA IGLESIA SANTA ANA						
PARÁMETROS	Nº	INDICADORES	CLASE	PONDERAC.	PESO	TOTAL
PARÁMETROS GEO TOPOGRÁFICOS	01	Posición del edificio y cimentaciones			0.75	
	02	Configuración planimétrica			0.50	
PARÁMETROS INHERENTES A LA ESTRUCTURA	03	Configuración en elevación			1.00	
	04	Distancia entre muros			0.25	
	05	Elementos no estructurales			0.25	
PARÁMETROS DE LA CALIDAD CONSTRUCTIVA	06	Tipo y organización del sistema resistente			1.50	
	07	Calidad del sistema resistente			0.25	
	08	Estructuras horizontales			1.00	
	09	Cubierta			1.00	
PARÁMETROS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN	10	Estado de conservación			1.00	
	11	Alteraciones en el entorno			0.25	
	12	Alteraciones negativas en el sistema constructivo			0.25	
	13	Vulnerabilidad al fuego			0.25	
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD:						



 Ing. Luis J. Maldonado
 C.I.P. 90574 - CIVIL



5.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SANTA ANA	
Niveles	Rangos del I_v
Vulnerabilidad baja	$0 < I_v \leq 10.81$
Vulnerabilidad media	$10.81 < I_v \leq 55.52$
Vulnerabilidad alta	$55.52 < I_v \leq 100$
RESULTADO FINAL:	

Fuente: Adaptado de Díaz (2019)

PLANOS DE PLANTA Y ELEVACIONES	



C.P. 99574 - CIVIL

Anexo 4: Fichas de evaluación de la vulnerabilidad

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA"
INSTRUMENTO:	FICHA DE EVALUACIÓN
AUTOR:	Bach. José Manuel Cayllahua Cáceres
APLICACIÓN:	27 de noviembre del 2023
VALIDADO POR:	Ing. Civil: Asquí Castellanos Cristian Harold Ing. Civil: Delgado Medina Carlos Armando Ing. Civil: Maldonado Solórzano Luis Fernando

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
DENOMINACIÓN:	Iglesia Santa Ana de Maca
UBICACIÓN:	Plaza principal del distrito de Maca, provincia de Caylloma- Arequipa
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1760 - Periodo Colonial
ADMINISTRACIÓN:	Iglesia Católica - Arquidiócesis de Arequipa
MONUMENTO HISTÓRICO:	R.M. N° 0928-80-ED - 23 de julio de 1980
CORRDENADAS:	-15.640586128023124, -71.76850917346913

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
ESTILO ARQUITECTÓNICO:	Neoclásico - Barroco Andino
MATERIAL PREDOMINANTE:	Piedra Sillar - Ignimbrita
INTERVENCIÓN:	Sin intervención

FOTOGRAFÍAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
Frontal de la Iglesia Santa Ana	Lateral de la iglesia Santa Ana
	

PATOLOGÍAS Y ESTADO FÍSICO			
			

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

ZONIFICACIÓN SÍSMICA:	Zona 3 de alta actividad sísmica
TIPO DE SUELO:	Suelos intermedios, Limos Arcilloso (MG) de capacidad 1.4 kg/cm ²
PENDIENTE DEL TERRENO:	Inclinación promedio de 5° (pendiente suave a media)
PELIGROS ANTRÓPICOS:	Contaminación y alteraciones del entorno.
POBLACIÓN:	700 habitantes

4. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEO TOPOGRÁFICOS

PARÁMETRO 1: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIONES

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios sobre terreno suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%.	0.00

Verificaciones:

Según la ubicación de la estructura, se obtienen las cotas máxima y mínima del terreno, para una distancia de desarrollo de 60.00m

- Cota máxima: C_{max}=3,279msnm
- Cota mínima: C_{min}=3,278msnm
- Longitud del tramo: L_T=60.00m

$$S = \frac{C_{max} - C_{min}}{L_T} \times 100 \quad S = 0.01666 = 1.67\%$$

Realizando los cálculos; se tiene una pendiente promedio de 1.67%, siendo una pendiente suave.



Figura: Obtención de datos del terreno

Resultados:

El terreno es suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%. Correspondiendo de acuerdo a la posición del edificio y cimentaciones, a un edificio clase "A", siendo su ponderación Ki=0.00 y peso W=0.75.

4.2. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS INHERENTES A LA ESTRUCTURA

PARÁMETRO 2: CONFIGURACIÓN PLANIMÉTRICA

Clase	Condiciones de la evaluación	Ki
C	40 <= β ₁ < 60 o 20 < β ₂ <= 30	6.73

Verificaciones:

Según las dimensiones de la edificación en planta; se obtienen los siguientes datos:

- Largo de la edificación: L=40.33 m
- Ancho de la edificación: a=16.19 m
- Ancho de la protuberancia: b=8.07 m

Los parámetros de configuración planimétrica son:

$$\text{Para } \beta_1 = \frac{a}{L} \cdot 100 = 40.14 \text{ se establece que } 40 \leq \beta_1 < 60 \text{ y}$$

$$\text{Para } \beta_2 = \frac{b}{L} \cdot 100 = 20.01 \text{ se establece que } 20 < \beta_2 \leq 30$$

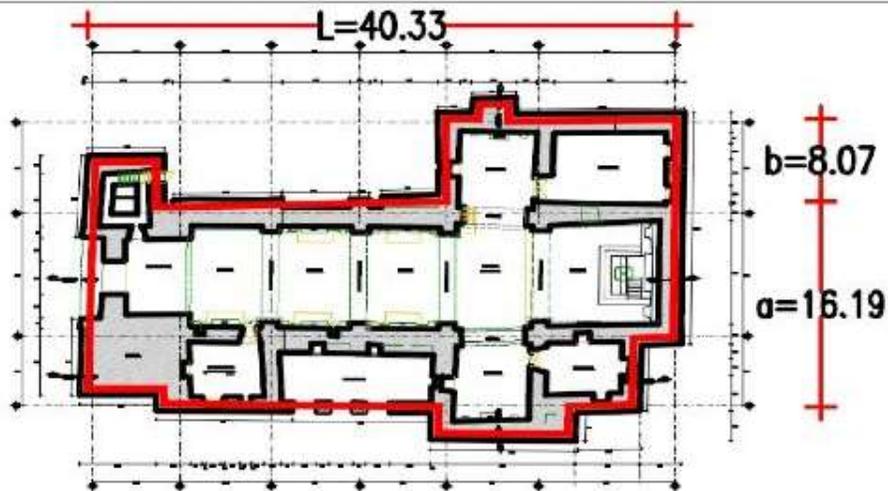


Figura: Grafica de datos de configuración de la edificación en planta

Resultados:

Según los parámetros de configuración planimétrica, la edificación corresponde a una de clase "C". Siendo su ponderación $K_i=6.73$ y peso $W=0.50$.

PARÁMETRO 3: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN		
Clase	Descripción de la evaluación	K_i
C	Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 10% e inferior o igual a 40% de la altura total del edificio.	6.73

Verificaciones:

Según las dimensiones de la edificación en elevación; se obtienen los siguientes datos:

- Altura de la edificación (Piso a Techo): $H_t=10.47m$
- Altura del torreón: $H_o=3.41m$

Los parámetros en elevación son:

Para $\left(\frac{H_o}{H_t}\right) \cdot 100\% = 32.57\%$ se establece que la altura supera el 10% de la altura total del edificio.

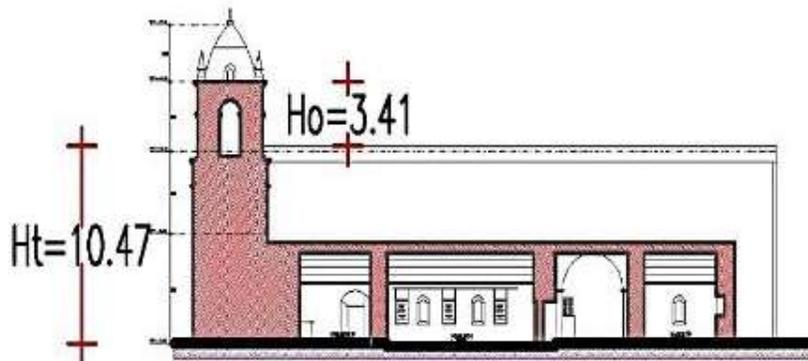


Figura: Grafica de datos de configuración de la edificación en elevación

Resultados:

Según los parámetros de configuración en elevación, la edificación corresponde a una de clase "C". Siendo su ponderación $K_i=6.73$ y peso $W=1.0$.

PARÁMETRO 4: DISTANCIA ENTRE MUROS		
Clase	Descripción de la evaluación	K_i

Verificaciones:

- a) La esbeltez de los muros no debe ser mayor que 8. El espesor mínimo de muros está determinado implícitamente por la esbeltez máxima.

Para evaluar este aspecto, se calculó la esbeltez del muro, para esto se tomó las dimensiones mostradas en las siguientes figuras:

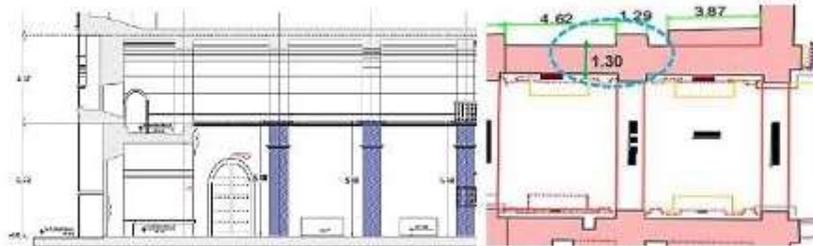


Figura: Altura promedio de muros y espesor de muros

$$E = \frac{H}{e}$$

Donde:

E= Esbeltez del muro

H= Altura promedio del muro resistente (5.8 m)

e= Espesor promedio del muro resistente (1.30 m)

$$E = \frac{5.88 \text{ m}}{1.3 \text{ m}}$$

$$E = 4.52$$

La esbeltez del muro es de 4.52, este valor es menor a 8, por lo que en este aspecto se cumple la condición "a".

- b) Los vanos no deben tener un ancho mayor que 2.5 veces el espesor del muro.

Para evaluar este aspecto, se identificó el vano de mayor dimensión, el cual es el acceso principal al recinto. Este vano tiene una dimensión de 2.65 (ver figura) y se determinó de la siguiente manera:

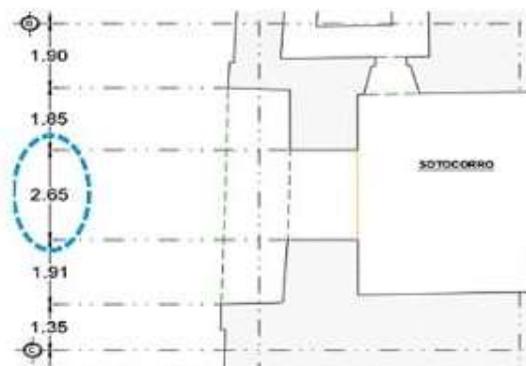


Figura: Detalle del vano más crítico

Según la figura, el vano más crítico es el acceso principal, el cual tiene una longitud de 2.65 m. Este valor es menor a 2.5 veces del espesor del muro (1.3 m), es decir:

$$1.3 \text{ m} \times 2.5 \text{ veces} = 3.25$$

Por lo tanto, según la condición "b" este aspecto cumple.

- c) Los vanos de ventanas y puertas se deben ubicar a una distancia no menor que tres veces el espesor del muro, desde el borde libre más próximo.

Para evaluar este aspecto, se identificaron los vanos que están a menor distancia del borde libre de muros, es decir, entre bordes de muro no arriostrados o entre vanos de puertas. Sin embargo, según el plano de planta, los vanos de puertas no están ubicadas a menos de 3.9 m (tres veces el espesor de muro). Por lo tanto, según la condición "c" este aspecto se cumple.

- d) La longitud entre ejes de arriostramientos transversales de un muro debe ser menor a seis veces el espesor del muro.

Para evaluar este aspecto, se identificó la separación máxima entre muros resistentes, tal como se muestra en la figura.

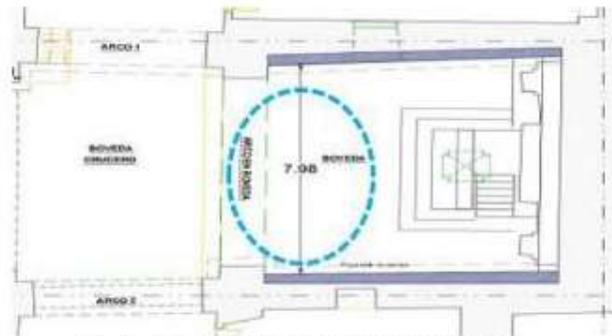


Figura: Detalle de separación máxima entre muros

En la figura se observa que la separación máxima entre muros (7.98 m) se presenta en el presbiterio de la iglesia. Esta dimensión es mayor a seis veces el espesor del muro ($1.3\text{m} \times 6 = 7.8\text{m}$), por lo tanto, no se cumple la condición "d".

- e) La verticalidad relativa de un muro no debe ser mayor a 10% de su altura.

En este aspecto se evaluó la verticalidad relativa de los muros resistentes, es decir su deformación (desplazamiento o inclinación). Para lo cual se verificó la altura de los muros (5.88 m), donde se comprobó que no evidencia deformaciones mayores al 10% de su altura (0.588 m). Por lo tanto, según la condición "e" este aspecto se cumple.

Resultados:

De acuerdo con la evaluación de las cinco relaciones geométricas de la clase "A", se cumplen cuatro de estas condiciones, razones por las cuales, a la iglesia Santa Ana en este parámetro le corresponde una clasificación "B" con un K_i de 1.35 y peso $W=0.25$.

PARÁMETRO 5: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Clase	Descripción de la evaluación	K_i
C	Edificios con ornamentos mal conectados a los muros, balcones o voladizos y con antechos mal afirmados.	6.73

Verificaciones:

En las figuras se observan balcones prominentes en la bóveda y campanas de considerable peso en las torres, las cuales están con riesgo a desprenderse. Además, se observa una ornamentación considerable y mal conectadas a los muros. Por tales razones, en este parámetro le corresponde la clasificación C.



Figura: Elementos no estructurales de la iglesia

4.3. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD CONSTRUCTIVA

PARÁMETRO 6: TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	<p>Edificios con paredes ortogonales que no están bien trabadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con conexiones entre muros y entrepisos propios del sistema original o con materiales compatibles, pero ejecutadas de manera deficiente, es decir, sin cubrir toda la sección de los muros o con un funcionamiento deficiente por su estado de conservación. • Con conexiones entre muros y entrepisos con materiales distintos a los originales, o con materiales incompatibles en cuanto a resistencia y rigidez, y cuya eficacia no esté comprobada mediante ensayos de laboratorio o por la experiencia 	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa que algunos de sus muros no evidencian conexión adecuada entre las mismas. Además, se evidencia que el muro está compuesto por dos tipos de rocas (sillar y caliza).



Figura: Muros con mal puestos diferentes



Figura: Deficiente conexión entre muros

PARÁMETRO 7: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	<p>Mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica toscamente escuadrada de media o alta porosidad (por ejemplo, piedra de canto rodado, piedra de río, piedra toscamente labrada, elementos de toba volcánica con formas irregulares, etc.). Aparejo defectuoso y ausencia de hiladas continuas en todo el espesor del muro. Mortero de baja calidad debido al mal estado de conservación.</p>	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa que los bloques que conforman los muros, en su gran mayoría están labrados toscamente, en algunos casos las hiladas están compuestas por bolones y rocas de gran tamaño sin tallar y las hiladas no son continuas. Además, la junta de mortero es irregular, de baja calidad y en algunos casos se evidencia desprendimiento.



Figura: Irregularidad de bloques de muros de la iglesia Santa Ana

PARÁMETRO 8: ESTRUCTURAS HORIZONTALES

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	Edificios con estructuras horizontales construidas con materiales compatibles en una época posterior al origen del edificio, pero que hayan agregado un peso importante a una mampostería de baja calidad en términos de resistencia y rigidez.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa que la bóveda de la iglesia evidencia deformación ocasionando fisuras y grietas en la misma. También se evidencia que la bóveda no está bien conectada a los muros.



Figura: Deformación del diafragma



Figura: Conexión deficiente entre elementos verticales

PARÁMETRO 9: CUBIERTA

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
C	Edificio con una cubierta que causa empujes, pero provista de una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	6.73

Verificaciones:

El edificio tiene por cubierta una bóveda de sillar flanqueado por arcos. Esta bóveda a su vez está cubierta con una capa de piedra laja (ver figuras), lo que evidencia una sobrecarga que podría causar empujes a los elementos verticales, no obstante, este presenta continuidad a lo largo de todo el elemento y presenta buen coronamiento en los muros.



Figura: Continuidad de la cubierta y coronamiento de muros

4.4. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

PARÁMETRO 10: ESTADO DE CONSERVACIÓN

Clase	Descripción de las condiciones	Ki
D	Edificios que presentan muros fuera de plomo y/o daños graves. Edificios con un grave deterioro de sus materiales. Edificios que aun cuando no tienen daños, presentan un estado de conservación de la mampostería con morteros disgregados.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa daños graves en algunos muros con fisuras y grietas. En algunos elementos se evidencia deterioro en los materiales, esto debido al paso del tiempo y los sismos constantes ocurridos en la zona. Además, en algunos muros resistentes la degradación de materiales es más que evidente, esto debido a la infiltración de agua de lluvia, el ataque biológico, el salitre, entre otros agentes.



Figura: Muros con grietas, deterioro de materiales e infiltración de agua

PARÁMETRO 11: ALTERACIONES EN EL ENTORNO

Clase	Descripción de las condiciones	Ki
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: Accesibilidad: en caso de desastre o siniestro, el edificio no cuenta con buen acceso (No). Uso / abandono: el edificio se encuentra en un contexto de abandono (Si). Densidad demográfica: el edificio se encuentra en una zona densamente poblada (No). Aislamiento: el edificio se encuentra fuera de una zona habitada o algo lejos del poblado (No). Relación con el contexto geográfico: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno geográfico (No). Relación con el contexto construido: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno construido (Si). Relación con la comunidad: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno social (No). Desinterés: tanto el entorno físico como social mantienen una relación de desinterés con respecto al bien inmueble (Si).	0.00
B	Edificios que cuenten con hasta tres de estas condiciones.	1.35

Verificaciones:

Según las características de la edificación se cumple con tres de las condiciones de la clase "A" por lo que clasifica como "B"



Figura: Ubicación de la edificación respecto a la zona de desarrollo urbano-rural

PARÁMETRO 12: ALTERACIONES NEGATIVAS EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo realizadas con materiales incompatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa que la torre de la iglesia fue aparentemente reforzada, sin embargo, los materiales son incompatibles y no evidencia resistencia y rigidez.



Figura: Refuerzo con materiales incompatibles

PARÁMETRO 13: VULNERABILIDAD AL FUEGO

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de ornamentos y muebles inflamables (Si). • Acumulación de polvo, suciedad y basura en cubiertas o bodegas (Si). • Muros, pisos y puertas con resistencia deficiente al fuego (No). • Falta de compartimentación y divisiones interiores. Escaleras abiertas (No). • Medios de escape inadecuados a través de puertas, pasillos o escaleras (No). • Falta de llaves maestras, cerraduras obsoletas (Si). • Instalaciones eléctricas defectuosas (Si). • Chimeneas defectuosas con acumulación de hollín y grasa (No). • Bajo estándar de administración y servicio de limpieza (Si). • Fracaso en el contacto con bomberos y en la organización de simulacros de incendio (Si). • Peligro derivado de incendios provocados por fumar o por operaciones en la cocina (No). 	0.0
C	• Edificios que cuenten con hasta seis de estas condiciones.	6.73

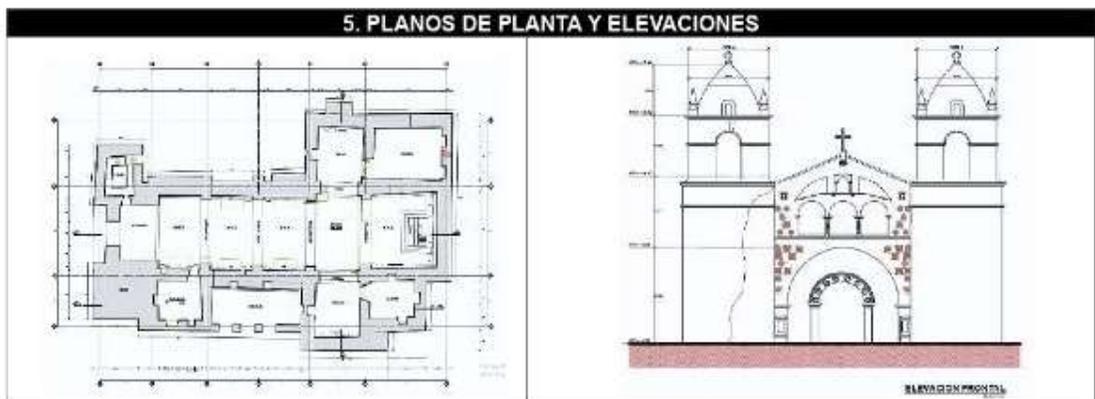
Verificaciones:

Según las características de la edificación se cumple con 6 de las condiciones de la clase "A" por lo que clasifica como "C"

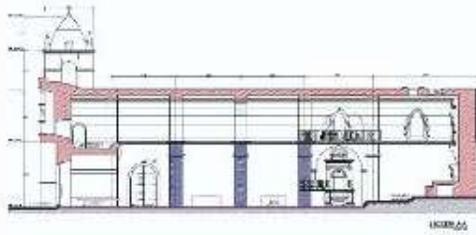


5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD						
5.1. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE PARÁMETROS DE LA IGLESIA SANTA ANA						
Parámetros	N°	INDICADORES	CLASE	KI	PESO	TOTAL
Parámetros geo topográficos	01	Posición del edificio y cimentaciones	A	0.0	0.75	0
	02	Configuración planimétrica	C	6.73	0.50	3.37
Parámetros inherentes a la estructura	03	Configuración en elevación	C	6.73	1.00	6.73
	04	Distancia entre muros	B	1.35	0.25	0.34
	05	Elementos no estructurales	C	6.73	0.25	1.68
Parámetros de la calidad constructiva	06	Tipo y organización del sistema resistente	D	12.12	1.50	18.18
	07	Calidad del sistema resistente	D	12.12	0.25	3.03
	08	Estructuras horizontales	D	12.12	1.00	12.12
	09	Cubierta	C	6.73	1.00	6.73
Parámetros del estado de conservación	10	Estado de conservación	D	12.12	1.00	12.12
	11	Alteraciones en el entorno	B	1.35	0.25	0.34
	12	Alteraciones negativas en el sistema constructivo	D	12.12	0.25	3.03
	13	Vulnerabilidad al fuego	C	6.73	0.25	1.68
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD:						69.35

5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	
5.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA IGLESIA SANTA ANA	
Niveles	Rangos del IV
Vulnerabilidad baja	0 < IV <= 10.81
Vulnerabilidad media	10.81 < IV <= 55.52
Vulnerabilidad alta	55.52 < IV <= 100
RESULTADO FINAL:	VULNERABILIDAD ALTA= 55.52 < 69.35 <= 100

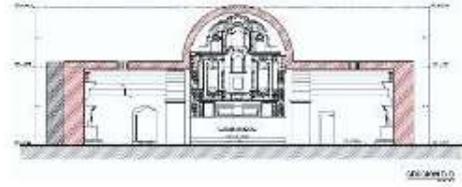


AutoCAD: Plano de edificación en planta



AutoCAD: Plano de edificación Sección A-A

AutoCAD: Plano de edificación Elevación Frontal



AutoCAD: Plano de edificación Sección B-B

Nota: Adaptado de Díaz (2016).

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS:
	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA"
INSTRUMENTO:	FICHA DE EVALUACIÓN
AUTOR:	Bach. José Manuel Cayllahua Cáceres
APLICACIÓN:	04 de diciembre del 2023
VALIDADO POR:	Ing. Civil: Asquí Castellanos Cristian Harold
	Ing. Civil: Delgado Medina Carlos Armando
	Ing. Civil: Maldonado Solórzano Luis Fernando

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
DENOMINACIÓN:	Iglesia de Santiago Apóstol de Madrigal
UBICACIÓN:	Plaza principal del distrito de Madrigal, provincia de Caylloma- Arequipa
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1760 – Periodo Colonial
ADMINISTRACIÓN:	Iglesia Católica – Arquidiócesis de Arequipa
MONUMENTO HISTÓRICO:	R.M. N° 0928-80-ED – 23 de julio de 1980
CORRDENADAS:	Latitud: -15.607161°-Longitud: -71.807278°

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
ESTILO ARQUITECTÓNICO:	Neoclásico – Barroco Andino
MATERIAL PREDOMINANTE:	Piedra Sillar - Ignimbrita
INTERVENCIÓN:	Apuntalamiento

FOTOGRAFÍAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
Frontal de la Iglesia Santiago Apóstol Madrigal	Lateral de la Iglesia Santiago Apóstol Madrigal
	

PATOLOGÍAS Y ESTADO FÍSICO			
			

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	
ZONIFICACIÓN SÍSMICA:	Zona 3 de alta actividad sísmica
TIPO DE SUELO:	Suelos intermedios, SM Arena limosa de capacidad 0.450 Kg/cm ²
PENDIENTE DEL TERRENO:	Inclinación promedio de 5" (pendiente suave a media)
PELIGROS ANTRÓPICOS:	Contaminación y alteraciones del entorno.
POBLACIÓN:	650 habitantes

4. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD
4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEO TOPOGRÁFICOS
PARÁMETRO 1: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIONES

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios sobre terreno suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%.	0.00

Verificaciones:

Según la ubicación de la estructura, se obtienen las cotas máxima y mínima del terreno, para una distancia de desarrollo de 60.00m

- Cota máxima: Cmax=3,279msnm
 - Cota mínima: Cmin=3,278msnm
 - Longitud del tramo: Lr=72.3m
- $$S = \frac{C_{max} - C_{min}}{L_t} \times 100 \quad S = 1.38\%$$

Realizando los cálculos; se tiene un pendiente promedio del terreno del 1.38%, siendo una pendiente suave.



Figura: Obtención de datos del terreno

Resultados:

El terreno es suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%. Correspondiendo de acuerdo a la posición del edificio y cimentaciones, a un edificio clase "A", siendo su ponderación Ki=0.00 y peso W=0.75.

4.2. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS INHERENTES A LA ESTRUCTURA
PARÁMETRO 2: CONFIGURACIÓN PLANIMÉTRICA

Clase	Condiciones de la evaluación	Ki
C	40 <= β1 < 60 o 20 < β2 <= 30	6.73

Verificaciones:

Según las dimensiones de la edificación en planta; se obtienen los siguientes datos:

- Largo de la edificación: L=56.48 m
- Ancho de la edificación: a=11.80 m

Los parámetros de configuración planimétrica son:

Para $\beta_1 = \frac{a}{L} \cdot 100 = 40.14$ se establece que $40 \leq \beta_1 < 60$

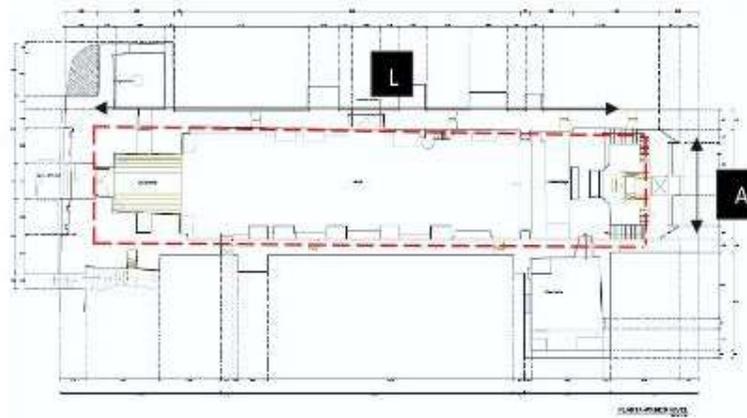


Figura: Grafica de datos de configuración de la edificación en planta

Resultados:

Según los parámetros de configuración planimétrica, la edificación corresponde a una de clase "C". Siendo su ponderación $K_i=6.73$ y peso $W=0.50$.

PARÁMETRO 3: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

Clase	Descripción de la evaluación	K_i
C	Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 10% e inferior o igual a 40% de la altura total del edificio.	6.73

Verificaciones:

Según las dimensiones de la edificación en elevación; se obtienen los siguientes datos:

- Altura de la edificación (Piso a Techo): $H_t=9.41m$
- Altura del torreón: $H_o=5.22 m$

Los parámetros en elevación son:

Para $\left(\frac{H_o}{H_t}\right) \cdot 100\% = 55.47\%$ se establece que la altura supera el 10% de la altura total del edificio.

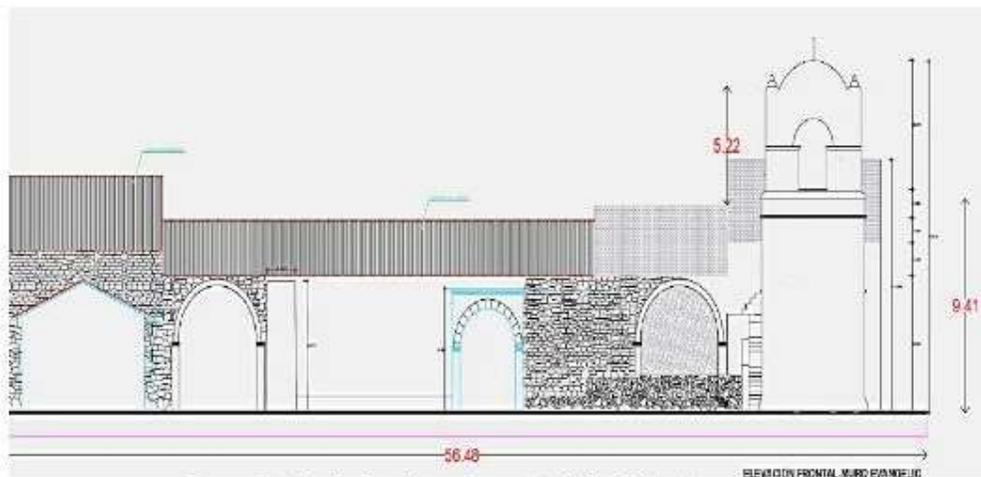


Figura: Grafica de datos de configuración de la edificación en elevación

Resultados:

Según los parámetros de configuración en elevación, la edificación corresponde a una de clase "C". Siendo su ponderación $K_i=6.73$ y peso $W=1.0$.

PARÁMETRO 4: DISTANCIA ENTRE MUROS

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios que cumplen todas las relaciones geométricas descritas en la clase A	0.00

Verificaciones:

- a) La esbeltez de los muros no debe ser mayor que 8. El espesor mínimo de muros está determinado implícitamente por la esbeltez máxima.

Para evaluar este aspecto, se calculó la esbeltez del muro, para esto se tomó las dimensiones mostradas en las siguientes figuras:

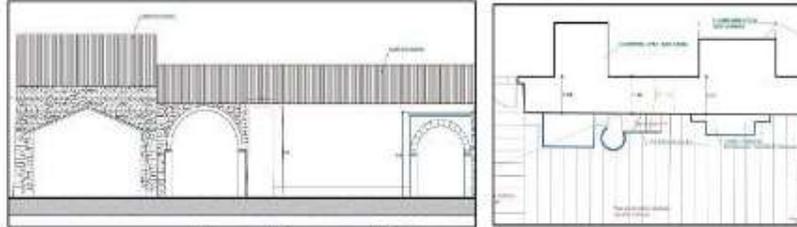


Figura: Altura promedio de muros y espesor de muros

$$E = \frac{H}{e}$$

Donde:

E= Esbeltez del muro

H= Altura promedio del muro resistente (5.8 m)

e= Espesor promedio del muro resistente (1.30 m)

$$E = \frac{5.77 \text{ m}}{1.6 \text{ m}}$$

$$E = 3.61$$

La esbeltez del muro es de 3.61, este valor es menor a 8, por lo que en este aspecto se cumple la condición "a".

- b) Los vanos no deben tener un ancho mayor que 2.5 veces el espesor del muro.

Para evaluar este aspecto, se identificó el vano de mayor dimensión, el cual es el acceso principal al recinto. Este vano tiene una dimensión de 2.65 (ver figura) y se determinó de la siguiente manera:

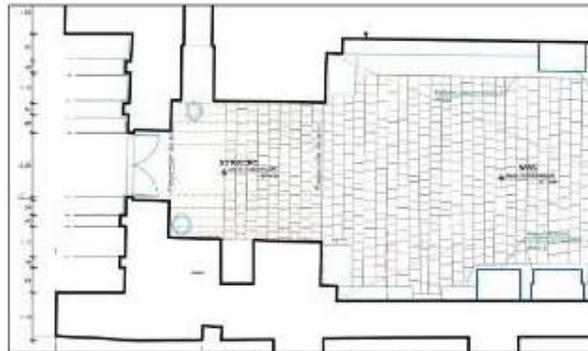


Figura: Detalle del vano más crítico

Según la figura, el vano más crítico es el acceso principal, el cual tiene una longitud de 2.30 m. Este valor es menor a 2.5 veces del espesor del muro (1.3 m), es decir:

$$1.6 \text{ m} \times 2.5 \text{ veces} = 4.00$$

Por lo tanto, según la condición "b" este aspecto cumple.

- c) Los vanos de ventanas y puertas se deben ubicar a una distancia no menor que tres veces el espesor del muro, desde el borde libre más próximo.

Para evaluar este aspecto, se identificaron los vanos que están a menor distancia del borde libre de muros, es decir, entre bordes de muro no arriostrados o entre vanos de puertas. Sin embargo, según el plano de planta, los vanos de puertas no están ubicadas a menos de 4.8 m (tres veces el espesor de muro), Por lo tanto, según la condición "c" este aspecto se cumple.

$$1.6 \text{ m} \times 3 \text{ veces} = 4.8 \text{ m}$$

- d) La longitud entre ejes de arriostramientos transversales de un muro debe ser menor a seis veces el espesor del muro.

Para evaluar este aspecto, se identificó la separación máxima entre muros resistentes, tal como se muestra en la figura.

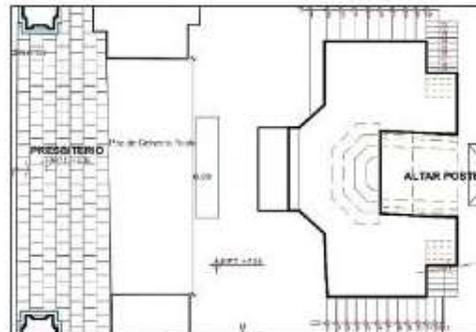


Figura: Detalle de separación máxima entre muros

$$1.6 \text{ m} \times 6 \text{ veces} = 9.60 \text{ m}$$

En la figura se observa que la separación máxima entre muros (6.23 m) se presenta en el presbiterio de la iglesia. Esta dimensión es menor a seis veces el espesor del muro ($1.3 \text{ m} \times 6 = 7.8 \text{ m}$), por lo tanto, se cumple la condición "d".

- e) La verticalidad relativa de un muro no debe ser mayor a 10% de su altura.

En este aspecto se evaluó la verticalidad relativa de los muros resistentes, es decir su deformación (desplazamiento o inclinación). Para lo cual se verificó la altura de los muros (5.77 m), donde se comprobó que no evidencia deformaciones mayores al 10% de su altura (0.577 m). Por lo tanto, según la condición "e" este aspecto se cumple.

Resultados:

De acuerdo con la evaluación de las cinco relaciones geométricas de la clase "A", se cumplen todas estas condiciones, razones por las cuales, a la iglesia Santiago Apóstol en este parámetro le corresponde una clasificación "A" con un Ki de 0.00 y peso W=0.25.

PARÁMETRO 5: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
B	Edificios sin ornamentos, salientes o voladizos. Edificios con ornamentos bien unidos a los muros, con chimeneas de pequeñas dimensiones y de peso moderado.	0.0

Verificaciones:

En las figuras no se observan balcones prominentes. Además, se observa una ornamentación de pequeñas dimensiones bien conectadas a los muros. Por tales razones, en este parámetro le corresponde la clasificación B.



Figura: Elementos no estructurales de la iglesia

4.3. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD CONSTRUCTIVA

PARÁMETRO 6: TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
C	Edificios de un piso constituidos por muros ortogonales que no están bien trabados entre ellos, pero que tienen una buena conexión entre los muros y el sistema de techumbre, mediante estructuras horizontales continuas ejecutadas con materiales originales, o compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	6.73

Verificaciones:

En las figuras se observa el edificio es de un solo piso, los mampuestos no están bien trabados, pero a aparentemente tienen buena conexión, además el techo aún conserva su material original que es compatible con el resto de la estructura. Por tales razones, en este parámetro le corresponde la clasificación C.



Figura: Contrafuertes que no cuentan con uniformidad.



Figura: Deficiente conexión entre muros

PARÁMETRO 7: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	Mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica toscamente escuadrada de media o alta porosidad (por ejemplo, piedra de canto rodado, piedra de río, piedra toscamente labrada, elementos de toba volcánica con formas irregulares, etc.). Aparejo defectuoso y ausencia de hiladas continuas en todo el espesor del muro. Mortero de baja calidad debido al mal estado de conservación.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa que los bloques que conforman los muros, en su gran mayoría están labrados toscamente, evidencia filtración de agua. el mortero es de baja calidad y esta en mal estado por e paso del tiempo.



Figura: Irregularidad de bloques de muros

PARÁMETRO 8: ESTRUCTURAS HORIZONTALES

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
B	Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, su deformabilidad es despreciable y las conexiones con los elementos verticales son eficientes.	1.35

Verificaciones:

En las figuras se observa que el techo presenta una mínima deformabilidad (despreciable) y está bien conectada a los muros.



Figura: La bóveda presenta deformación despreciable. Figura: Conexión eficiente con elementos verticales

PARÁMETRO 9: CUBIERTA

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
C	Edificio con una cubierta que causa empujes, pero provista de una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	6.73

Verificaciones:

El edificio tiene por cubierta material de teja andina con arcos de Madera unido transversalmente así mismo la bóveda cuenta con una deformación notable en la cubierta lo que se evidencia una sobrecarga que podría causar empujes a los elementos verticales y esta causa deformaciones y fusilamientos.

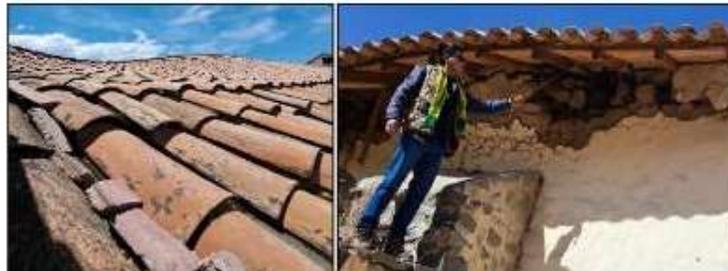


Figura: Deformación en cubierta de teja Andina.

4.4. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

PARÁMETRO 10: ESTADO DE CONSERVACIÓN

Clase	Descripción de las condiciones	Ki
D	Edificios que presentan muros fuera de plomo y/o daños graves. Edificios con un grave deterioro de sus materiales. Edificios que aun cuando no tienen daños, presentan un estado de conservación de la mampostería con morteros disgregados.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa daños graves en algunos muros con fisuras y grietas. En algunos elementos se evidencia deterioro en los materiales, esto debido al paso del tiempo y los sismos constantes ocurridos en la zona. Además, en algunos muros resistentes la degradación de materiales es más que evidente, esto debido a la infiltración de agua de lluvia, el ataque biológico, el salitre, entre otros agentes.



Figura: Muros con grietas, deterioro de materiales e infiltración de agua.

PARÁMETRO 11: ALTERACIONES EN EL ENTORNO

Clase	Descripción de las condiciones	Ki
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: Accesibilidad: en caso de desastre o siniestro, el edificio no cuenta con buen acceso (No). Uso / abandono: el edificio se encuentra en un contexto de abandono (Si). Densidad demográfica: el edificio se encuentra en una zona densamente poblada (No). Aislamiento: el edificio se encuentra fuera de una zona habitada o algo lejos del poblado (No). Relación con el contexto geográfico: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno geográfico (No). Relación con el contexto construido: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno construido (Si). Relación con la comunidad: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno social (No). Desinterés: tanto el entorno físico como social mantienen una relación de desinterés con respecto al bien inmueble (Si).	0.00
B	Edificios que cuenten con hasta tres de estas condiciones.	1.35

Verificaciones:

Según las características de la edificación se cumple con tres de las condiciones de la clase "A" por lo que clasifica como "B"



Figura: Ubicación de la edificación respecto a la zona de desarrollo urbano-rural

PARÁMETRO 12: ALTERACIONES NEGATIVAS EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

Clase	Descripción de la evaluación	KI
D	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo realizadas con materiales incompatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa que la torre de la iglesia fue aparentemente reforzada, sin embargo, los materiales son incompatibles y no evidencia resistencia y rigidez en la parte lateral se observa un sistema de contención. No obstante, este material está sujeto a deteriorarse con el paso del tiempo.



Figura: Refuerzo con materiales incompatibles y no evidencia resistencia y rigidez

PARÁMETRO 13: VULNERABILIDAD AL FUEGO

Clase	Descripción de la evaluación	KI
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de ornamentos y muebles inflamables (Si). • Acumulación de polvo, suciedad y basura en cubiertas o bodegas (Si). • Muros, pisos y puertas con resistencia deficiente al fuego (No). • Falta de compartimentación y divisiones interiores. Escaleras abiertas (No). • Medios de escape inadecuados a través de puertas, pasillos o escaleras (No). • Falta de llaves maestras, cerraduras obsoletas (Si). • Instalaciones eléctricas defectuosas (Si). • Chimeneas defectuosas con acumulación de hollín y grasa (No). • Bajo estándar de administración y servicio de limpieza (Si). • Fracaso en el contacto con bomberos y en la organización de simulacros de incendio (Si). • Peligro derivado de incendios provocados por fumar o por operaciones en la cocina (No). 	0.0
C	• Edificios que cuenten con hasta seis de estas condiciones.	6.73

Verificaciones:

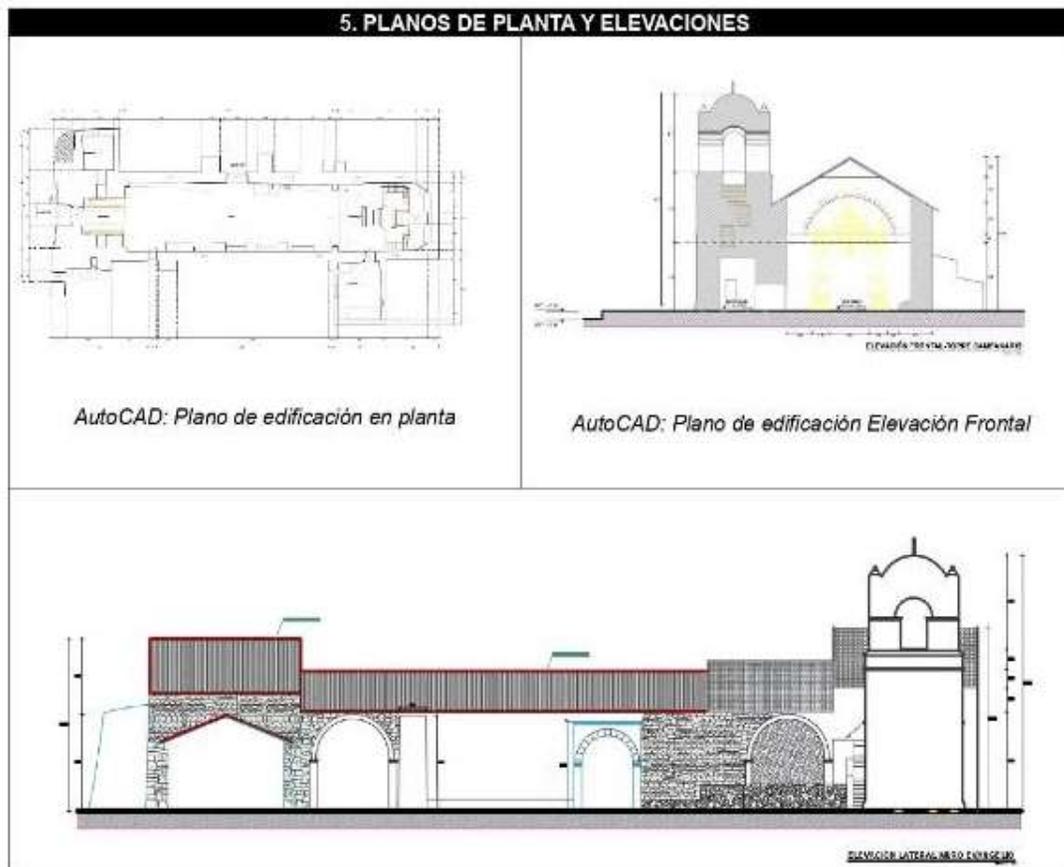
Según las características de la edificación se cumple con 6 de las condiciones de la clase "A" por lo que clasifica como "C"



Figura: Presencia de ornamentos y muebles inflamables.

5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD						
5.1. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE PARÁMETROS DE LA IGLESIA SANTIAGO APOSTOL						
Parámetros	N°	INDICADORES	CLASE	KI	PESO	TOTAL
Parámetros geo topográficos	01	Posición del edificio y cimentaciones	A	0	0.75	0.0
	02	Configuración planimétrica	C	6.73	0.50	3.37
Parámetros inherentes a la estructura	03	Configuración en elevación	C	6.73	1.00	6.73
	04	Distancia entre muros	A	0	0.25	0.00
	05	Elementos no estructurales	B	0	0.25	0.00
Parámetros de la calidad constructiva	06	Tipo y organización del sistema resistente	C	6.73	1.50	10.95
	07	Calidad del sistema resistente	D	12.12	0.25	3.03
	08	Estructuras horizontales	B	1.35	1.00	1.35
	09	Cubierta	C	6.73	1.00	6.73
Parámetros del estado de conservación	10	Estado de conservación	D	12.12	1.00	12.12
	11	Alteraciones en el entorno	B	1.35	0.25	0.34
	12	Alteraciones negativas en el sistema constructivo	D	12.12	0.25	3.03
	13	Vulnerabilidad al fuego	C	6.73	0.25	1.68
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD:						48.47

5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	
5.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA IGLESIA SANTIAGO APOSTOL	
Niveles	Rangos del IV
Vulnerabilidad baja	$0 < IV \leq 10.81$
Vulnerabilidad media	$10.81 < IV \leq 55.52$
Vulnerabilidad alta	$55.52 < IV \leq 100$
RESULTADO FINAL:	VULNERABILIDAD MEDIA= $10.81 < 48.47 \leq 55.52$



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

	TESIS:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA"
	INSTRUMENTO:	FICHA DE EVALUACIÓN
AUTOR:	Bach. José Manuel Cayllahua Cáceres	
APLICACIÓN:	01 de febrero del 2024	
VALIDADO POR:	Ing. Civil: Asquí Castellanos Cristian Harold	
	Ing. Civil: Delgado Medina Carlos Armando	
	Ing. Civil: Maldonado Solórzano Luis Fernando	

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS

DENOMINACIÓN:	Iglesia de los Santos Reyes
UBICACIÓN:	Plaza principal del distrito de Achoma, provincia de Caylloma- Arequipa
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1820 - Periodo Colonial
ADMINISTRACIÓN:	Iglesia Católica - Arquidiócesis de Arequipa
MONUMENTO HISTÓRICO:	R.M. N° 0928-80-ED - 23 de julio de 1980
CORRDENADAS:	-15.640586128023124, -71.76850917346913

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS

ESTILO ARQUITECTÓNICO:	Neoclásico - Barroco Andino
MATERIAL PREDOMINANTE:	Piedra Sillar - Igumbrita
INTERVENCIÓN:	Sin intervención

FOTOGRAFÍAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS

Frontal de la Iglesia de los Santos Reyes	Lateral de la iglesia de los Santos Reyes
	

PATOLOGÍAS Y ESTADO FÍSICO



3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

ZONIFICACIÓN SÍSMICA:	Zona 3 de alta actividad sísmica
TIPO DE SUELO:	Suelos intermedios, Arena limosa con grava (MG) de capacidad 0.344 Kg/cm ²
PENDIENTE DEL TERRENO:	Inclinación promedio de 5° (pendiente suave a media)
PELIGROS ANTRÓPICOS:	Contaminación y alteraciones del entorno.
POBLACIÓN:	700 habitantes

4. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEO TOPOGRÁFICOS

PARÁMETRO 1: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIONES

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios sobre terreno suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%.	0.00

Verificaciones:

Según la ubicación de la estructura, se obtienen las cotas máxima y mínima del terreno, para una distancia de desarrollo de 60.00m

- Cota máxima: Cmax=3,498msnm
- Cota mínima: Cmin=3,498msnm
- Longitud del tramo: L=86.4m

$$S = \frac{C_{max} - C_{min}}{L} \times 100 \quad S = 0\%$$

Realizando los cálculos; se tiene una pendiente del 0%, siendo un terreno plano.



Figura: Obtención de datos del terreno

Resultados:

El terreno es suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%. Correspondiendo de acuerdo a la posición del edificio y cimentaciones, a un edificio clase "A", siendo su ponderación Ki=0.00 y peso W=0.75.

4.2. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS INHERENTES A LA ESTRUCTURA

PARÁMETRO 2: CONFIGURACIÓN PLANIMÉTRICA

Clase	Condiciones de la evaluación	Ki
C	$40 \leq \beta_1 < 60$ o $20 < \beta_2 \leq 30$	6.73

Verificaciones:

Según las dimensiones de la edificación en planta; se obtienen los siguientes datos:

- Largo de la edificación: L=55.48 m
- Ancho de la edificación: a=12.35 m
- Ancho de la protuberancia: b=6.25 m

Los parámetros de configuración planimétrica son:

Para $\beta_1 = \frac{a}{L} \cdot 100 = 22.26$ se establece que $40 \leq \beta_1 < 60$ y

Para $\beta_2 = \frac{b}{L} \cdot 100 = 11.26$ se establece que $20 < \beta_2 \leq 30$

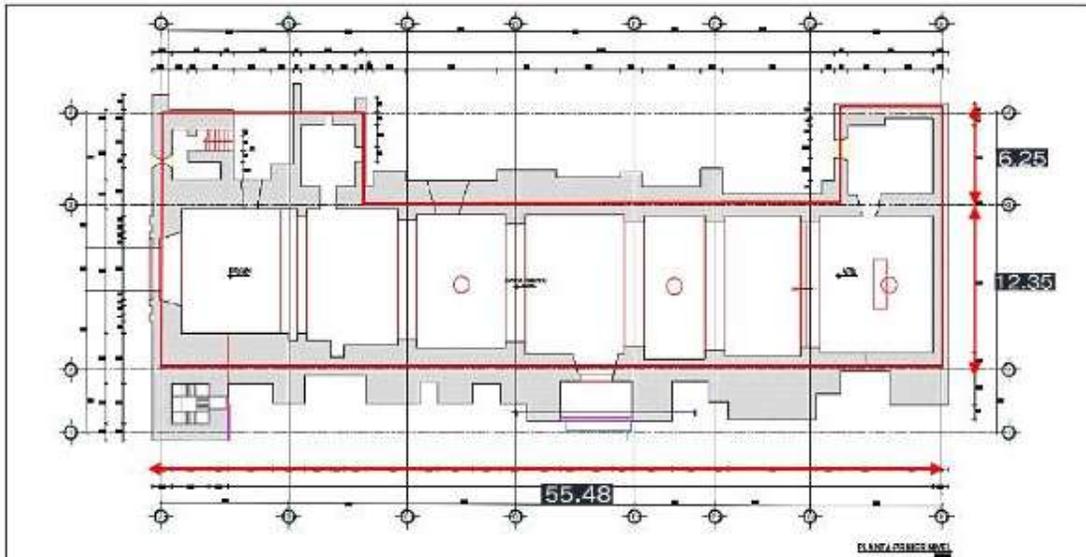


Figura: Gráfica de datos de configuración de la edificación en planta

Resultados:

Según los parámetros de configuración planimétrica, la edificación corresponde a una de clase "C". Siendo su ponderación $K_i=6.73$ y peso $W=0.50$.

PARÁMETRO 3: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

Clase	Descripción de la evaluación	K_i
D	Edificios con pórticos o balcones que afectan una superficie mayor a 20% del área total del piso. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 40% de la altura total del edificio.	12.12

Verificaciones:

Según las dimensiones de la edificación en elevación; se obtienen los siguientes datos:

- Altura de la edificación (Piso a Techo): $H_t=9.95$ m
- Altura del torreón: $H_o=5.20$ m

Los parámetros en elevación son:

Para $\left(\frac{H_o}{H_t}\right) \cdot 100\% = 52.26\%$ se establece que la altura supera el 10% de la altura total del edificio.

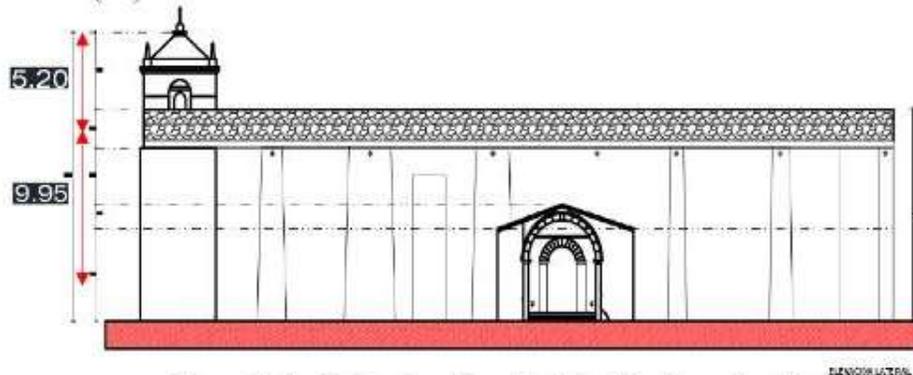


Figura: Gráfica de datos de configuración de la edificación en elevación

PARÁMETRO 4: DISTANCIA ENTRE MUROS

Clase	Descripción de la evaluación	K_i
B	Edificios que no presentan alguna de las relaciones geométricas descritas en la clase A	1.35

Verificaciones:

- a) La esbeltez de los muros no debe ser mayor que 8. El espesor mínimo de muros está determinado implícitamente por la esbeltez máxima.

Para evaluar este aspecto, se calculó la esbeltez del muro, para esto se tomó las dimensiones mostradas en las siguientes figuras:

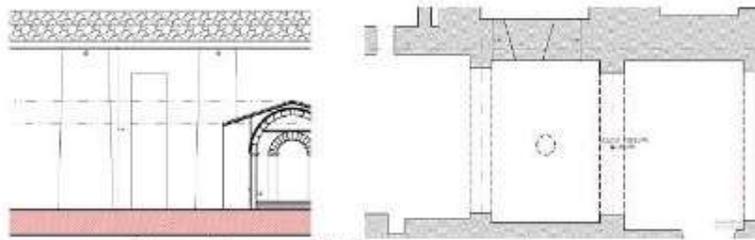


Figura: Altura promedio de muros y espesor de muros

$$E = \frac{H}{e}$$

Donde:

E= Esbeltez del muro

H= Altura promedio del muro resistente (9,95 m)

e= Espesor promedio del muro resistente (2.05 m)

$$E = \frac{9.95 \text{ m}}{2.05 \text{ m}}$$
$$E = 4.85$$

La esbeltez del muro es de 4.85, este valor es menor a 8, por lo que en este aspecto se cumple la condición "a".

- b) Los vanos no deben tener un ancho mayor que 2.5 veces el espesor del muro.

Para evaluar este aspecto, se identificó el vano de mayor dimensión, el cual es el acceso principal al recinto. Este vano tiene una dimensión de 2.70 m (ver figura) y se determinó de la siguiente manera:

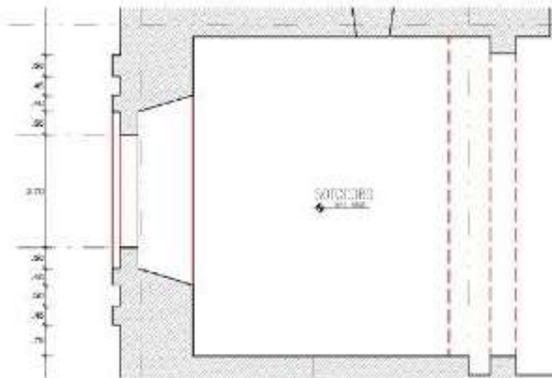


Figura: Detalle del vano más crítico

Según la figura, el vano más crítico es el acceso principal, el cual tiene una longitud de 2.70 m. Este valor es menor a 2.5 veces del espesor del muro (2.05 m), es decir:

$$2.05 \text{ m} \times 2.5 \text{ veces} = 5.13$$

Por lo tanto, según la condición "b" este aspecto cumple.

- c) Los vanos de ventanas y puertas se deben ubicar a una distancia no menor que tres veces el espesor del muro, desde el borde libre más próximo.

Para evaluar este aspecto, se identificaron los vanos que están a menor distancia del borde libre de muros, es decir, entre bordes de muro no arriostrados o entre vanos de puertas. Sin embargo, según el plano de planta, algunos vanos de ventanas y puertas están ubicadas a menos de 6.15 m (tres veces el espesor de muro). Por lo tanto, según la condición "c" este aspecto no se cumple.

- d) La longitud entre ejes de arriostramientos transversales de un muro debe ser menor a seis veces el espesor del muro.

Para evaluar este aspecto, se identificó la separación máxima entre muros resistentes, tal como se muestra en la figura.

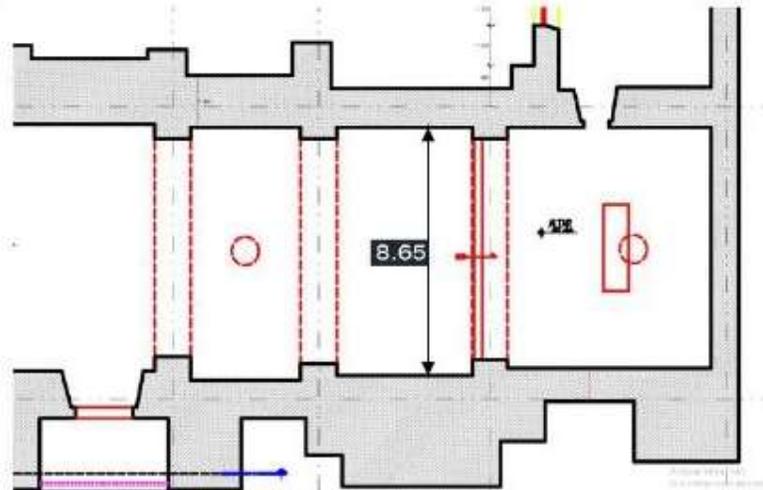


Figura: Detalle de separación máxima entre muros

En la figura se observa que la separación máxima entre muros (8.65 m) se presenta en la nave central de la iglesia. Esta dimensión es menor a seis veces el espesor del muro ($2.05\text{m} \times 6 = 12.3\text{m}$), por lo tanto, se cumple la condición "d".

- e) La verticalidad relativa de un muro no debe ser mayor a 10% de su altura.

En este aspecto se evaluó la verticalidad relativa de los muros resistentes, es decir su deformación (desplazamiento o inclinación). Para lo cual se verificó la altura de los muros (9.95 m), donde se comprobó que no evidencia deformaciones mayores al 10% de su altura (0.995 m). Por lo tanto, según la condición "e" este aspecto se cumple.

Resultados:

De acuerdo con la evaluación de las cinco relaciones geométricas de la clase "A", se cumplen cuatro de estas condiciones, razones por las cuales, a la iglesia de Los Santos Reyes Magos en este parámetro le corresponde una clasificación "B" con un K_i de 1.35 y peso $W=0.25$.

PARÁMETRO 5: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		
Clase	Descripción de la evaluación	K_i
C	Edificios con ornamentos mal conectados a los muros, balcones o voladizos y con antetechos mal afirmados.	6.73

Verificaciones:

En las figuras se observan balcones prominentes en la bóveda y campanas de considerable peso en las torres, las cuales están con riesgo a desprenderse. Además, se observa una ornamentación considerable y mal conectadas a los muros. Por tales razones, en este parámetro le corresponde la clasificación C.



Figura: Elementos no estructurales de la iglesia tanto en la parte frontal y ornamento principal.

4.3. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD CONSTRUCTIVA

PARÁMETRO 6: TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	<p>Edificios con paredes ortogonales que no están bien trabadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Con conexiones entre muros y entrepisos propios del sistema original o con materiales compatibles, pero ejecutadas de manera deficiente, es decir, sin cubrir toda la sección de los muros o con un funcionamiento deficiente por su estado de conservación. Con conexiones entre muros y entrepisos con materiales distintos a los originales, o con materiales incompatibles en cuanto a resistencia y rigidez, y cuya eficacia no esté comprobada mediante ensayos de laboratorio o por la experiencia 	12.12

Verificaciones:

En las figuras se aprecia que algunos muros carecen de una conexión adecuada. Además, se nota que el muro está construido con dos tipos distintos de rocas: sillar y caliza.



Figura: Se muestra un muro constituido con diferentes materiales.



Figura: Deficiente conexión entre muros

PARÁMETRO 7: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	<p>Mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica toscamente escuadrada de media o alta porosidad (por ejemplo, piedra de canto rodado, piedra de río, piedra toscamente labrada, elementos de toba volcánica con formas irregulares, etc.). Aparejo defectuoso y ausencia de hiladas continuas en todo el espesor del muro. Mortero de baja calidad debido al mal estado de conservación.</p>	12.12

Verificaciones:

En las imágenes, los bloques de los muros tienen acabados irregulares y en algunos casos se utilizan rocas sin tallar. Las filas de bloques no están alineadas de manera continua y el mortero usado para unirlos es de baja calidad y se desprende en algunos puntos. Esto puede comprometer la estabilidad y durabilidad de los muros.



Figura: Irregularidad de bloques de muros de la Torre principal así mismo fisuramiento de la misma.

PARÁMETRO 8: ESTRUCTURAS HORIZONTALES

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	Edificios con estructuras horizontales construidas con materiales compatibles en una época posterior al origen del edificio, pero que hayan agregado un peso importante a una mampostería de baja calidad en términos de resistencia y rigidez.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa que la bóveda de la iglesia evidencia deformación ocasionando fisuras y grietas en la misma. También se evidencia que la bóveda no está bien conectada a los muros.



Figura: Deformación del diafragma, Conexión deficiente entre elementos verticales.

PARÁMETRO 9: CUBIERTA

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
C	Edificio con una cubierta que causa empujes, pero provista de una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	6.73

Verificaciones:

El monumento cuenta con una bóveda de sillar flanqueada por arcos. Esta bóveda está cubierta por una capa de piedra laja, lo que indica una sobrecarga adicional que podría generar fuerzas laterales en los elementos verticales del edificio. Sin embargo, a pesar de esta sobrecarga, se destaca que la bóveda tiene continuidad a lo largo de toda su extensión y presenta un buen coronamiento en los muros.



Figura: Continuidad de la cubierta cubierto con piedra laja.

4.4. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

PARÁMETRO 10: ESTADO DE CONSERVACIÓN

Clase	Descripción de las condiciones	Ki
D	Edificios que presentan muros fuera de plomo y/o daños graves. Edificios con un grave deterioro de sus materiales. Edificios que aun cuando no tienen daños, presentan un estado de conservación de la mampostería con morteros disgregados.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa daños graves en algunos muros con fisuras y grietas. En algunos elementos se evidencia deterioro en los materiales, esto debido al paso del tiempo y los sismos constantes ocurridos en la zona. Además, en algunos muros resistentes la degradación de materiales es más que evidente, esto debido a la infiltración de agua de lluvia, el ataque biológico, el salitre, entre otros agentes.



Figura: Muros con grietas, deterioro de materiales e infiltración de agua

PARÁMETRO 11: ALTERACIONES EN EL ENTORNO

Clase	Descripción de las condiciones	Ki
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: Accesibilidad: en caso de desastre o siniestro, el edificio no cuenta con buen acceso (No). Uso / abandono: el edificio se encuentra en un contexto de abandono (Si). Densidad demográfica: el edificio se encuentra en una zona densamente poblada (No). Aislamiento: el edificio se encuentra fuera de una zona habitada o algo lejos del poblado (No).	0.00

	<p>Relación con el contexto geográfico: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno geográfico (No).</p> <p>Relación con el contexto construido: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno construido (Si).</p> <p>Relación con la comunidad: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno social (No).</p> <p>Desinterés: tanto el entorno físico como social mantienen una relación de desinterés con respecto al bien inmueble (Si).</p>	
B	Edificios que cuenten con hasta tres de estas condiciones.	1.35

Verificaciones:

Según las características de la edificación se cumple con tres de las condiciones de la clase "A" por lo que clasifica como "B"



Figura: Ubicación de la edificación respecto a la zona de desarrollo urbano-rural

PARÁMETRO 12: ALTERACIONES NEGATIVAS EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo realizadas con materiales incompatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa el mantenimiento con cal en la parte interna del Monumento el cual se lleva de manera inadecuada ya que no se interviene las fisuras existentes sobre cubriendo el problema sin abordar sus causas de raíz.



Figura: Reparación de manera superficial.

PARÁMETRO 13: VULNERABILIDAD AL FUEGO

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones:	0.0

	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de ornamentos y muebles inflamables (Si). • Acumulación de polvo, suciedad y basura en cubiertas o bodegas (Si). • Muros, pisos y puertas con resistencia deficiente al fuego (No). • Falta de compartimentación y divisiones interiores. Escaleras abiertas (No). • Medios de escape inadecuados a través de puertas, pasillos o escaleras (No). • Falta de llaves maestras, cerraduras obsoletas (Si). • Instalaciones eléctricas defectuosas (Si). • Chimeneas defectuosas con acumulación de hollín y grasa (No). • Bajo estándar de administración y servicio de limpieza (Si). • Fracaso en el contacto con bomberos y en la organización de simulacros de incendio (Si). • Peligro derivado de incendios provocados por fumar o por operaciones en la cocina (No). 	
C	• Edificios que cuenten con hasta seis de estas condiciones.	6.73

Verificaciones:

Según las características de la edificación se cumple con 6 de las condiciones de la clase "A" por lo que clasifica como "C"

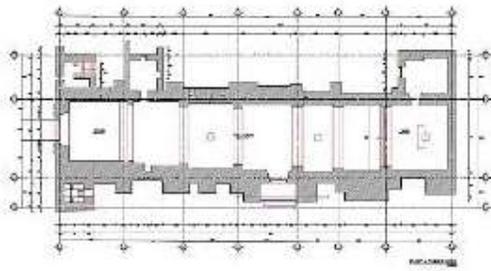


Figura: Materiales inflamables, instalaciones eléctricas deficientes y basura en el recinto.

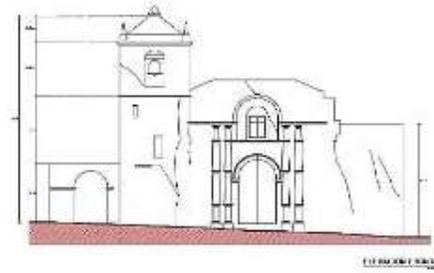
5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD						
5.1. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE PARÁMETROS DE LA IGLESIA SANTA ANA						
Parámetros	Nº	INDICADORES	CLASE	KI	PESO	TOTAL
Parámetros geo topográficos	01	Posición del edificio y cimentaciones	A	0.0	0.75	0.00
	02	Configuración planimétrica	C	6.73	0.50	3.37
Parámetros inherentes a la estructura	03	Configuración en elevación	D	12.12	1.00	12.12
	04	Distancia entre muros	B	1.35	0.25	0.34
	05	Elementos no estructurales	C	6.73	0.25	1.68
Parámetros de la calidad constructiva	06	Tipo y organización del sistema resistente	D	12.12	1.50	18.18
	07	Calidad del sistema resistente	D	12.12	0.25	3.03
	08	Estructuras horizontales	D	12.12	1.00	12.12
	09	Cubierta	C	6.73	1.00	6.73
Parámetros del estado de conservación	10	Estado de conservación	D	12.12	1.00	12.12
	11	Alteraciones en el entorno	B	1.35	0.25	0.34
	12	Alteraciones negativas en el sistema constructivo	D	12.12	0.25	3.03
	13	Vulnerabilidad al fuego	C	6.73	0.25	1.68
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD:						74.74

5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	
5.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA IGLESIA SANTA ANA	
Niveles	Rangos del Iv
Vulnerabilidad baja	0 < IV <= 10.81
Vulnerabilidad media	10.81 < IV <= 55.52
Vulnerabilidad alta	55.52 < IV <= 100
RESULTADO FINAL:	VULNERABILIDAD ALTA= 55.52 < 74.74 <= 100

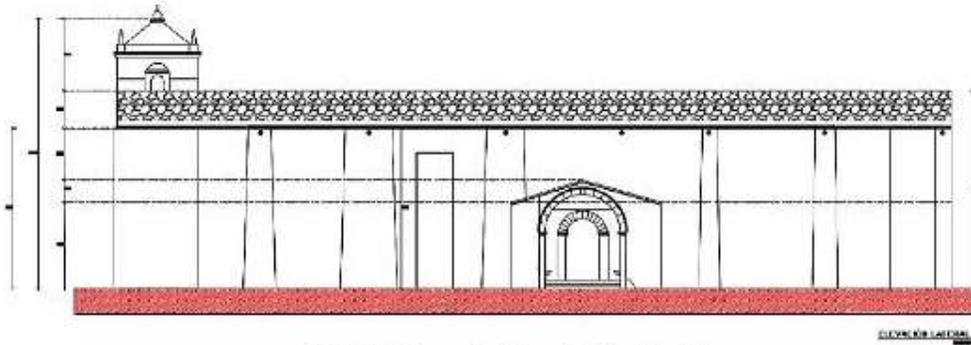
5. PLANOS DE PLANTA Y ELEVACIONES



AutoCAD: Plano de edificación en planta



AutoCAD: Plano de edificación Elevación Frontal



AutoCAD: Plano de edificación Sección A-A

Nota: Adaptado de Díaz (2016).

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA"
INSTRUMENTO:	FICHA DE EVALUACIÓN
AUTOR:	Bach. José Manuel Cayllahua Cáceres
APLICACIÓN:	03 de enero del 2024
VALIDADO POR:	Ing. Civil: Asquí Castellanos Cristian Harold
	Ing. Civil: Delgado Medina Carlos Armando
	Ing. Civil: Maldonado Solórzano Luis Fernando

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
DENOMINACIÓN:	Iglesia Santiago Apóstol - Coporaque
UBICACIÓN:	Plaza principal del distrito de Coporaque, provincia de Caylloma- Arequipa
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1760 - Periodo Colonial
ADMINISTRACIÓN:	Iglesia Católica - Arquidiócesis de Arequipa
MONUMENTO HISTÓRICO:	R.M. N° 0928-80-ED - 23 de julio de 1980
CORRDENADAS:	-15.640586128023124, -71.76850917346913

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
ESTILO ARQUITECTÓNICO:	Neoclásico - Barroco Andino
MATERIAL PREDOMINANTE:	Piedra Sillar - Ignimbrita
INTERVENCIÓN:	Sin intervención

FOTOGRAFÍAS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	
Frontal de la Iglesia Santiago Apóstol Coporaque	Lateral de la iglesia Santiago Apóstol Coporaque
	

PATOLOGÍAS Y ESTADO FÍSICO			
			

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	
ZONIFICACIÓN SÍSMICA:	Zona 3 de alta actividad sísmica
TIPO DE SUELO:	Suelos intermedios, GM Grava limosa (MG) de capacidad 0.523 Kg/cm ²
PENDIENTE DEL TERRENO:	Inclinación promedio de 5° (pendiente suave a media)
PELIGROS ANTRÓPICOS:	Contaminación y alteraciones del entorno.
POBLACIÓN:	700 habitantes

4. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD
4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEO TOPOGRÁFICOS
PARÁMETRO 1: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIONES

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios sobre terreno suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%.	0.00

Verificaciones:

Según la ubicación de la estructura, se obtienen las cotas máxima y mínima del terreno, para una distancia de desarrollo de 60.00m

- Cota máxima: C_{max}=3,597msnm
- Cota mínima: C_{min}=3,591msnm
- Longitud del tramo: L_T=68.5m

$$S = \frac{C_{max} - C_{min}}{L_T} \times 100 \quad S = 8.76\%$$

Realizando los cálculos; se tiene una pendiente promedio de 8.76%, siendo un terreno de pendiente suave.



Figura: Obtención de datos del terreno

Resultados:

El terreno es suelto no sometido a empujes, con pendiente menor o igual a 10%. Correspondiendo de acuerdo a la posición del edificio y cimentaciones, a un edificio clase "A", siendo su ponderación K_i=0.00 y peso W=0.75.

4.2. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS INHERENTES A LA ESTRUCTURA
PARÁMETRO 2: CONFIGURACIÓN PLANIMÉTRICA

Clase	Condiciones de la evaluación	Ki
B	10 < β ₂ <= 20	1.35

Verificaciones:

Según las dimensiones de la edificación en planta; se obtienen los siguientes datos:

- Largo de la edificación: L=55.85 m
- Ancho de la edificación: a=11.80 m
- Ancho de la protuberancia: b=5.75 m

Los parámetros de configuración planimétrica son:

$$\text{Para } \beta_1 = \frac{a}{L} \cdot 100 = 21.12$$

$$\text{Para } \beta_2 = \frac{b}{L} \cdot 100 = 10.29 \quad \text{se establece que } 10 < \beta_2 \leq 20$$

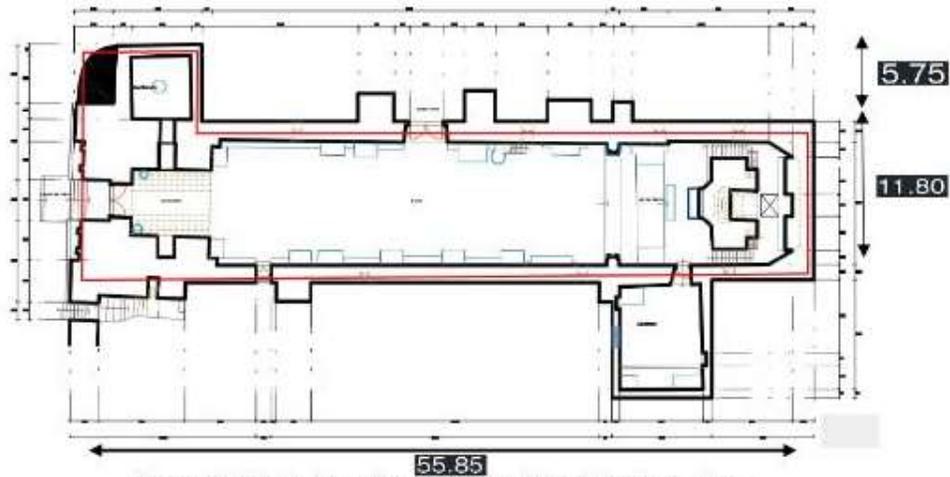


Figura: Grafica de datos de configuración de la edificación en planta

Resultados:

Según los parámetros de configuración planimétrica, la edificación corresponde a una de clase "B". Siendo su ponderación $K_i=12.1.35$ y peso $W=0.50$.

PARÁMETRO 3: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

Clase	Descripción de la evaluación	K_i
D	Edificios con pórticos o balcones que afectan una superficie mayor a 20% del área total del piso. Edificios con torres u otros elementos verticales de una altura superior a 40% de la altura total del edificio.	12.12

Verificaciones:

Según las dimensiones de la edificación en elevación; se obtienen los siguientes datos:

- Altura de la edificación (Piso a Techo): $H_t=8.20$ m
- Altura del torreón: $H_o=4.82$ m

Los parámetros en elevación son:

Para $\left(\frac{H_o}{H_t}\right) \cdot 100\% = 58.78\%$ se establece que la altura supera el 10% de la altura total del edificio.

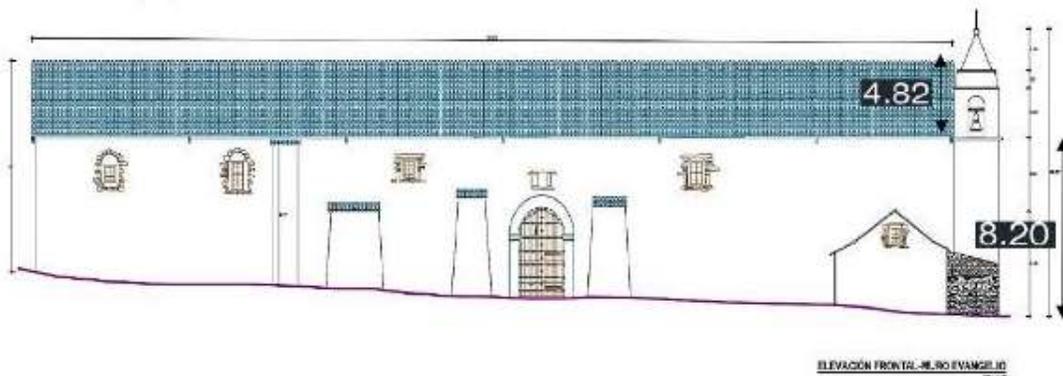


Figura: Grafica de datos de configuración de la edificación en elevación

PARÁMETRO 4: DISTANCIA ENTRE MUROS

Clase	Descripción de la evaluación	K_i
B	Edificios que no presentan alguna de las relaciones geométricas descritas en la clase A	1.35

Verificaciones:

- a) La esbeltez de los muros no debe ser mayor que 8. El espesor mínimo de muros está determinado implícitamente por la esbeltez máxima.

Para evaluar este aspecto, se calculó la esbeltez del muro, para esto se tomó las dimensiones mostradas en las siguientes figuras:

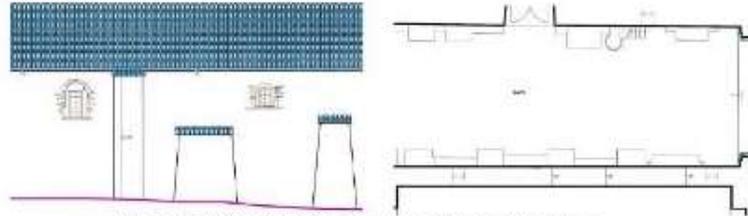


Figura: Altura promedio de muros y espesor de muros.

$$E = \frac{H}{e}$$

Donde:

E= Esbeltez del muro

H= Altura promedio del muro resistente (6.44 m)

e= Espesor promedio del muro resistente (1.28 m)

$$E = \frac{6.44 \text{ m}}{1.28 \text{ m}}$$

$$E = 5.03$$

La esbeltez del muro es de 5.03, este valor es menor a 8, por lo que en este aspecto se cumple la condición "a".

- b) Los vanos no deben tener un ancho mayor que 2.5 veces el espesor del muro.

Para evaluar este aspecto, se identificó el vano de mayor dimensión, el cual es el acceso principal al recinto. Este vano tiene una dimensión de 3.05 (ver figura) y se determinó de la siguiente manera:

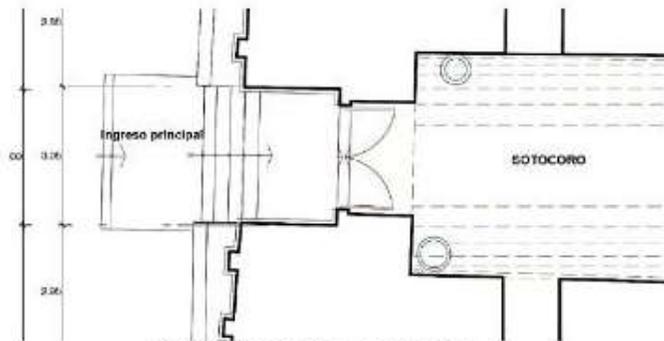


Figura: Detalle del vano más crítico

Según la figura, el vano más crítico es el acceso principal, el cual tiene una longitud de 3.05 m. Este valor es menor a 2.5 veces del espesor del muro (1.28 m), es decir:

$$1.28 \text{ m} \times 2.5 \text{ veces} = 3.2$$

Por lo tanto, según la condición "b" este aspecto cumple.

- c) Los vanos de ventanas y puertas se deben ubicar a una distancia no menor que tres veces el espesor del muro, desde el borde libre más próximo.

Para evaluar este aspecto, se identificaron los vanos que están a menor distancia del borde libre de muros, es decir, entre bordes de muro no arriostrados o entre vanos de puertas. Sin embargo, según el plano de planta, los vanos de puertas no están ubicadas a menos de 3.84 m (tres veces el espesor de muro). Por lo tanto, según la condición "c" este aspecto se cumple.

- d) La longitud entre ejes de arriostramientos transversales de un muro debe ser menor a seis veces el espesor del muro.

Para evaluar este aspecto, se identificó la separación máxima entre muros resistentes, tal como se muestra en la figura.



Figura: Detalle de separación máxima entre muros

En la figura se observa que la separación máxima entre muros (9.07 m) se presenta en la nave central de la iglesia. Esta dimensión es mayor a seis veces el espesor del muro (1.28 m x 6 = 7.68 m), por lo tanto, no se cumple la condición "d".

- e) La verticalidad relativa de un muro no debe ser mayor a 10% de su altura.

En este aspecto se evaluó la verticalidad relativa de los muros resistentes, es decir su deformación (desplazamiento o inclinación). Para lo cual se verificó la altura de los muros (6.44 m), donde se comprobó que no evidencia deformaciones mayores al 10% de su altura (0.644 m). Por lo tanto, según la condición "e" este aspecto se cumple.

Resultados:

De acuerdo con la evaluación de las cinco relaciones geométricas de la clase "A", se cumplen cuatro de estas condiciones, razones por las cuales, a la iglesia Santa Ana en este parámetro le corresponde una clasificación "B" con un K_i de 1.35 y peso $W=0.25$.

PARÁMETRO 5: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Clase	Descripción de la evaluación	K_i
C	Edificios con ornamentos mal conectados a los muros, balcones o voladizos y con antetechos mal afirmados.	6.73

Verificaciones:

En las figuras se observan balcones prominentes en la bóveda y campanas de considerable peso en las torres, las cuales están con riesgo a desprenderse. Además, se observa una ornamentación considerable y mal conectadas a los muros. Por tales razones, en este parámetro le corresponde la clasificación C.



Figura: Elementos no estructurales de la iglesia

4.3. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD CONSTRUCTIVA

PARÁMETRO 6: TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	<p>Edificios con paredes ortogonales que no están bien trabadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Con conexiones entre muros y entrepisos propios del sistema original o con materiales compatibles, pero ejecutadas de manera deficiente, es decir, sin cubrir toda la sección de los muros o con un funcionamiento deficiente por su estado de conservación. Con conexiones entre muros y entrepisos con materiales distintos a los originales, o con materiales incompatibles en cuanto a resistencia y rigidez, y cuya eficacia no esté comprobada mediante ensayos de laboratorio o por la experiencia 	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa que algunos de sus muros no evidencian conexión adecuada entre las mismas. Además, se evidencia que el muro está compuesto por dos tipos de rocas.



Figura: Muros con mal puestas diferentes



Figura: Deficiente conexión entre muros

PARÁMETRO 7: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	<p>Mampostería de piedra no escuadrada o toba volcánica toscamente escuadrada de media o alta porosidad (por ejemplo, piedra de canto rodado, piedra de río, piedra toscamente labrada, elementos de toba volcánica con formas irregulares, etc.). Aparejo defectuoso y ausencia de hiladas continuas en todo el espesor del muro. Mortero de baja calidad debido al mal estado de conservación.</p>	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa que los bloques que conforman los muros, en su gran mayoría están labrados toscamente, en algunos casos las hiladas están compuestas por bolones y rocas de gran tamaño sin tallar y las

hiladas no son continuas. Además, la junta de mortero es irregular, de baja calidad y en algunos casos se evidencia desprendimiento.



Figura: Irregularidad de bloques en contrafuerte y parte frontal del monumento.

PARÁMETRO 8: ESTRUCTURAS HORIZONTALES

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
C	Edificios con estructuras horizontales propias del sistema constructivo tradicional o ejecutadas con materiales compatibles en cuanto a resistencia y rigidez, dotadas de una deformabilidad significativa en el plano, aunque bien conectadas a los muros.	6.73

Verificaciones:

En las figuras se observa que la bóveda de la iglesia evidencia deformación ocasionando fisuras y grietas en la misma. También se evidencia que la bóveda no está bien conectada a los muros.



Figura: Se evidencia que la bóveda no presenta deformación interna

PARÁMETRO 9: CUBIERTA

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
C	Edificio con una cubierta que causa empujes, pero provista de una estructura horizontal continua de coronamiento de los muros, ejecutada con materiales propios de la estructura original del edificio o con materiales compatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	6.73

Verificaciones:

El edificio tiene por cubierta material de teja andina con arcos de Madera unido transversalmente así mismo la bóveda cuenta con una deformación notable en la cubierta lo que se evidencia una sobrecarga que podría causar empujes a los elementos verticales y esta causa deformaciones y fisuramiento.



Figura: Deformación en cubierta de teja Andina.

4.4. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

PARÁMETRO 10: ESTADO DE CONSERVACIÓN

Clase	Descripción de las condiciones	Ki
D	Edificios que presentan muros fuera de plomo y/o daños graves. Edificios con un grave deterioro de sus materiales. Edificios que aun cuando no tienen daños, presentan un estado de conservación de la mampostería con morteros disgregados.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se observa daños graves en algunos muros con fisuras y grietas. En algunos elementos se evidencia deterioro en los materiales, esto debido al paso del tiempo y los sismos constantes ocurridos en la zona. Además, en algunos muros resistentes la degradación de materiales es más que evidente, esto debido a la infiltración de agua de lluvia, el ataque biológico, el salitre, entre otros agentes.



Figura: Muros con grietas, deterioro de materiales e infiltración de agua

PARÁMETRO 11: ALTERACIONES EN EL ENTORNO

Clase	Descripción de las condiciones	Ki
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: Accesibilidad: en caso de desastre o siniestro, el edificio no cuenta con buen acceso (No). Uso / abandono: el edificio se encuentra en un contexto de abandono (Si). Densidad demográfica: el edificio se encuentra en una zona densamente poblada (No). Aislamiento: el edificio se encuentra fuera de una zona habitada o algo lejos del poblado (No). Relación con el contexto geográfico: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno geográfico (No). Relación con el contexto construido: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno construido (Si).	0.00

	Relación con la comunidad: el edificio se encuentra en una situación de conflicto con respecto a su entorno social (No). Desinterés: tanto el entorno físico como social mantienen una relación de desinterés con respecto al bien inmueble (Si).	
B	Edificios que cuenten con hasta tres de estas condiciones.	1.35

Verificaciones:

Según las características de la edificación se cumple con tres de las condiciones de la clase "A" por lo que clasifica como "B"



Figura: Ubicación de la edificación respecto a la zona de desarrollo urbano-rural

PARÁMETRO 12: ALTERACIONES NEGATIVAS EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
D	Edificio con modificaciones en el sistema constructivo realizadas con materiales incompatibles en cuanto a su resistencia y rigidez.	12.12

Verificaciones:

En las figuras se muestra materiales incompatibles y no evidencia resistencia y rigidez tanto en la parte interna y la parte posterior del monumento.

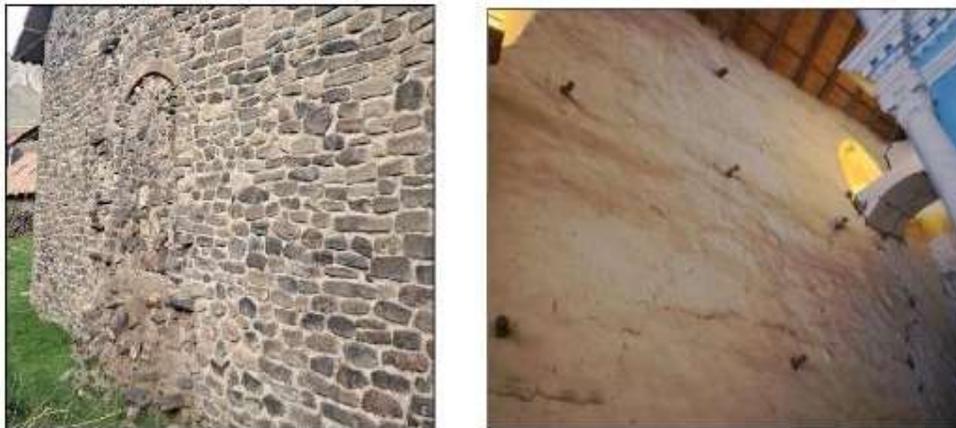


Figura: La Parte lateral compuesta por material incompatible que no promueve una adherencia eficiente y puede dar resultado a fallos en la estructura.

PARÁMETRO 13: VULNERABILIDAD AL FUEGO

Clase	Descripción de la evaluación	Ki
A	Edificios que no presentan ninguna de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de ornamentos y muebles inflamables (Si). • Acumulación de polvo, suciedad y basura en cubiertas o bodegas (Si). • Muros, pisos y puertas con resistencia deficiente al fuego (No). • Falta de compartimentación y divisiones interiores. Escaleras abiertas (No). • Medios de escape inadecuados a través de puertas, pasillos o escaleras (No). 	0.0

	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de llaves maestras, cerraduras obsoletas (Si). • Instalaciones eléctricas defectuosas (Si). • Chimeneas defectuosas con acumulación de hollín y grasa (No). • Bajo estándar de administración y servicio de limpieza (Si). • Fracaso en el contacto con bomberos y en la organización de simulacros de incendio (Si). • Peligro derivado de incendios provocados por fumar o por operaciones en la cocina (No). 	
C	• Edificios que cuenten con hasta seis de estas condiciones.	6.73

Verificaciones:

Según las características de la edificación se cumple con 6 de las condiciones de la clase "A" por lo que clasifica como "C"

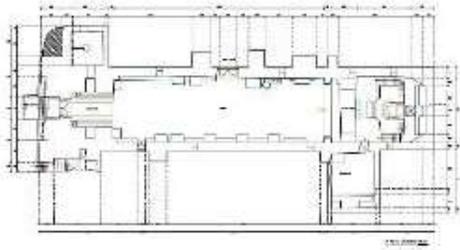


Figura: Se presencia cobertura y elementos de madera inflamable.

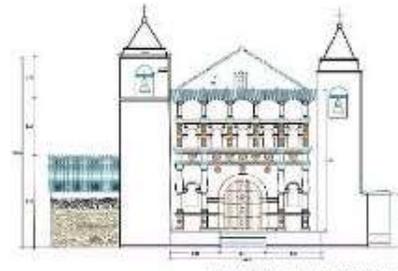
5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD						
5.1. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE PARÁMETROS DE LA IGLESIA SANTIAGO APÓSTOL						
Parámetros	N°	INDICADORES	CLASE	KI	PESO	TOTAL
Parámetros geo topográficos	01	Posición del edificio y cimentaciones	A	0.0	0.75	0.00
Parámetros inherentes a la estructura	02	Configuración planimétrica	B	1.35	0.50	0.68
	03	Configuración en elevación	D	12.12	1.00	12.12
	04	Distancia entre muros	B	1.35	0.25	0.34
	05	Elementos no estructurales	C	6.73	0.25	1.68
Parámetros de la calidad constructiva	06	Tipo y organización del sistema resistente	D	12.12	1.50	18.18
	07	Calidad del sistema resistente	D	12.12	0.25	3.03
	08	Estructuras horizontales	C	6.73	1.00	6.73
	09	Cubierta	C	6.73	1.00	6.73
Parámetros del estado de conservación	10	Estado de conservación	D	12.12	1.00	12.12
	11	Alteraciones en el entorno	B	1.35	0.25	0.34
	12	Alteraciones negativas en el sistema constructivo	D	12.12	0.25	3.03
	13	Vulnerabilidad al fuego	C	6.73	0.25	1.68
INDICE DE VULNERABILIDAD:						66.66

5. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	
5.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SANTIAGO APÓSTOL	
Niveles	Rangos del IV
Vulnerabilidad baja	0 < IV <= 10.81
Vulnerabilidad media	10.81 < IV <= 55.52
Vulnerabilidad alta	55.52 < IV <= 100
RESULTADO FINAL:	VULNERABILIDAD ALTA= 55.52 < <= 100

5. PLANOS DE PLANTA Y ELEVACIONES

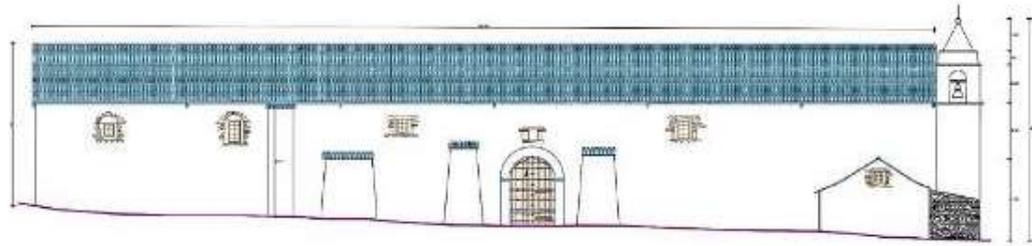


AutoCAD: Plano de edificación en planta



ELEVACIÓN FRONTAL-A. DAZO BARRIO DE PUE

AutoCAD: Plano de edificación Elevación Frontal



ELEVACIÓN COMPLEMENTARIA BARRIO DE PUE

AutoCAD: Plano de edificación Sección A-A

Nota: Adaptado de Díaz (2016).

Anexo 5: Certificados del estudio de mecánica de suelos

	MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO				BACH. CAYLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				
COD. INF. MS-00010-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	---

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION DE LA IGLESIA DE SANTA ANA - MACA	
Profesional Responsable PR:	Ing. Civil: Luis Alfredo Tintaya Huisa CIP: 288804
Estrato de apoyo a la cimentación:	según clasificación SUCS se apoyará en suelos como: Muestra 01: MH Muestra 02: MH
Presenta Nivel Freático:	NO Fecha: 05/01/2024
Parámetros de Diseño de Cuadrado:	
Profundidad de cimentación	
Profundidad de cimentación zapata cuadrada:	1.5 m
Profundidad de cimentación cimiento corrido:	1.5 m
Ancho de cimentación zapata cuadrada:	1.2 m
Largo de cimentación para cimiento corrido:	12 m
Carga admisible	
Presión Admisible zapata cuadrada mínimo:	0.357 Kg/cm ² Meyerhof
Presión Admisible cimiento corrido mínimo:	0.367 Kg/cm ² Terzaghi
Asentamiento diferencial	
Asentamiento diferencia: zapata cuadrada:	0.048 cm Terzaghi
Asentamiento diferencia: cimiento corrido:	0.132 cm Terzaghi
Factor de seguridad por corte (estático):	3
Asentamiento diferencial máximo aceptable:	2.54 cm.
Parámetros Sísmicos del Suelo (Norma e-030)	
Zona Sísmica:	3
Factor de zona:	0.35
Perfil de Suelo:	Tipo S2, Suelos Intermedio
Factor del Suelo S:	1.15
Periodo predominante	Tp: 0.6 seg. Periodo Tl: 2.0 seg.
Agresividad del suelo a la cimentación:	--
Problemas especiales en suelo de fundación:	
Litificación:	--
Colapso:	--
Expansión:	--
Indicaciones adicionales: Ninguna	
Las muestras fueron depositadas en las instalaciones del laboratorio.	



Luis A. Tintaya Huisa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 288804

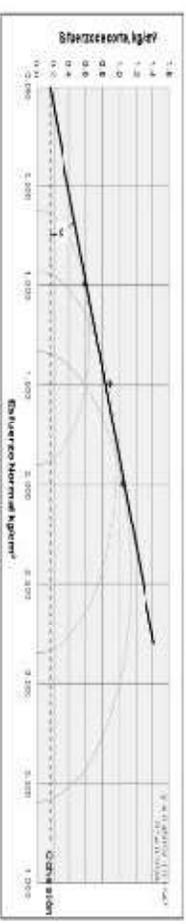
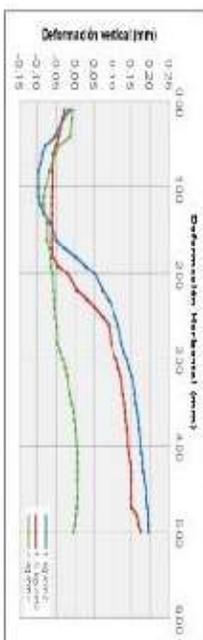
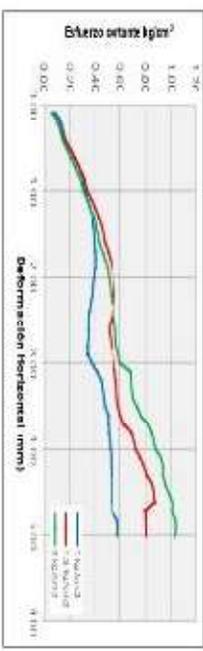
MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. AREA DE LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO
 Cal. Tumbes 105, Carmen Alto – Cayma – Arequipa – Arequipa
 Central: (054) 529482 / Cel.: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / FB: MS Geointegra SAC

		MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO		BACH. CAYLARIUA CACERES, JOSE MANUEL	
PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACION Y REDUCCION DEL RIESGO SISMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"					
CUJ. INH. MS-0001-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	...

ENSAYO DE CONTE FINES EN CONEXION CONCRETO (BACH. CAYLARIUA CACERES, JOSE MANUEL)

ASTM D 2000/D3080M

GEOMETRIA S/C: 	NOMBRE CLIENTE: BACH. CAYLARIUA CACERES, JOSE MANUEL	FECHA DE ENSAYO: febrero 2024	QUINTONADA: 1
COMPROBADO: ...	LOCALIZACION: IGLESIA DE SANTA ANA - MACA	MUESTRA No.: ...	QUINTONADA: 2
DESCRIPCION: ...	PROFUNDIDAD (m): 1.5	PROFUNDIDAD (m): ...	PROFUNDIDAD (m): ...



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	RESISTENCIA AL CONTE (kg/cm²)
1.0	0.663
1.8	0.874
2.0	1.034

REVISADO POR:  J. T. T. T.	APROBADO POR:  J. T. T. T.
JEFE DE LABORATORIO	INGENIERO CIVIL
CIP: 28004	CIP: 28004

MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. AREA DE LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO
 Cal. Tumbes 135, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa
 Central: (054) 529482 / Cel.: 916251273 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / FB: MS Geointegra SAC



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

**BACH. CAYLAHUA
CÁCERES, JOSÉ MANUEL**

PROYECTO:
"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"

COD. INF. MS-00010-24

DISTRITO:
VARIOS

PROVINCIA:
CAYLLOMA

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA

REGION:
AREQUIPA

DISEÑO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN CONSOLIDADA (ENRAGA ECU) - LECTURAS DE ENSAYO													
AUTA D. 006230000													
NOMBRE CLIENTE: BACH. CAYLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL													
OBJETO DEL TRABAJO: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023													
SOLICITANTE: MUELLEN, HANNA													
FECHA DE ENSAYO: 06/01/2024													
DIRECCIONES: 13													
PRUEBAS: 13													
ESPECIMEN No. 01	Deformación				L ₀	Área	Deformación	L ₀	Área	Deformación	L ₀	Área	
	Horizontal	Vertical	Carga	Correlación									Horizontal
H/M	(mm)	(%)	(mm)	kgf	cm ²	kg/cm ²	(mm)	kgf	cm ²	kg/cm ²	(mm)	kgf	
0:10	0.12	0.2	-0.014	3.44	24.00	0.08	0:10	0.10	0.2	-0.026	1.81	26.00	0.06
0:20	0.26	0.3	-0.028	3.84	23.87	0.13	0:20	0.20	0.3	-0.031	3.23	26.87	0.11
0:30	0.46	0.7	-0.052	4.89	23.25	0.17	0:30	0.40	0.7	-0.042	4.68	26.85	0.16
0:40	0.64	0.8	-0.073	5.65	22.73	0.21	0:40	0.60	0.8	-0.058	6.08	26.11	0.20
0:50	0.80	1.0	-0.089	6.47	22.25	0.24	0:50	0.80	1.0	-0.079	6.75	26.73	0.25
1:0	0.92	1.0	-0.088	7.24	21.80	0.27	1:0	0.90	1.0	-0.078	7.38	26.80	0.27
1:10	0.96	1.3	-0.068	8.38	21.40	0.30	1:10	0.90	1.3	-0.058	8.07	26.82	0.30
1:20	1.06	1.6	-0.055	9.59	21.46	0.32	1:20	1.00	1.6	-0.053	9.07	26.46	0.34
1:30	1.12	1.8	-0.028	9.80	21.47	0.34	1:30	1.0	1.8	-0.028	10.40	26.47	0.37
1:40	1.20	2.0	-0.060	10.30	21.36	0.36	1:40	1.20	2.0	-0.059	11.25	26.32	0.40
1:50	1.32	2.1	-0.060	10.85	21.30	0.38	1:50	1.30	2.1	-0.059	11.90	26.21	0.42
2:0	1.42	2.3	-0.064	11.30	21.24	0.39	2:0	1.40	2.3	-0.059	12.80	26.24	0.45
2:10	1.60	2.6	-0.046	11.00	21.12	0.39	2:10	1.60	2.6	-0.039	13.32	26.11	0.47
2:20	1.70	2.8	-0.022	11.17	21.06	0.40	2:20	1.70	2.8	-0.019	13.87	26.01	0.50
2:30	1.80	3.0	0.002	11.17	21.00	0.40	2:30	1.80	3.0	-0.003	14.49	26.01	0.52
2:40	1.90	3.1	0.027	11.17	20.90	0.40	2:40	1.90	3.1	0.045	14.88	25.93	0.53
2:50	2.00	3.3	0.050	10.80	20.87	0.39	2:50	2.00	3.3	0.079	15.33	25.87	0.55
3:0	2.05	3.0	0.074	10.80	20.75	0.39	3:0	2.00	3.0	0.099	15.24	25.73	0.56
3:10	2.20	3.0	0.090	10.30	20.68	0.37	3:10	2.20	3.0	0.122	15.10	25.65	0.55
3:20	2.40	3.0	0.102	9.70	20.60	0.35	3:20	2.40	3.0	0.140	14.80	25.62	0.54
3:30	2.50	4.1	0.111	9.80	20.57	0.35	3:30	2.50	4.1	0.079	14.49	25.57	0.53
3:40	2.60	4.3	0.130	9.40	20.51	0.34	3:40	2.60	4.3	0.101	13.87	25.51	0.51
3:50	2.60	4.0	0.127	9.20	20.50	0.34	3:50	2.60	4.0	0.067	14.00	25.38	0.50
4:0	2.60	3.8	0.120	9.20	20.50	0.34	4:0	2.60	3.8	0.109	13.70	25.37	0.49
4:10	3.00	3.0	0.137	11.30	20.27	0.32	4:10	3.00	3.0	0.132	13.84	25.23	0.49
4:20	3.10	3.1	0.153	11.20	20.20	0.31	4:20	3.10	3.1	0.156	13.21	25.21	0.48
4:30	3.20	3.3	0.150	11.10	20.14	0.31	4:30	3.20	3.3	0.153	13.87	25.14	0.47
4:40	3.40	3.0	0.160	10.80	20.10	0.31	4:40	3.40	3.0	0.137	13.87	25.12	0.46
4:50	3.50	3.0	0.169	10.80	20.00	0.31	4:50	3.50	3.0	0.135	13.85	25.00	0.50
5:0	3.60	3.0	0.180	10.50	20.00	0.30	5:0	3.60	3.0	0.127	14.23	24.90	0.50
5:10	3.70	3.1	0.170	11.20	20.00	0.30	5:10	3.70	3.1	0.129	14.85	24.84	0.53
5:20	3.80	3.2	0.174	11.80	20.70	0.30	5:20	3.80	3.2	0.142	14.82	24.70	0.56
5:30	4.00	3.5	0.177	11.75	20.68	0.30	5:30	4.00	3.5	0.144	14.22	24.60	0.72
6:0	4.10	3.7	0.180	11.80	20.60	0.30	6:0	4.10	3.7	0.147	15.07	24.60	0.70
6:10	4.20	3.8	0.180	11.80	20.51	0.29	6:10	4.20	3.8	0.147	15.01	24.54	0.70
6:20	4.30	3.9	0.180	11.80	20.48	0.29	6:20	4.30	3.9	0.147	15.01	24.54	0.70
6:30	4.40	4.0	0.180	11.80	20.40	0.29	6:30	4.40	4.0	0.147	15.01	24.40	0.29
6:40	4.50	4.1	0.180	11.80	20.30	0.29	6:40	4.50	4.1	0.147	15.01	24.30	0.29
6:50	4.60	4.2	0.180	11.80	20.20	0.29	6:50	4.60	4.2	0.147	15.01	24.20	0.29
7:0	4.70	4.3	0.180	11.80	20.10	0.29	7:0	4.70	4.3	0.147	15.01	24.10	0.29
7:10	4.80	4.4	0.180	11.80	20.00	0.29	7:10	4.80	4.4	0.147	15.01	24.00	0.29
7:20	4.90	4.5	0.180	11.80	20.00	0.29	7:20	4.90	4.5	0.147	15.01	24.00	0.29
7:30	5.00	4.6	0.180	11.80	20.00	0.29	7:30	5.00	4.6	0.147	15.01	24.00	0.29



Luis A. Tinaya Huiza
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 200004



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

**BACH. CAYLAHUA
CÁCERES, JOSÉ MANUEL**

PROYECTO:

"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"

COD. INF. MS-00010-24

DISTRITO:
VARIOS

PROVINCIA:
CAYLLOMA

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA

REGION:
AREQUIPA

DETERMINACIÓN DE LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (%) (UNIDAD) DE MUESTRAS DE SUELO. DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS. CLASIFICACIÓN ASISTIDA Y SUELOS.		USUARIO	FECHA			
MTC E - 107 / 119 / 111		MS-00010-24	05/05/2024			
CLIENTE	BACH. CAYLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL	FECHA:	05/05/2024			
ADICIÓN	BACH. CAYLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL	SEGUNDA:	1			
PROYECTO:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"	MUESTRA No.	1			
LOCALIZACIÓN	POLEAS DE SANTANA - WACA	PROFUNDIDAD, m	1.5			
DESCRIPCIÓN	LIMO CON ARENA MED. ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARSON					
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MÉTODO MTC E 118)		CURVA DE FLUIDEZ				
Mostrador + Tara, g	74	28	28			
Muestra + Tara, g	31.25	33.31	33.35			
Muestra + Tara, g	37.33	37.38	37.34			
Masa de Tara, g	8.58	8.21	8.14			
Masa de agua, g	5.92	8.43	8.31			
Masa seca, g	15.69	19.27	15.60			
Humedad (%)	37.27	43.81	53.47			
LÍMITE PLÁSTICO MTC E 111		HUMEDAD MTC E 100				
Muestra + Tara, g	14.00	13.85	254.100			
Muestra + Tara, g	17.86	17.53	1219.023			
Masa de Tara, g	4.65	4.35	8.32			
Masa de agua, g	2.45	2.55	598.02			
Muestra, g	7.33	8.85	1988.78			
Humedad (%)	33.69	28.85	29.76			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MTC E 107 (MÉTODO POR TAMIZADO)		CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA				
Resaca del tamiz #4	8000 g	Muestra seca, total antes del lavado, g	550.0			
Masa seca después de lavar (g)	4017.0					
Tamiz	Poros (mm)	Poros (mm)	% Retenido	% Pasado		
#4	75.000	0.0	0.0	100.0		
#10	2.000	0.0	0.0	100.0		
#20	0.850	0.0	0.0	100.0		
#40	0.425	0.0	0.0	100.0		
#60	0.250	0.0	0.0	100.0		
#80	0.180	0.0	0.0	100.0		
#100	0.150	0.0	0.0	100.0		
#150	0.100	0.0	0.0	100.0		
#200	0.075	0.0	0.0	100.0		
#300	0.050	0.0	0.0	100.0		
#400	0.037	0.0	0.0	100.0		
#600	0.025	0.0	0.0	100.0		
#800	0.018	0.0	0.0	100.0		
#1000	0.015	0.0	0.0	100.0		
Masa #200	524.2	95.3				
RESULTADOS		CLASIFICACIÓN DEL SUELO ANALIZADO				
% de Gravas	0.0 (mm)	Cu	% Límite Líquido	57.8	CLASIFICACIÓN (ASISTIDA) AMERICANA (ASOCIACIÓN ESTADOUNIDENSE DE INGENIEROS DE CARRETERAS)	A-1-(3)(1)
% de Arenas	0.0 (mm)	CU	% Límite Plástico	37.8		
% de Fines	100.0 (mm)	NA	% Índice de Plasticidad	20.0	RESTRICCIÓN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	NA
OBSERVACIONES						

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



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

**BACH. CAYLLAHUA
CÁCERES, JOSÉ MANUEL**

PROYECTO:
"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLAMA, AREQUIPA 2023"

COD. INF. MS-00010-24

DISTRITO:
VARIOS

PROVINCIA:
CAYLLAMA

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA

REGION:
AREQUIPA

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (UNIDAD) DE MUESTRAS DE SUELO. DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, PUNTO DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS DE LA ASOCIACIÓN ASFALTO Y SUELOS		001-00 102-04 001-001	MS-00010 001-001																																																																																																											
	MTC-E-107 / 108 / 110 / 111		2008-001																																																																																																												
CLIENTE:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL			FECHA:	09/01/2024																																																																																																										
ASIGNACIÓN:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL			SECTOR/PA:	1																																																																																																										
PROYECTO:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLAMA, AREQUIPA 2023"			MUESTRA No:	2																																																																																																										
LOCALIZACIÓN:	IGLESIA DE SANTANA - NACA			PROFUNDIDAD (m):	1.5																																																																																																										
DESCRIPCIÓN:	LIMACRENO SOMA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN																																																																																																														
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS, MÉTODO A - MTC E-110		CURVA DE FLUIDEZ																																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Número de golpes</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Masa húmeda + Tera, g</td> <td>31.20</td> <td>32.19</td> <td>33.40</td> </tr> <tr> <td>Masa seca + Tera, g</td> <td>22.15</td> <td>22.71</td> <td>21.70</td> </tr> <tr> <td>Masa de Tera, g</td> <td>8.29</td> <td>8.29</td> <td>8.16</td> </tr> <tr> <td>Masa del agua, g</td> <td>8.07</td> <td>8.40</td> <td>3.77</td> </tr> <tr> <td>Masa seca, g</td> <td>15.87</td> <td>18.82</td> <td>15.50</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>50.16</td> <td>47.84</td> <td>24.28</td> </tr> </table>	Número de golpes	25	25	25	Masa húmeda + Tera, g	31.20	32.19	33.40	Masa seca + Tera, g	22.15	22.71	21.70	Masa de Tera, g	8.29	8.29	8.16	Masa del agua, g	8.07	8.40	3.77	Masa seca, g	15.87	18.82	15.50	Humedad (%)	50.16	47.84	24.28																																																																																			
Número de golpes	25	25	25																																																																																																												
Masa húmeda + Tera, g	31.20	32.19	33.40																																																																																																												
Masa seca + Tera, g	22.15	22.71	21.70																																																																																																												
Masa de Tera, g	8.29	8.29	8.16																																																																																																												
Masa del agua, g	8.07	8.40	3.77																																																																																																												
Masa seca, g	15.87	18.82	15.50																																																																																																												
Humedad (%)	50.16	47.84	24.28																																																																																																												
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">LÍMITE PLÁSTICO MTC E-111</th> <th>HUMEDAD MEDIO</th> </tr> <tr> <td>Masa húmeda + Tera, g</td> <td>14.12</td> <td>13.85</td> <td>264.00</td> </tr> <tr> <td>Masa seca + Tera, g</td> <td>11.48</td> <td>11.24</td> <td>1670.00</td> </tr> <tr> <td>Masa de Tera, g</td> <td>4.81</td> <td>4.32</td> <td>6.32</td> </tr> <tr> <td>Masa del agua, g</td> <td>2.61</td> <td>2.81</td> <td>500.00</td> </tr> <tr> <td>Masa seca, g</td> <td>8.67</td> <td>8.92</td> <td>1088.75</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>30.88</td> <td>32.72</td> <td>38.75</td> </tr> </table>		LÍMITE PLÁSTICO MTC E-111		HUMEDAD MEDIO	Masa húmeda + Tera, g	14.12	13.85	264.00	Masa seca + Tera, g	11.48	11.24	1670.00	Masa de Tera, g	4.81	4.32	6.32	Masa del agua, g	2.61	2.81	500.00	Masa seca, g	8.67	8.92	1088.75	Humedad (%)	30.88	32.72	38.75																																																																																			
LÍMITE PLÁSTICO MTC E-111		HUMEDAD MEDIO																																																																																																													
Masa húmeda + Tera, g	14.12	13.85	264.00																																																																																																												
Masa seca + Tera, g	11.48	11.24	1670.00																																																																																																												
Masa de Tera, g	4.81	4.32	6.32																																																																																																												
Masa del agua, g	2.61	2.81	500.00																																																																																																												
Masa seca, g	8.67	8.92	1088.75																																																																																																												
Humedad (%)	30.88	32.72	38.75																																																																																																												
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN EL LABORATORIO (MÉTODOS)		CURVA DE PERCENTAJES DE LA MUESTRA																																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Resaca del tambo #1</td> <td>2000</td> <td>Masa seca Total</td> <td>880.0</td> </tr> <tr> <td>Masa seca después de lavar (g)</td> <td>401.72</td> <td>area del tambo, g</td> <td></td> </tr> <tr> <th>Tamaño (Fulg.)</th> <th>mm</th> <th>Masa (g)</th> <th>% Retenido</th> <th>% Pasado</th> </tr> <tr> <td>20</td> <td>75.000</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>210</td> <td>83.300</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>80.000</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>110</td> <td>86.100</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>85.000</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>90.000</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>10.700</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>9.000</td> <td>0.0</td> <td>0.2</td> <td>99.8</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>4.750</td> <td>18.0</td> <td>2.0</td> <td>98.0</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>2.500</td> <td>6.0</td> <td>0.7</td> <td>99.3</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>2.000</td> <td>3.7</td> <td>0.4</td> <td>99.6</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>1.000</td> <td>0.8</td> <td>0.0</td> <td>99.2</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0.850</td> <td>4.7</td> <td>0.5</td> <td>99.5</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>0.425</td> <td>12.3</td> <td>1.4</td> <td>98.6</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>0.250</td> <td>32.4</td> <td>3.6</td> <td>96.4</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>0.150</td> <td>80.3</td> <td>9.1</td> <td>90.9</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>0.106</td> <td>111.4</td> <td>12.6</td> <td>87.4</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>0.075</td> <td>100.1</td> <td>11.4</td> <td>88.6</td> </tr> <tr> <td>Tasa #200</td> <td>595.2</td> <td>68.0</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Resaca del tambo #1	2000	Masa seca Total	880.0	Masa seca después de lavar (g)	401.72	area del tambo, g		Tamaño (Fulg.)	mm	Masa (g)	% Retenido	% Pasado	20	75.000	0.0	0.0	100.0	210	83.300	0.0	0.0	100.0	20	80.000	0.0	0.0	100.0	110	86.100	0.0	0.0	100.0	10	85.000	0.0	0.0	100.0	240	90.000	0.0	0.0	100.0	100	10.700	0.0	0.0	100.0	300	9.000	0.0	0.2	99.8	40	4.750	18.0	2.0	98.0	60	2.500	6.0	0.7	99.3	100	2.000	3.7	0.4	99.6	150	1.000	0.8	0.0	99.2	200	0.850	4.7	0.5	99.5	300	0.425	12.3	1.4	98.6	400	0.250	32.4	3.6	96.4	600	0.150	80.3	9.1	90.9	800	0.106	111.4	12.6	87.4	1000	0.075	100.1	11.4	88.6	Tasa #200	595.2	68.0					
Resaca del tambo #1	2000	Masa seca Total	880.0																																																																																																												
Masa seca después de lavar (g)	401.72	area del tambo, g																																																																																																													
Tamaño (Fulg.)	mm	Masa (g)	% Retenido	% Pasado																																																																																																											
20	75.000	0.0	0.0	100.0																																																																																																											
210	83.300	0.0	0.0	100.0																																																																																																											
20	80.000	0.0	0.0	100.0																																																																																																											
110	86.100	0.0	0.0	100.0																																																																																																											
10	85.000	0.0	0.0	100.0																																																																																																											
240	90.000	0.0	0.0	100.0																																																																																																											
100	10.700	0.0	0.0	100.0																																																																																																											
300	9.000	0.0	0.2	99.8																																																																																																											
40	4.750	18.0	2.0	98.0																																																																																																											
60	2.500	6.0	0.7	99.3																																																																																																											
100	2.000	3.7	0.4	99.6																																																																																																											
150	1.000	0.8	0.0	99.2																																																																																																											
200	0.850	4.7	0.5	99.5																																																																																																											
300	0.425	12.3	1.4	98.6																																																																																																											
400	0.250	32.4	3.6	96.4																																																																																																											
600	0.150	80.3	9.1	90.9																																																																																																											
800	0.106	111.4	12.6	87.4																																																																																																											
1000	0.075	100.1	11.4	88.6																																																																																																											
Tasa #200	595.2	68.0																																																																																																													
RESULTADOS		CLASIFICACIÓN DEL SUELO REALIZADO																																																																																																													
% de Gravas	0.0	Co	% Límite Líquido	50.3	U.S. ASOCIACIÓN ASFALTO (AMERICAN ROAD & BUILDING BUILDING MATERIALS TESTING ASSOCIATION)	A-7.5(14)																																																																																																									
% de Arenas	51.3	MA	% Límite Plástico	37.8																																																																																																											
% de Fines	48.7	Co	Índice de Plasticidad	12.5	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS S.U.C.S.	MC																																																																																																									
OBSERVACIONES:																																																																																																															



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

BACH. CAYLLAHUA
CÁCERES, JOSÉ MANUEL

PROYECTO:
"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"

COD. INF. MS-00010-24

DISTRITO:
VARIOS

PROVINCIA:
CAYLLOMA

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA

REGION:
AREQUIPA

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION DE LA IGLESIA DE SANTIAGO APÓSTOL - MADRIGAL

Profesional Responsable PR:	Ing. Civil: Luis Alfredo Tintaya Huisa CIP: 288804	
Estrato de apoyo a la cimentación:	según clasificación SUCS se apoyará en suelos como:	
	Muestra 01:	SN
	Muestra 02:	SP-SC
	Muestra 03:	SW-SC
Presenta Nivel Freático:	NO	Fecha: 05/01/2024
Parámetros de Diseño de Cuadrado:		
Profundidad de cimentación		
Profundidad de cimentación zapata cuadrada:	1.5 m	
Profundidad de cimentación cimiento corrido:	1.5 m	
Ancho de cimentación zapata cuadrada:	1.2 m	
Largo de cimentación para cimiento corrido:	12 m	
Carga admisible		
Presión Admisible zapata cuadrada mínimo:	0.437 Kg/cm ²	Meyerhof
Presión Admisible cimiento corrido mínimo:	0.450 Kg/cm ²	Terzaghi
Asentamiento diferencial		
Asentamiento diferencia: zapata cuadrada:	0.073 cm	Terzaghi
Asentamiento diferencia: cimiento corrido:	0.199 cm	Terzaghi
Factor de seguridad por corte (estático):	3	
Asentamiento diferencial máximo aceptable:	2.54 cm.	
Parámetros Sísmicos del Suelo (Norma e-030)		
Zona Sísmica:	3	
Factor de zona:	0.35	
Perfil de Suelo:	Tipo S2, Suelos Intermedio	
Factor del Suelo S:	1.15	
Periodo predominante	Tp: 0.6 seg. Periodo Tl: 2.0 seg.	
Agresividad del suelo a la cimentación:	--	
Problemas especiales en suelo de fundación:		
Licuefacción:	--	
Colapso:	--	
Expansión:	--	
Indicaciones adicionales: Ninguna Las muestras fueron depositadas en las instalaciones del laboratorio.		



Luis A. Tintaya Huisa
INGENIERO CIVIL
CIP. 288804

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



MECANICA DE SUELOS GEONTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

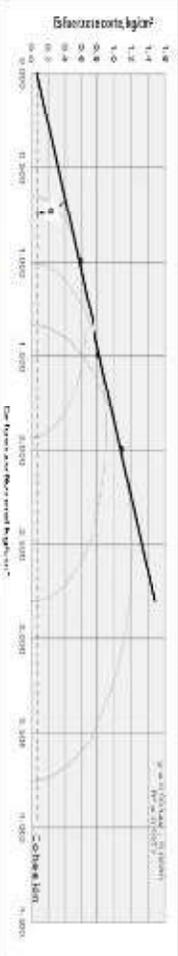
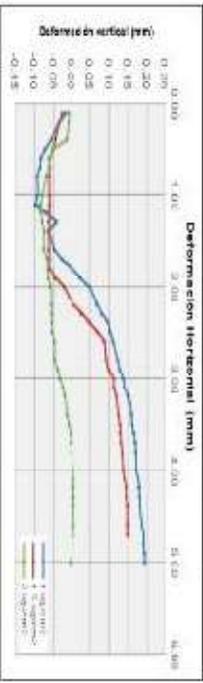
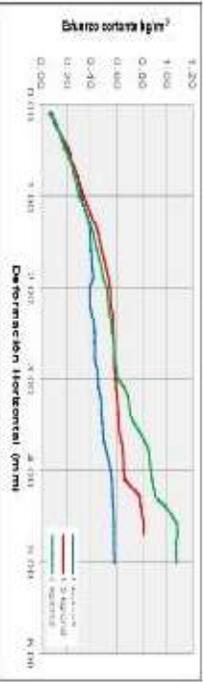
BACH. CAYLLAWA CACERES, JOSÉ MANUEL

COD. INE: MS-0001C-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLAWA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA
------------------------------	-------------------------	----------------------------	-------------------------------	-------------------------

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICION CONSOLIDADA (CD) - ASTM D 3080/D3080M

CONDICION: CD	MS-0001C-24
VELOCIDAD: 2mm/min	24
FECHA: 07/07/2024	07/07/2024

NOMBRE CLIENTE: BACH. CAYLLAWA CACERES, JOSÉ MANUEL	FECHA DE ENSAYO: 09/07/2024
OBJETIVO/PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLAWA, AREQUIPA, 2023"	SONDEO No.: 1
DESCRIPCIÓN: RESQUÍA DE CALZADILLA ANTIGUA - MATERIAL A	INTERVALO No.: 3
	PROFUNDIDAD (cm): 1.5



ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	RESISTENCIA AL CORTE (kg/cm²)
1.0	0.580
1.5	0.805
2.0	1.085

CONVERSION (kg/cm²)	ÁNGULO DE FRICCION INTERNA (φ)
0.07	26.75 °
267.43 °/cm²	

OTRAS PREVISIONES: El resultado presentado corresponde únicamente a la muestra entregada al Laboratorio y sometida a ensayo. Este informe no es válido para otros usos ni para otros fines que los expresados en el presente informe. S.A.C.

REVISADO POR: *[Firma]*
INGENIERO CIVIL

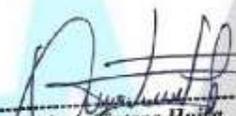
LABORATORIO DE GEOTECNIA S.A.C.
CALLE 105, CARMEN ALTO - CAYMA - AREQUIPA

MECANICA DE SUELOS GEONTEGRA S.A.C. AREA DE LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO
Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa
Central: (054) 325482 / Cel.: 916271773 / e-mail: msgeointegra@gmail.com / FB: MS Geointegra SAC

	MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO				BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				
COD. INF. MS-00010-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	---

 ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN CONSOLIDADA URMADA (C3) - LECTURAS DE ENSAYO ART. 04 2007/00000																				
CLIENTE: DADO L. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL PROYECTO: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023										MONEDA: S/		FECHA DE ENSAYO: 09/01/2024								
ESPRICOMI No. 01					ESPRICOMI No. 02					ESPRICOMI No. 03										
Tempo	Deformación		Carga	Área	Esfuerzo	Tempo	Deformación		Carga	Área	Esfuerzo	Tempo	Deformación		Carga	Área	Esfuerzo			
(Min:Seg)	(mm)	(%)	(kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(Min:Seg)	(mm)	(%)	(kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(Min:Seg)	(mm)	(%)	(kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)			
0 10	0 10	0.2	-0.019	2.48	29.03	0.08	0 10	0 10	0.2	-0.028	1.80	30.03	0.07	0 10	0 10	0.2	-0.028	2.01	32.33	0.07
0 20	0 20	0.3	-0.029	2.80	33.87	0.10	0 20	0 20	0.3	-0.022	2.24	30.87	0.11	0 20	0 20	0.3	-0.027	2.42	30.87	0.12
0 30	0 42	0.7	-0.050	4.88	58.45	0.17	0 30	0 40	0.7	-0.043	4.75	36.85	0.16	0 30	0 40	0.7	-0.033	4.50	36.85	0.16
0 40	0 56	0.8	-0.075	5.96	73.79	0.21	0 40	0 50	0.8	-0.047	5.89	38.79	0.20	0 40	0 50	0.8	-0.050	5.75	38.79	0.16
0 50	0 58	1.0	-0.081	6.85	83.74	0.24	0 50	0 50	1.0	-0.057	6.74	40.73	0.23	0 50	0 50	1.0	-0.050	6.75	38.79	0.21
1 0	0 55	1.2	-0.084	7.75	93.89	0.27	1 0	0 50	1.2	-0.059	7.72	40.89	0.27	1 0	0 50	1.2	-0.057	7.91	38.89	0.24
1 10	0 55	1.5	-0.091	8.64	103.93	0.30	1 10	0 45	1.5	-0.055	8.62	40.92	0.30	1 10	0 45	1.5	-0.057	7.28	38.89	0.27
1 20	1 00	1.6	-0.092	9.15	109.49	0.32	1 20	1 00	1.6	-0.059	9.59	40.44	0.34	1 20	1 00	1.6	-0.050	6.82	38.49	0.30
1 30	1 10	1.6	-0.096	9.72	114.42	0.34	1 30	1 10	1.6	-0.058	10.46	40.42	0.37	1 30	1 10	1.6	-0.052	9.80	38.42	0.34
1 40	1 25	2.0	-0.075	10.41	120.39	0.37	1 40	1 20	2.0	-0.060	11.25	40.35	0.40	1 40	1 20	2.0	-0.052	10.25	38.39	0.36
1 50	1 30	2.1	-0.062	10.79	123.30	0.38	1 50	1 20	2.1	-0.055	11.91	40.30	0.42	1 50	1 20	2.1	-0.059	11.02	38.30	0.36
2 0	1 40	2.3	-0.056	11.01	123.24	0.39	2 0	1 40	2.3	-0.055	12.75	40.24	0.45	2 0	1 40	2.3	-0.073	11.62	38.24	0.41
2 10	1 45	2.6	-0.046	11.19	123.12	0.40	2 10	1 40	2.6	-0.050	13.52	40.14	0.48	2 10	1 40	2.6	-0.074	12.92	38.12	0.45
2 20	1 50	2.6	-0.028	11.25	123.05	0.41	2 20	1 50	2.6	-0.050	14.01	40.05	0.50	2 20	1 50	2.6	-0.074	12.98	38.05	0.45
2 30	1 50	3.0	0.002	11.42	123.00	0.41	2 30	1 50	3.0	-0.059	14.94	40.00	0.52	2 30	1 50	3.0	-0.073	13.52	38.00	0.46
2 40	1 55	3.1	0.029	11.65	123.03	0.42	2 40	1 50	3.1	-0.044	14.95	40.03	0.54	2 40	1 55	3.1	-0.057	13.75	38.03	0.46
2 50	2 00	3.2	0.050	11.85	123.07	0.42	2 50	2 00	3.2	-0.030	15.25	40.07	0.55	2 50	2 00	3.2	-0.059	14.88	38.07	0.50
3 0	2 55	3.8	0.070	12.82	127.74	0.48	3 0	2 50	3.8	0.005	15.26	40.74	0.58	3 0	2 50	3.8	-0.074	14.82	38.74	0.56
3 10	2 55	3.8	0.062	11.59	123.83	0.45	3 10	2 50	3.8	0.002	16.11	40.83	0.60	3 10	2 50	3.8	0.003	15.00	38.83	0.60
3 20	2 40	3.0	0.030	11.67	123.88	0.45	3 20	2 40	3.0	0.000	16.16	40.84	0.60	3 20	2 40	3.0	0.003	15.30	38.84	0.60
3 30	2 40	4.1	0.030	11.76	123.87	0.45	3 30	2 40	4.1	0.019	16.16	40.84	0.60	3 30	2 40	4.1	0.019	15.47	38.84	0.60
3 40	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	3 40	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	3 40	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
3 50	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	3 50	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	3 50	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
4 0	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	4 0	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	4 0	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
4 10	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	4 10	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	4 10	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
4 20	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	4 20	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	4 20	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
4 30	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	4 30	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	4 30	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
4 40	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	4 40	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	4 40	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
4 50	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	4 50	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	4 50	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
5 0	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	5 0	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	5 0	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
5 10	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	5 10	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	5 10	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
5 20	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	5 20	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	5 20	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
5 30	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	5 30	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	5 30	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
5 40	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	5 40	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	5 40	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
5 50	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	5 50	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	5 50	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
6 0	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	6 0	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	6 0	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
6 10	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	6 10	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	6 10	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
6 20	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	6 20	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	6 20	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
6 30	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	6 30	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	6 30	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
6 40	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	6 40	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	6 40	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
6 50	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	6 50	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	6 50	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60
7 0	2 40	4.8	0.030	11.76	123.87	0.45	7 0	2 40	4.8	0.006	16.16	40.84	0.60	7 0	2 40	4.8	0.000	15.80	38.84	0.60




Luis A. Tintaya Huiza
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 268804



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

BACH. CAYLLAHUA
CÁCERES, JOSÉ MANUEL

PROYECTO:
"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"

COD. INF. MS-00010-24

DISTRITO:
VARIOS

PROVINCIA:
CAYLLOMA

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA

REGION:
AREQUIPA

DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS, DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS, CLASIFICACIÓN AASHTO Y SUCS		COLETA	HY-00102
		LECTA	UN-00004
		CONDICIÓN	
		NÚMERO DE MUESTRAS	
MTC E - 107 / 198 / 198 / 111			
CLIENTE	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL	FECHA:	05/10/2024
ADSCRIPCIÓN	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL	SOLICITUD No.	1
PROYECTO	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"	MUESTRA No.	1
LOCALIZACIÓN	IGLESIA DE SANTO DOMINGO - YANACOLA	PROFUNDIDAD (m)	1
DESCRIPCIÓN	ARENA LIGERAMENTE ARENOSO CON CONTENIDO DE GRASA MEDIO PLÁSTICA, COLOR ROJOSO (PUZOS ARENOS)		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MÉTODO CASAS) - MTC E 110		CURVA DE FLUIDEZ	
Número de golpes			
Masa Humeda + Tare, g	31.25 32.21 30.55		
Masa seca + Tare, g	22.15 22.79 21.74		
Masa de Tare, g	8.28 8.21 6.54		
Masa de agua, g			
Masa seca, g			
Humedad (%)	IL IL IL		
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111)		HUMEDAD MTC E 108	
Masa Humeda + Tare, g		5475.00	
Masa seca + Tare, g	11.64 11.78	629.00	
Masa de Tare, g	4.56 4.39	8.22	
Masa de agua, g		492.00	
Masa seca, g		3018.78	
Humedad (%)	38' 38'	3.81	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MTC E 107 (MÉTODO PORTAMANZANO)		CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA	
Tamaño del tamiz #4	42.50	Masa seca Total	500.0
Masa seca retenida en tamiz (g)	62.17	Porcentaje del tamiz, %	
Tamaño (mm)	Pass (g)	% Retenido	% Pasado Acumulado
3"	76.200	0.0	100.0
3.75"	95.250	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	100.0
1.18"	30.100	0.0	100.0
0.85"	26.150	0.0	100.0
0.425"	19.000	0.0	100.0
0.25"	12.700	28.0	96.4
0.15"	9.510	50.0	96.2
0.075"	4.760	33.0	91.0
0.075"	2.380	30.0	81.7
0.075"	2.000	28.0	79.8
0.075"	1.500	28.0	74.7
0.075"	0.850	26.0	68.1
0.075"	0.420	26.0	62.0
0.075"	0.200	26.0	56.5
0.075"	0.100	25.7	48.0
0.075"	0.075	24.8	42.1
0.075"	0.075	24.8	36.9
Resa MS	473.8	36.0	
TABLA DE RESULTADOS		CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)	
% de Arena	33.0	% Límite Líquido	IL
% de Arena	33.0	% Límite Plástico	IP
% de Fines	67.0	% Índice de Plasticidad	PI
25.5			
CLASIFICACIÓN AASHTO			A-4
CLASIFICACIÓN SUCS			SM



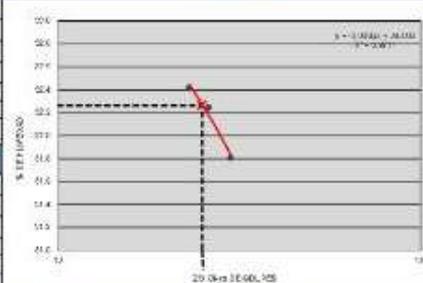
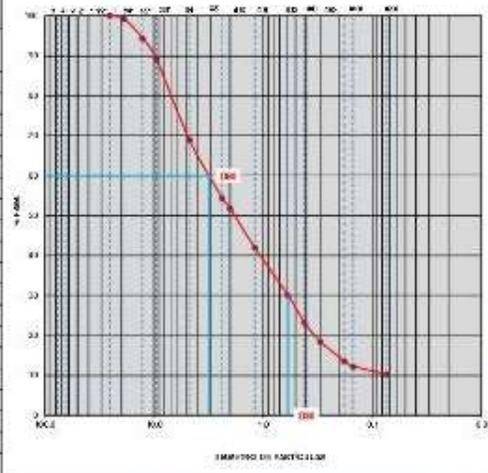
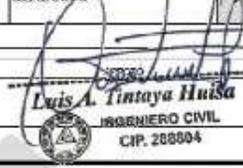
Luis A. Tintaya Huiza
INGENIERO CIVIL
CIP. 28804

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

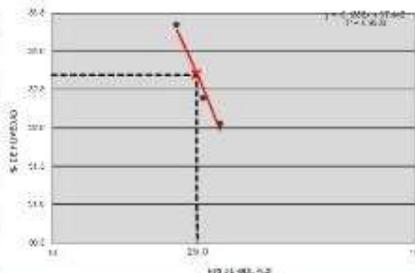
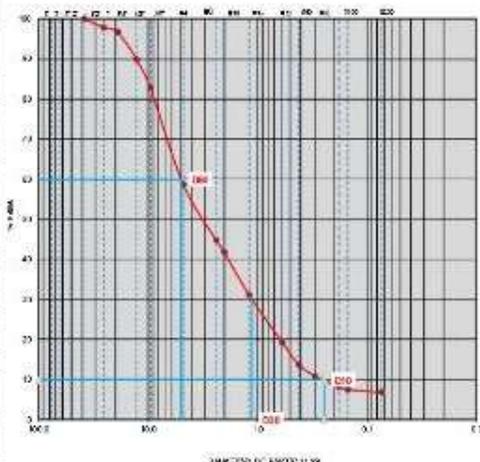
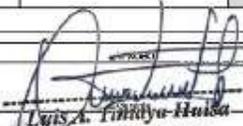
Cal. Tumbes 105, Carmen Alto - Cayma - Arequipa - Arequipa

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

	MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO				BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				
COD. INF. MS-00010-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	---

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS, DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS, CLASIFICACIÓN AMERICANA Y SUELOS				CÓDIGO: MS-0010-24 FECHA: JUN/2023 PÁG. 04 DE 102		
	MTS E-107 / 103 / 118 / 111						
CLIENTE:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL			FECHA:	09/12/24		
ATRIBUCIÓN:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL			BOLETO No.:	1		
PROYECTO:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"			MUESTRA No.:	2		
LOCALIZACIÓN:	IGLESIA DE SANTAGO APÓSTOL - MADRIGAL			PROFUNDIDAD (m):	2		
DESCRIPCIÓN:	ARENA MAL GRADADA CON ARELLA CON CRAVA SP SO DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR ROSADO, (PUZOLÁNICO)						
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS, MÉTODO A - MTC E-110				CURVA DE FLUIDEZ			
Numero de golpes	30	25	25				
Moisture + Tare, g	27.24	24.12	26.80				
Moisture + Tare, g	22.18	23.78	21.74				
Moisture, g	0.25	0.22	0.13				
Moisture, g	5.08	5.24	5.08				
Moisture, g	15.87	14.88	15.61				
Moisture (%)	24.86	32.23	32.42				
LÍMITE PLÁSTICO MTC E-111			HUMEDAD MTC E-106				
Moisture + Tare, g	12.12	12.62	27.52.00				
Moisture + Tare, g	11.88	11.18	23.15.00				
Moisture, g	4.89	4.09	6.22				
Moisture, g	1.37	1.43	327.00				
Moisture, g	6.95	6.65	2323.78				
Moisture (%)	29.98	21.67	7.46				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MTC E-117 (MÉTODO PORTAMIZADO)				CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA			
Peso de la muestra (g)	5410.0	Moisture Total (g)	398.0				
Moisture de la muestra (g)	401.70	Moisture Total (g)	398.0				
Tamaño (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado			% Pasa	
3"	76.200	0.0	0.0			100.0	
3/16"	65.800	0.0	0.0			100.0	
2"	30.800	0.0	0.0			100.0	
1/2"	30.100	0.0	0.0			100.0	
1"	25.400	0.0	0.0			100.0	
3/8"	19.000	76.0	0.8			99.2	
1/4"	12.700	452.0	4.9			95.1	
3/16"	8.500	485.3	8.2			91.8	
#4	4.750	1862.0	20.1			80.0	
#6	2.500	227.2	14.8			65.2	
#10	2.000	42.7	2.7			62.5	
#16	1.180	152.8	0.8			61.4	
#30	0.600	184.4	11.9			50.0	
#40	0.420	104.2	6.7			43.3	
#60	0.250	78.8	4.9			38.4	
#80	0.180	76.5	4.9			33.5	
#100	0.140	20.3	1.3			32.2	
#200	0.075	31.4	2.9	29.3			
Peso #200	158.3	79.2					
RESULTADOS				CLASIFICACIÓN DEL SUELO AREALIZADO			
% de Gravas:	0.0	Cc	NA	W _L Límite Líquido	32.3	CLASIFICACIÓN AMERICANA (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORT ENGINEERS)	A-2-4(1)
% de Arenas:	100.0	Cc	NA	NA Índice Plástico	0.0		
% de Fines:	100.0	NA	NA	W _p Índice de Plasticidad	0.0	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)	SP-SO
OBSERVACIONES:							
							

	MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO				BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				
COD. INF. MS-0010-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	---

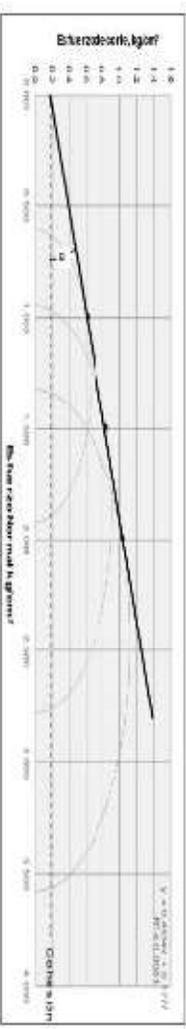
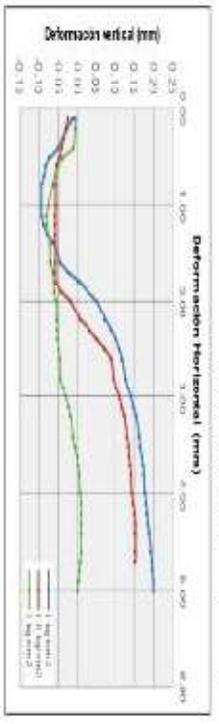
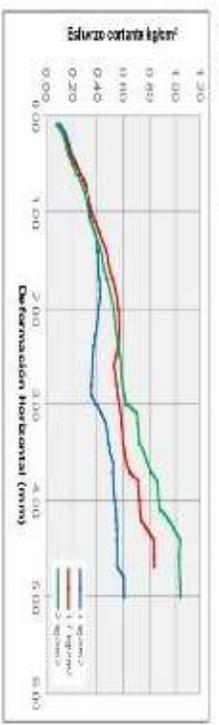
	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS, DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS, CLASIFICACIÓN ASHTO Y USCS			0000 0000 0000 0000	0000-00 000000 000000 000000	
	MTCE - 107 / 108 / 118 / 119					
CLIENTE:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL			FECHA:	05/10/2024	
ATENCIÓN:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL			SOLICITUD No.:	1	
PROYECTO:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"			MUESTRA No.:	3	
LOCALIZACIÓN:	EN PRADAS SANTIAGO APÓSTOL - ANDRIMAY			PROBLEMA No.:	25	
DESCRIPCIÓN:	ARREBA RIFA GRABADA CON ARCILLA CON GRASA SW 80 DE MEDIANA PLASTICIDAD - COLOR ROJOSO (PUZOLANICO)					
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MÉTODO A - MTCE E 11)				CURVA DE PLASTICIDAD		
Numero de golpes	20	25	30			
Massa húmeda + Tara, g	30.25	32.74	28.74			
Massa seca + Tara, g	24.25	28.25	21.74			
Massa de Tara, g	8.76	8.71	8.16			
Massa del agua, g	8.00	8.49	8.00			
Massa seca, g	17.08	20.04	16.80			
Humedad (%)	32.35	32.35	32.85			
LÍMITE PLÁSTICO MTCE E 11				HUMEDAD MTCE E 11B		
Massa húmeda + Tara, g	18.00	12.65	3052.00			
Massa seca + Tara, g	14.25	12.18	3387.00			
Massa de Tara, g	4.35	4.38	6.22			
Massa del agua, g	1.77	1.80	280.00			
Massa seca, g	8.70	7.79	3475.78			
Humedad (%)	18.25	19.24	8.29			
ANÁLISIS GRANÍMETRICO MTCE E 107 (MÉTODO POR TAMBAZO)				CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA		
Residuo total sobre # 4	456.0	Masa seca total antes del lavado: g 401.70				
Massa seca después de lavar (g)	401.70	Masa seca total antes del lavado: g 400.0				
Tamaño (R#)	(mm)	Peso Ret (g)	% Retenido			% Pasado
# 2	75.000	0.0	0.0			100.0
# 4	47.500	0.0	0.0			100.0
# 10	2.000	0.0	0.0			100.0
# 20	0.850	0.0	0.0			100.0
# 40	0.425	1.0	0.2			99.8
# 60	0.250	1.0	0.2			99.8
# 80	0.175	1.0	0.2			99.8
# 100	0.150	1.0	0.2			99.8
# 150	0.106	1.0	0.2			99.8
# 200	0.075	1.0	0.2			99.8
# 250	0.063	1.0	0.2			99.8
# 300	0.053	1.0	0.2			99.8
# 350	0.045	1.0	0.2			99.8
# 425	0.037	1.0	0.2			99.8
Peso # 200	1.0	0.2	0.2			99.8
RESULTADOS						CLASIFICACIÓN DEL SUELO ANALIZADO
% de Gravas:	0.0	Co	% Límite Líquido	22.7	CLASIFICACIÓN ASHTO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION ENGINEERS) A-3-U(1)	
% de Arenas:	100.0	Cc	% Límite Plástico	8.29		
% de Arcillas:	0.0	Cu	% Índice de Plasticidad	14.41	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS USCS SM-SC	
% de Finos:	100.0	1.018	% Índice de Humedad	8.29		
OBSERVACIONES:						
 Luis A. Tillyre-Huaco INGENIERO CIVIL CIP 285804						

	MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO				BACH. CAYLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				
COD. INF. MS-00030-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	---

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION DE LA IGLESIA DE LOS SANTOS REYES - ACHOMA	
Profesional Responsable PR:	Ing. Civil: Luis Alfredo Tintaya Huisa CIP: 288804
Estrato de apoyo a la cimentación:	según clasificación SUCS se apoyará en suelos como: Muestra 01: SC-SM Muestra 02: SC
Presenta Nivel Freático:	NO Fecha: 05/01/2024
Parámetros de Diseño de Cuadrado:	
Profundidad de cimentación	
Profundidad de cimentación zapata cuadrada:	1.5 m
Profundidad de cimentación cimiento corrido:	1.5 m
Ancho de cimentación zapata cuadrada:	1.2 m
Largo de cimentación para cimiento corrido:	12 m
Carga admisible	
Presión Admisible zapata cuadrada mínimo:	0.335 Kg/cm ² Meyerhof
Presión Admisible cimiento corrido mínimo:	0.344 Kg/cm ² Terzaghi
Asentamiento diferencial	
Asentamiento diferencia: zapata cuadrada:	0.043 cm Terzaghi
Asentamiento diferencia: cimiento corrido:	0.116 cm Terzaghi
Factor de seguridad por corte (estático):	3
Asentamiento diferencial máximo aceptable:	2.54 cm.
Parámetros Sísmicos del Suelo (Norma e-030)	
Zona Sísmica:	3
Factor de zona:	0.35
Perfil de Suelo:	Tipo S2, Suelos Intermedio
Factor del Suelo S:	1.15
Período predominante	Tp: 0.6 seg. Periodo Tl: 2.0 seg.
Agresividad del suelo a la cimentación:	--
Problemas especiales en suelo de fundación:	
Licuefacción:	--
Colapso:	--
Expansión:	--
Indicaciones adicionales: Ninguna	
Las muestras fueron depositadas en las instalaciones del laboratorio.	
 	

		MECANICA DE SUELOS GEOTEK S.A.C.			
		LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO			
COD. INF. MS-00010-24		PROYECTO:			
		"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACION Y REDUCCION DEL RIESGO SISMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLAMA, AREQUIPA 2023"			
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	REGION:		
VARIOS	CAYLLAMA	AREQUIPA	AREQUIPA		
BACH, CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL					

GEOTEK S.A.C.		BRAYVO DE CORTE DIRECTO EN CONDICION CONSOLIDADA PREVIADA (CD)	
ASTM D 3080/D3080M		FECHA DE ENSAYO :	09/07/2024
NOMBRE CLIENTE :	BACH, CAYLLAHUA CACERES, JOSÉ MANUEL	SONDEO No.:	1
OBRA/PROYECTO:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACION Y REDUCCION DEL RIESGO SISMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLAMA, AREQUIPA 2023"	MUESTRA No.:	2
LOCALIZACION:	IGLESIA DE LOS SANTOS PASTES - ACHUMBA	PROFUNDIDAD (m):	1.5
DESCRIPCION:			



ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	RESISTENCIA AL CORTE (kg/cm ²)
1.2	0.808
1.5	0.830
2.3	1.038

COHESION (kg/cm ²)	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)
0.18	23.43°

OBSERVACIONES:

Se realizaron presentando correspondiente unificación y se muestra unificada al laboratorio y se muestra el ensayo.

RECIBIDO POR: **REVISADO POR:**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

Jefe del Laboratorio

[Firma]
INGENIERO CIVIL
CIP. 28894

MECANICA DE SUELOS GEOTEK S.A.C. AREA DE LABORATORIO DE SUELOS ASFALTO Y CONCRETO

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

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



MECANICA DE SUELOS GEINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

BACH. CAYLLAHUA
CÁCERES, JOSÉ MANUEL

PROYECTO:
"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"

COD. INF. MS-00010-24

DISTRITO:
VARIOS

PROVINCIA:
CAYLLOMA

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA

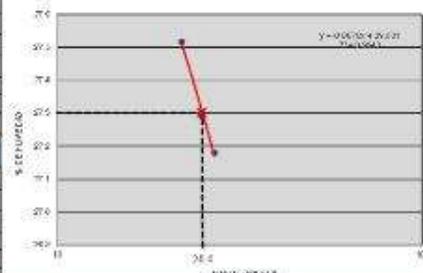
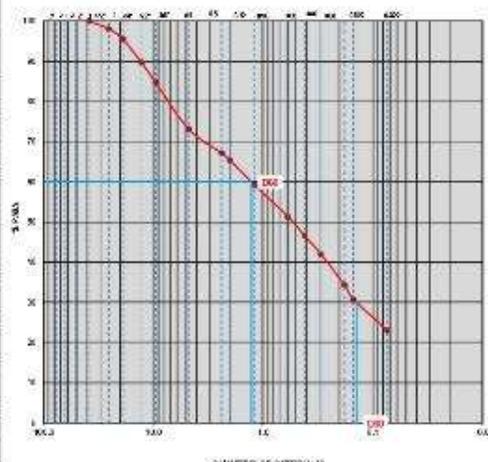
REGION:
AREQUIPA

ESPECIMEN No. 01		ESPECIMEN No. 02		ESPECIMEN No. 03	
Deformación	Deformación	Deformación	Deformación	Deformación	Deformación
Horizontal (mm)	Vertical (mm)	Horizontal (mm)	Vertical (mm)	Horizontal (mm)	Vertical (mm)
0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
1.0	0.70	1.2	-0.006	0.28	23.68
1.10	0.80	1.3	-0.009	0.36	23.60
1.20	1.00	1.6	-0.010	0.44	23.46
1.30	1.10	1.8	-0.010	0.52	23.42
1.40	1.20	2.0	-0.008	0.60	23.38
1.50	1.30	2.1	-0.010	0.68	23.30
2.0	1.40	2.3	-0.005	0.76	23.24
2.10	1.60	2.6	-0.046	0.84	23.12
2.20	1.70	2.8	-0.050	0.92	23.08
2.30	1.80	3.0	-0.050	1.00	23.00
2.40	1.90	3.1	-0.058	1.08	22.92
2.50	2.00	3.3	-0.058	1.16	22.84
3.0	2.10	3.4	-0.066	1.24	22.76
3.10	2.20	3.6	-0.066	1.32	22.68
3.20	2.40	3.9	-0.066	1.40	22.60
3.30	2.50	4.1	-0.077	1.48	22.52
3.40	2.60	4.3	-0.080	1.56	22.44
3.50	2.80	4.6	-0.089	1.64	22.36
4.0	2.90	4.8	-0.100	1.72	22.28
4.10	3.00	4.9	-0.114	1.80	22.20
4.20	3.10	5.1	-0.120	1.88	22.12
4.30	3.20	5.3	-0.127	1.96	22.04
4.40	3.40	5.6	-0.133	2.04	21.96
4.50	3.50	5.8	-0.137	2.12	21.88
5.0	3.60	5.9	-0.139	2.20	21.80
5.10	3.70	6.1	-0.141	2.28	21.72
5.20	3.80	6.2	-0.146	2.36	21.64
5.30	4.00	6.5	-0.150	2.44	21.56
5.40	4.10	6.7	-0.149	2.52	21.48
5.50	4.20	6.9	-0.151	2.60	21.40
6.0	4.30	7.1	-0.155	2.68	21.32
6.10	4.40	7.2	-0.155	2.76	21.24
6.20	4.60	7.6	-0.155	2.84	21.16
6.30	4.70	7.7	-0.155	2.92	21.08
6.40	4.80	7.9	-0.159	3.00	21.00
6.50	4.90	8.1	-0.161	3.08	20.92
7.0	5.00	8.2	-0.161	3.16	20.84

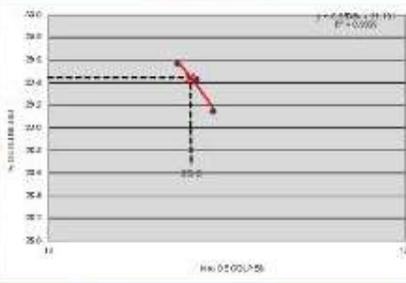
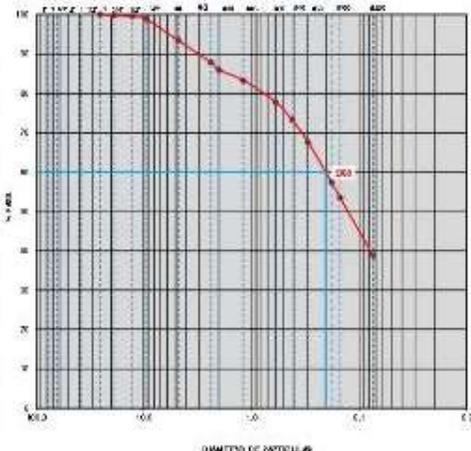


Luis A. Tintaya Huiza
INGENIERO CIVIL
CIP. 288604

	MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO				BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				
COD. INF. MS-00010-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	---

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO. DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS. CLASIFICACIÓN ASARTE Y RICSA				ODEI 00 FECHA: 06/02/2023 KMS/000 PÁGINA 1 DE 1		
	MTC E - 107 (108 / 116 / 111)						
CLIENTE:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL				FECHA:	05/12/2024	
ATENCIÓN:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL				SOLICITUD No.:	1	
PROYECTO:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				MUESTRA No.:	1	
LUGAR DE ORIGEN:	ISLA DE LOS SANTOS REYES - AREQUIPA				PROFUNDIDAD (m):	1.5	
DESCRIPCIÓN:	ARENA LIMBA CON GRANÍFIMO DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR ROSADO, (PUZELANDE)						
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS, MÉTODO - MTC E 110			CURVA DE FLUIDEZ				
Numero de golpes	22	25	27				
Masa húmeda + Tara, g	31.50	31.21	30.88				
Masa seca + Tara, g	25.74	25.85	21.74				
Masa de Tara, g	6.39	6.21	6.14				
Masa del agua, g	5.39	5.20	4.25				
Masa seca, g	15.40	15.24	15.50				
Humedad, (%)	37.52	37.28	37.18				
LÍMITE PLÁSTICO MTC E 111			HUMEDAD MTC E 108				
Masa húmeda + Tara, g	30.00	19.80	300.00				
Masa seca + Tara, g	17.25	19.80	220.00				
Masa de Tara, g	4.85	4.38	6.20				
Masa del agua, g	2.70	2.87	127.00				
Masa seca, g	12.70	12.85	220.00				
Humedad, (%)	21.65	22.80	15.20				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MTC E 107 (MÉTODO PORTAMIZADO)				CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA			
Tamaño total (malla #4)	2000.0	Masa seca Total antes del lavado, g	500.0				
Masa seca al pasar de la malla	407.00						
Tamaño		Grava Ret. (g)	% Retenido			% Retenido Acumulativo	% Pasa
#4	4.75	0.0	0.0			0.0	100.0
#10	2.0	0.0	0.0			0.0	100.0
#20	0.85	0.0	0.0			0.0	100.0
#40	0.425	0.0	0.0			0.0	100.0
#60	0.25	0.0	0.0			0.0	100.0
#80	0.18	0.0	0.0			0.0	100.0
#100	0.15	0.0	0.0			0.0	100.0
#150	0.106	0.0	0.0			0.0	100.0
#200	0.075	0.0	0.0			0.0	100.0
#250	0.06	0.0	0.0			0.0	100.0
#300	0.05	0.0	0.0			0.0	100.0
#350	0.0425	0.0	0.0			0.0	100.0
#400	0.0375	0.0	0.0			0.0	100.0
#450	0.032	0.0	0.0			0.0	100.0
#500	0.028	0.0	0.0			0.0	100.0
#600	0.025	0.0	0.0			0.0	100.0
#750	0.018	0.0	0.0			0.0	100.0
#900	0.015	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1060	0.0125	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1250	0.0106	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1500	0.0085	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1800	0.0075	0.0	0.0	0.0	100.0		
#2100	0.0066	0.0	0.0	0.0	100.0		
#2500	0.0058	0.0	0.0	0.0	100.0		
#3000	0.005	0.0	0.0	0.0	100.0		
#3500	0.00425	0.0	0.0	0.0	100.0		
#4000	0.00375	0.0	0.0	0.0	100.0		
#4500	0.0032	0.0	0.0	0.0	100.0		
#5000	0.0028	0.0	0.0	0.0	100.0		
#6000	0.0025	0.0	0.0	0.0	100.0		
#7500	0.0018	0.0	0.0	0.0	100.0		
#9000	0.0015	0.0	0.0	0.0	100.0		
#10600	0.00125	0.0	0.0	0.0	100.0		
#12500	0.00106	0.0	0.0	0.0	100.0		
#15000	0.00085	0.0	0.0	0.0	100.0		
#18000	0.00075	0.0	0.0	0.0	100.0		
#21000	0.00066	0.0	0.0	0.0	100.0		
#25000	0.00058	0.0	0.0	0.0	100.0		
#30000	0.0005	0.0	0.0	0.0	100.0		
#35000	0.000425	0.0	0.0	0.0	100.0		
#40000	0.000375	0.0	0.0	0.0	100.0		
#45000	0.00032	0.0	0.0	0.0	100.0		
#50000	0.00028	0.0	0.0	0.0	100.0		
#60000	0.00025	0.0	0.0	0.0	100.0		
#75000	0.00018	0.0	0.0	0.0	100.0		
#90000	0.00015	0.0	0.0	0.0	100.0		
#106000	0.000125	0.0	0.0	0.0	100.0		
#125000	0.000106	0.0	0.0	0.0	100.0		
#150000	0.000085	0.0	0.0	0.0	100.0		
#180000	0.000075	0.0	0.0	0.0	100.0		
#210000	0.000066	0.0	0.0	0.0	100.0		
#250000	0.000058	0.0	0.0	0.0	100.0		
#300000	0.00005	0.0	0.0	0.0	100.0		
#350000	0.0000425	0.0	0.0	0.0	100.0		
#400000	0.0000375	0.0	0.0	0.0	100.0		
#450000	0.000032	0.0	0.0	0.0	100.0		
#500000	0.000028	0.0	0.0	0.0	100.0		
#600000	0.000025	0.0	0.0	0.0	100.0		
#750000	0.000018	0.0	0.0	0.0	100.0		
#900000	0.000015	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1060000	0.0000125	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1250000	0.0000106	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1500000	0.0000085	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1800000	0.0000075	0.0	0.0	0.0	100.0		
#2100000	0.0000066	0.0	0.0	0.0	100.0		
#2500000	0.0000058	0.0	0.0	0.0	100.0		
#3000000	0.000005	0.0	0.0	0.0	100.0		
#3500000	0.00000425	0.0	0.0	0.0	100.0		
#4000000	0.00000375	0.0	0.0	0.0	100.0		
#4500000	0.0000032	0.0	0.0	0.0	100.0		
#5000000	0.0000028	0.0	0.0	0.0	100.0		
#6000000	0.0000025	0.0	0.0	0.0	100.0		
#7500000	0.0000018	0.0	0.0	0.0	100.0		
#9000000	0.0000015	0.0	0.0	0.0	100.0		
#10600000	0.00000125	0.0	0.0	0.0	100.0		
#12500000	0.00000106	0.0	0.0	0.0	100.0		
#15000000	0.00000085	0.0	0.0	0.0	100.0		
#18000000	0.00000075	0.0	0.0	0.0	100.0		
#21000000	0.00000066	0.0	0.0	0.0	100.0		
#25000000	0.00000058	0.0	0.0	0.0	100.0		
#30000000	0.0000005	0.0	0.0	0.0	100.0		
#35000000	0.000000425	0.0	0.0	0.0	100.0		
#40000000	0.000000375	0.0	0.0	0.0	100.0		
#45000000	0.00000032	0.0	0.0	0.0	100.0		
#50000000	0.00000028	0.0	0.0	0.0	100.0		
#60000000	0.00000025	0.0	0.0	0.0	100.0		
#75000000	0.00000018	0.0	0.0	0.0	100.0		
#90000000	0.00000015	0.0	0.0	0.0	100.0		
#106000000	0.000000125	0.0	0.0	0.0	100.0		
#125000000	0.000000106	0.0	0.0	0.0	100.0		
#150000000	0.000000085	0.0	0.0	0.0	100.0		
#180000000	0.000000075	0.0	0.0	0.0	100.0		
#210000000	0.000000066	0.0	0.0	0.0	100.0		
#250000000	0.000000058	0.0	0.0	0.0	100.0		
#300000000	0.00000005	0.0	0.0	0.0	100.0		
#350000000	0.0000000425	0.0	0.0	0.0	100.0		
#400000000	0.0000000375	0.0	0.0	0.0	100.0		
#450000000	0.000000032	0.0	0.0	0.0	100.0		
#500000000	0.000000028	0.0	0.0	0.0	100.0		
#600000000	0.000000025	0.0	0.0	0.0	100.0		
#750000000	0.000000018	0.0	0.0	0.0	100.0		
#900000000	0.000000015	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1060000000	0.0000000125	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1250000000	0.0000000106	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1500000000	0.0000000085	0.0	0.0	0.0	100.0		
#1800000000	0.0000000075	0.0	0.0	0.0	100.0		
#2100000000	0.0000000066	0.0	0.0	0.0	100.0		
#2500000000	0.0000000058	0.0	0.0	0.0	100.0		
#3000000000	0.000000005	0.0	0.0	0.0	100.0		
#3500000000	0.00000000425	0.0	0.0	0.0	100.0		
#4000000000	0.00000000375	0.0	0.0	0.0	100.0		
#4500000000	0.0000000032	0.0	0.0	0.0	100.0		
#5000000000	0.0000000028	0.0	0.0	0.0	100.0		
#6000000000	0.0000000025	0.0	0.0	0.0	100.0		
#7500000000	0.0000000018	0.0	0.0	0.0	100.0		
#9000000000	0.0000000015	0.0	0.0	0.0	100.0		
#10600000000	0.00000000125	0.0	0.0	0.0	100.0		
#12500000000	0.00000000106	0.0	0.0	0.0	100.0		
#15000000000	0.00000000085	0.0	0.0	0.0	100.0		
#18000000000	0.00000000075	0.0	0.0	0.0	100.0		
#21000000000	0.00000000066	0.0	0.0	0.0	100.0		
#25000000000	0.00000000058	0.0	0.0	0.0	100.0		
#30000000000	0.0000000005	0.0	0.0	0.0	100.0		
#35000000000	0.000000000425	0.0	0.0	0.0	100.0		
#40000000000	0.000000000375	0.0	0.0	0.0	100.0		
#45000000000	0.00000000032	0.0	0.0	0.0	100.0		
#50000000000	0.00000000028	0.0	0.0	0.0	100.0		
#60000000000	0.00000000025	0.0	0.0	0.0	100.0		
#75000000000	0.00000000018	0.0	0.0	0.0	100.0		
#90000000000	0.00000000015	0.0	0.0	0.0	100.0		
#106000000000	0.000000000125	0.0	0.0	0.0	100.0		
#125000000000	0.000000000106	0.0	0.0	0.0	100.0		
#150000000000	0.000000000085	0.0	0.0	0.0	100.0		
#180000000000	0.000000000075	0.0	0.0	0.0	100.0		
#210000000000	0.000000000066	0.0	0.0	0.0	100.0		
#250000000000	0.000000000058	0.0	0.0	0.0	100.0		
#300000000000	0						

	MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO				BACH. CAYLLAHUA CACERES, JOSÉ MANUEL
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				
COD. INF. MS-00010-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	---

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO. DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS. CLASIFICACIÓN AASHTO Y UCS				OCEPPO 15/01/24 06/2024 No. de OB No. de IEE
	MTCE - 107 / 118 / 119 / 111				
CLIENTE	BACH. CAYLLAHUA CACERES, JOSÉ MANUEL			FECHA	05/01/2024
ATENCIÓN	BACH. CAYLLAHUA CACERES, JOSÉ MANUEL			SERVIDO No.	1
PROYECTO	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"			MUESTRA No.	2
LOCALIZACIÓN	IGLESIA DE LOS SANTOS REYES - ACHOMA			PROFUNDIDAD (m)	2
DESCRIPCIÓN	ARENA ARCILLOSA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD. COLOR ROSADO. (MEZCLANCO)				
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS, MÉTODO A - MTCE 119			CURVA DE FLUJOS		
Numero de golpes	25	25	25		$w = 25.4 - 0.0001L$ $P = 0.0001$
Masa húmeda + Tara, g	28.27	31.05	27.45		
Muestra + Tara, g	28.25	30.10	27.85		
Masa de Tara, g	0.27	0.27	0.25		
Masa del agua, g	5.02	5.63	4.70		
Masa seca, g	18.94	18.78	18.40		
Humedad, (%)	23.56	29.43	29.35		
LÍMITE PLÁSTICO MTCE 111			ÍNDICE DE PLASTICIDAD MTCE 112		
Masa húmeda + Tara, g	15.25	15.15	20.10		
Muestra + Tara, g	13.25	13.12	22.00		
Masa de Tara, g	4.25	3.95	6.22		
Masa del agua, g	1.95	2.03	2.02		
Masa seca, g	0.00	0.17	22.87		
Humedad, (%)	22.00	22.14	42.47		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MTCE 117 (MÉTODO POR TAMBURO)			CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA		
Procedimiento utilizado	525 µ	Masa seca Total	600.0		
Masa seca (aprox. de licar) (g)	42.170	Masa seca Total	600.0		
Tamaño (mm)	75	% Retenido	0.0		
(µm)	75	% Retenido	0.0		
20	83.300	0.0	0.0		
42.5	90.800	0.0	0.0		
75	96.100	0.0	0.0		
150	96.100	0.0	0.0		
300	96.100	0.0	0.0		
600	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0	96.100	0.0	0.0		
10.0	96.100	0.0	0.0		
20.0	96.100	0.0	0.0		
40.0	96.100	0.0	0.0		
75.0	96.100	0.0	0.0		
150.0	96.100	0.0	0.0		
300.0	96.100	0.0	0.0		
600.0	96.100	0.0	0.0		
1.18	96.100	0.0	0.0		
2.5	96.100	0.0	0.0		
5.0</					



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

BACH. CAYLAHUA
CÁCERES, JOSÉ MANUEL

PROYECTO:
"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLDMA, AREQUIPA 2023"

COD. INF. MS-00010-24

DISTRITO:
VARIOS

PROVINCIA:
CAYLLDMA

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA

REGION:
AREQUIPA

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION DE LA SANTIAGO APOSTOL DE COPORAQUE - COPORAQUE

Profesional Responsable PR:	Ing. Civil: Luis Alfredo Tintaya Huisa CIP: 288804		
Estrato de apoyo a la cimentación:	según clasificación SUCS se apoyará en suelos como: Muestra 01: MH Muestra 02: GC		
Presenta Nivel Freático:	NO	Fecha:	05/01/2024
Parámetros de Diseño de Cuadrado:			
Profundidad de cimentación			
Profundidad de cimentación zapata cuadrada:	1.5 m		
Profundidad de cimentación cimiento corrido:	1.5 m		
Ancho de cimentación zapata cuadrada:	1.2 m		
Largo de cimentación para cimiento corrido:	12 m		
Carga admisible			
Presión Admisible zapata cuadrada mínimo:	0.507 Kg/cm ²	Meyerhof	
Presión Admisible cimiento corrido mínimo:	0.523 Kg/cm ²	Terzaghi	
Asentamiento diferencial			
Asentamiento diferencia: zapata cuadrada:	0.098 cm	Terzaghi	
Asentamiento diferencia: cimiento corrido:	0.269 cm	Terzaghi	
Factor de seguridad por corte (estático):	3		
Asentamiento diferencial máximo aceptable:	2.54 cm.		
Parámetros Sísmicos del Suelo (Norma e-030)			
Zona Sísmica:	3		
Factor de zona:	0.35		
Perfil de Suelo:	Tipo S2, Suelos Intermedio		
Factor del Suelo S:	1.15		
Periodo predominante	Tp: 0.6 seg. Periodo Tl: 2.0 seg.		
Agresividad del suelo a la cimentación:	---		
Problemas especiales en suelo de fundación:			
Licuefacción:	---		
Colapso:	---		
Expansión:	---		
Indicaciones adicionales: Ninguna			
Las muestras fueron depositadas en las instalaciones del laboratorio.			

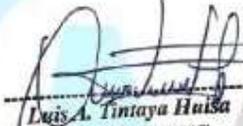


Luis A. Tintaya Huisa
Luis A. Tintaya Huisa
INGENIERO CIVIL
CIP: 288804

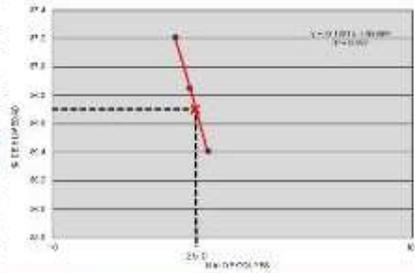
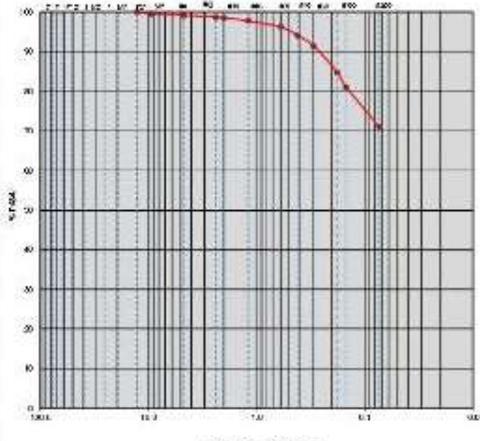
	MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO				BACH. CAYLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				
COD. INF. MS-00010-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	---

 ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONCRETO CONSOLIDADO BARRADA (22) - LECTURAS DE ENSAYO ASTM D 3882 (2008)													
NOMBRE CLIENTE : BACH. CAYLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL						NÚMERO No. : 1		FECHA DE ENSAYO : 09/01/2024					
OBJETO/PROYECTO : ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023						MUESTRA No. : 2		PROFUNDIDAD (cm) : 1.5					
EXPROBACIÓN No. 01			EXPROBACIÓN No. 02			EXPROBACIÓN No. 03			EXPROBACIÓN No. 04				
Temperatura	Deformación		Carga	Área corregida	Deformación	Temperatura	Deformación		Carga	Área corregida	Deformación		
Ho / Min	Horizontal	Vertical	kgf	cm ²	mm	Ho / Min	Horizontal	Vertical	kgf	cm ²	mm		
(mm)	(%)	(mm)	kgf	cm ²	mm	(mm)	(%)	(mm)	kgf	cm ²	mm		
0.10	0.30	0.2	-0.001	8.06	28.09	0.17	0.10	0.10	0.2	-0.002	2.48	29.63	0.08
0.20	0.20	0.2	-0.001	5.48	28.97	0.19	0.20	0.20	0.2	-0.002	3.89	28.87	0.17
0.30	0.40	0.1	-0.001	8.81	33.92	0.19	0.30	0.40	0.2	-0.001	3.29	28.85	0.16
0.40	0.50	0.6	-0.001	6.82	38.78	0.20	0.40	0.50	0.4	-0.001	4.51	33.70	0.27
0.50	0.60	1.0	-0.001	7.43	38.73	0.26	0.50	0.60	1.0	-0.001	7.35	38.75	0.38
1.0	0.70	1.2	-0.001	8.30	38.68	0.29	1.0	0.70	1.7	-0.001	8.88	38.68	0.70
1.10	0.80	1.3	-0.001	10.02	38.62	0.37	1.10	0.80	1.3	-0.001	10.33	38.62	0.87
1.20	1.00	1.6	-0.001	9.72	38.48	0.38	1.20	1.00	1.6	-0.001	10.78	38.48	0.88
1.30	1.10	1.8	-0.001	10.22	38.42	0.39	1.30	1.10	1.8	-0.001	11.70	38.42	0.98
1.40	1.20	2.0	-0.001	10.92	38.38	0.39	1.40	1.20	2.0	-0.001	11.87	38.38	0.92
1.60	1.30	2.1	-0.001	11.27	38.30	0.40	1.60	1.30	2.1	-0.001	12.90	38.30	0.94
2.0	1.40	2.3	-0.001	11.49	38.28	0.41	2.0	1.40	2.1	-0.001	13.90	38.28	0.97
2.10	1.50	2.6	-0.001	11.82	38.12	0.47	2.10	1.50	2.6	-0.001	13.94	38.12	0.95
2.20	1.70	2.6	-0.001	11.79	38.06	0.42	2.20	1.70	2.6	-0.001	14.99	38.06	0.92
2.30	1.80	3.0	-0.001	11.79	38.00	0.42	2.30	1.80	3.0	-0.001	15.11	38.00	0.94
2.40	1.90	3.1	-0.001	11.79	37.97	0.42	2.40	1.90	3.1	-0.001	15.30	37.97	0.92
2.50	2.00	3.3	-0.001	11.44	37.87	0.47	2.50	2.00	3.3	-0.001	15.75	37.87	0.97
2.6	2.20	3.6	-0.001	11.39	37.78	0.49	2.6	2.20	3.6	-0.001	15.90	37.78	0.97
3.0	2.30	3.8	-0.001	10.75	37.68	0.50	3.0	2.30	3.8	-0.001	16.75	37.68	0.97
3.20	2.40	3.9	-0.001	10.89	37.60	0.50	3.20	2.40	3.9	-0.001	16.60	37.60	0.96
3.30	2.60	4.1	-0.001	10.22	37.47	0.57	3.30	2.60	4.1	-0.001	16.71	37.47	0.93
3.40	2.60	4.3	-0.001	10.59	37.51	0.57	3.40	2.60	4.3	-0.001	16.69	37.51	0.93
3.60	2.80	4.6	-0.001	9.87	37.38	0.59	3.60	2.80	4.6	-0.001	16.72	37.38	0.93
4.0	2.90	4.8	-0.001	9.87	37.30	0.58	4.0	2.90	4.8	-0.001	16.32	37.30	0.95
4.10	3.00	4.9	-0.001	10.74	37.27	0.59	4.10	3.00	4.9	-0.001	16.60	37.27	0.97
4.20	3.10	5.1	-0.001	11.82	37.25	0.49	4.20	3.10	5.1	-0.001	16.30	37.25	0.98
4.30	3.20	5.3	-0.001	12.72	37.14	0.47	4.30	3.20	5.3	-0.001	16.94	37.14	0.95
4.40	3.40	5.6	-0.001	12.22	37.02	0.49	4.40	3.40	5.6	-0.001	16.24	37.02	0.92
4.50	3.50	5.6	-0.001	13.42	36.98	0.50	4.50	3.50	5.6	-0.001	16.47	36.98	0.91
5.0	3.60	5.9	-0.001	14.12	36.90	0.52	5.0	3.60	5.9	-0.001	16.05	36.90	0.91
5.10	3.70	6.1	-0.001	14.23	36.84	0.52	5.10	3.70	6.1	-0.001	17.47	36.84	0.92
5.20	3.80	6.2	-0.001	14.12	36.75	0.53	5.20	3.80	6.2	-0.001	16.44	36.75	0.91
5.30	4.00	6.6	-0.001	14.37	36.68	0.54	5.30	4.00	6.6	-0.001	16.37	36.68	0.92
5.40	4.10	6.7	-0.001	14.57	36.60	0.55	5.40	4.10	6.7	-0.001	16.37	36.60	0.93
5.50	4.20	6.9	-0.001	14.57	36.54	0.55	5.50	4.20	6.9	-0.001	16.37	36.54	0.94
6.0	4.30	7.1	-0.001	14.60	36.48	0.55	6.0	4.30	7.1	-0.001	17.20	36.48	0.92
6.10	4.40	7.2	-0.001	14.80	36.42	0.55	6.10	4.40	7.2	-0.001	17.15	36.42	0.94
6.20	4.50	7.6	-0.001	14.80	36.36	0.56	6.20	4.50	7.6	-0.001	17.14	36.36	0.94
6.30	4.70	7.7	-0.001	14.99	36.22	0.56	6.30	4.70	7.7	-0.001	17.14	36.22	0.94
6.40	4.80	7.9	-0.001	15.82	36.17	0.50	6.40	4.80	7.9	-0.001	16.03	36.17	0.95
6.50	4.90	8.1	-0.001	15.82	36.11	0.51	6.50	4.90	8.1	-0.001	16.00	36.11	0.95
7.0	5.00	8.2	-0.001	15.82	36.02	0.51	7.0	5.00	8.2	-0.001	16.02	36.02	0.95

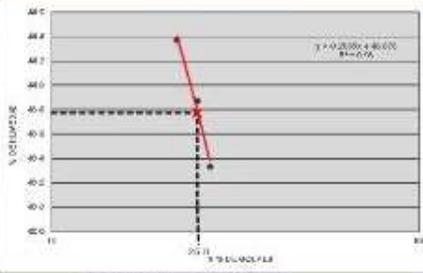



Luis A. Tintaya Huiza
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 268804

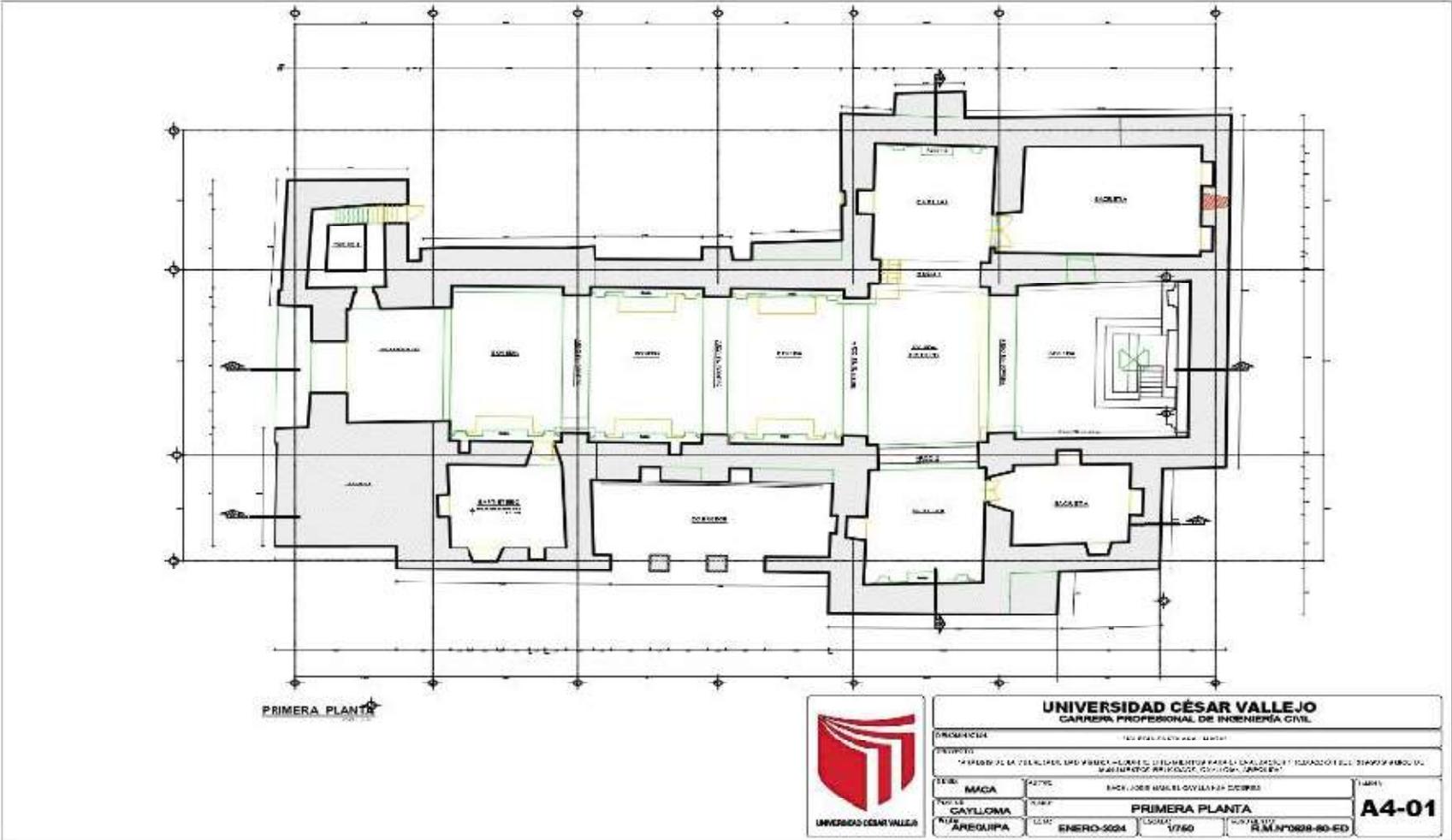
	MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO				BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				
CDD. INF. MS-00010-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	---

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO - DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS - DETERMINACIÓN DE: LÍMITE FLUIDO, LÍMITE PLÁSTICO Y LÍMITE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS, CLASIFICACIÓN ASHTO Y SUCS				CDD. INF. MS-00010-24 10/01/2024 10/01/2024 PÁGINA: 001	
	MT-C-107 / 100 / 110 / 111					
CLIENTE:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL			FECHA:	09/10/2024	
ATRIEBUCIÓN:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL			BOLETO Nº:	1	
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023			MUESTRA Nº:	1	
LOCALIZACIÓN:	SANTO APOSTOL DE COPACABANA - COPACABANA			PROFUNDIDAD, m:	1.3	
DESCRIPCIÓN:	SUELO CON ABSTENCIÓN DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR AMARILLO PÁLIDO					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES FLUIDOS DE LOS SUELOS, MÉTODO - ME C-118			CURVA DE FLUIDEZ			
Número de golpes	25	25	25			
Masa húmeda + Tara, g	31.24	32.23	32.24			
Masa seca + Tara, g	22.19	22.28	21.78			
Masa de Tara, g	0.22	0.21	0.14			
Masa de agua, g	9.05	9.92	10.46			
Masa seca, g	13.09	10.37	11.60			
Humedad, (%)	67.21	66.85	69.41			
LÍMITE PLÁSTICO (MTC-E-111)			HUMEDAD CRÍTICA (MTC-E-105)			
Masa húmeda + Tara, g	14.02	13.85	2314.00			
Masa seca + Tara, g	11.56	11.20	1025.00			
Masa de Tara, g	4.06	4.06	0.22			
Masa de agua, g	2.46	2.49	999.00			
Masa seca, g	7.01	6.34	1516.78			
Humedad, (%)	35.00	39.32	30.78			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (MTC-E-87) (MTC-800) (ANEXADO)			CURVA DE PERMEABILIDAD DE LA MUESTRA			
Retenido en tamiz # 4.75	88.8 g		Masa seca Total			
Masa seca después de lavar (g)	42.17 g		99.8 g			
Tamiz (Fulg.) (mm)	Masa Ret (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado			% Pasa
3" 76.200	0.0	0.0	100.0			0.0
2.14" 55.100	0.0	0.0	100.0			0.0
2" 50.800	0.0	0.0	100.0			0.0
1.18" 30.150	0.0	0.0	100.0			0.0
1" 25.400	0.0	0.0	100.0			0.0
3/4" 19.000	0.0	0.0	100.0			0.0
1/2" 12.500	0.0	0.0	100.0			0.0
3/8" 9.510	11.0	0.3	0.3			99.7
#6 3.000	13.0	0.4	0.7			99.3
#10 2.000	3.7	0.4	1.2			98.8
#20 0.850	1.7	0.2	1.4			98.6
#40 0.425	0.7	0.6	2.0			97.9
#60 0.250	13.7	1.8	3.8			96.2
#100 0.150	17.9	3.0	6.8			93.2
#200 0.075	22.0	2.7	9.5			90.5
#420 0.106	55.6	6.2	15.7			84.3
#750 0.149	80.0	8.8	24.5			75.5
#2000 0.074	84.0	10.0	34.5	65.5		
Pasa #2000	60.13	71.7				
RESULTADOS			CLASIFICACIÓN DEL SUELO ANALIZADO			
% de Gravas:	0.0	Cu	% Límite Líquido	67.2	CLASIFICACIÓN ASHTO (UNIFORMES) / ABBREVIATION (UNIFORMES) / ABBREVIATION (UNIFORMES)	
% de Arena:	35.1	NA	% Límite Plástico	35.0		
% de Fina:	71.1	NA	Índice de Plasticidad	21.2	A-7-3(1)	
CONSEJOS:						
						

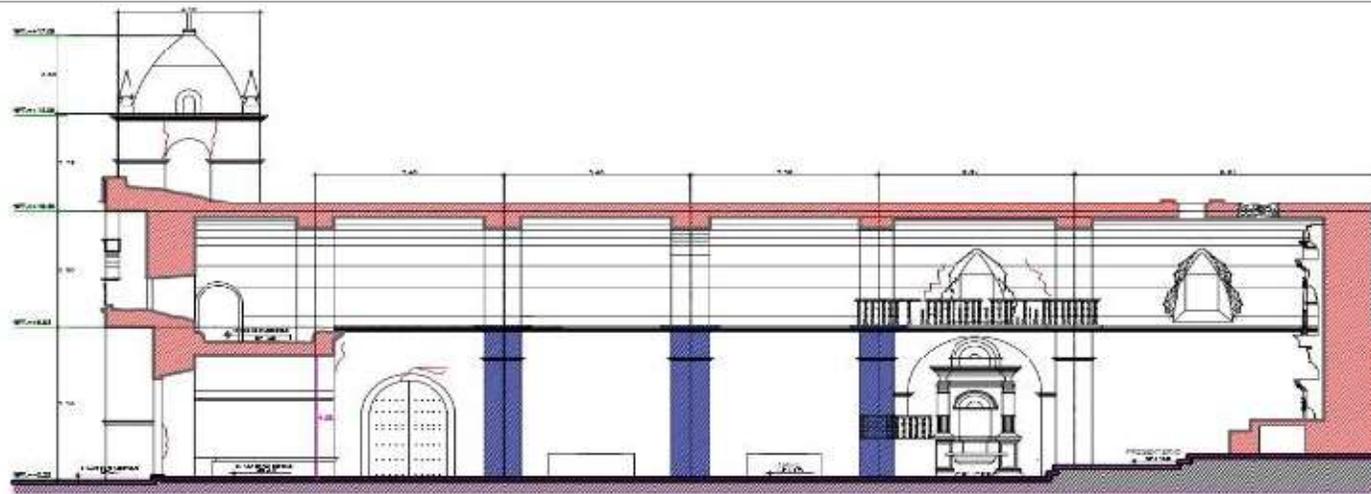
	MECANICA DE SUELOS GEOINTEGRA S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO				BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"				
COD. INF. MS-00010-24	DISTRITO: VARIOS	PROVINCIA: CAYLLOMA	DEPARTAMENTO: AREQUIPA	REGION: AREQUIPA	

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS MENORES QUE 0.075 mm DE DIÁMETRO (EN UN 75% - 200MESH), LÍMITE PLÁSTICO Y LÍMITE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS, CLASIFICACIÓN ASBITO Y SUCS			CÓDIGO: MS-00010-24 FECHA: 05/07/24 MUESTRA: T-03 (10%)	
	MTC E - 107 (100 / 110 / 111)				
CLIENTE:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL			HECHO:	05/07/2024
ATENCIÓN:	BACH. CAYLLAHUA CÁCERES, JOSÉ MANUEL			SOLICITO No.:	1
PROYECTO:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE MONUMENTOS RELIGIOSOS, CAYLLOMA, AREQUIPA 2023"			MUESTRA No.:	3
LOCALIZACIÓN:	SANTIAGO APÓSTOL DE COPORACUE - COPORACUE			PROFUNDIDAD (m):	3
DESCRIPCIÓN:	arena fina con arena med de mediana plasticidad, color rosado, (puzolánico)				
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS, MÉTODO A (MTC E 110)				CURVA DE LIQUEDAD	
Número de golpes	25	25	27		
Masa húmeda + Tara, g	28.20	30.05	28.20		
Masa seca + Tara, g	22.15	22.70	21.74		
Masa de Tara, g	8.28	8.21	8.14		
Masa de agua, g	7.05	7.27	8.78		
Masa seca, g	15.69	15.27	15.60		
Humedad, (%)	44.37	43.07	43.30		
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111)			NÚMERO MTC E 103		
Masa húmeda + Tara, g	14.43	15.74	150.633		
Masa seca + Tara, g	10.59	11.78	110.420		
Masa de Tara, g	4.84	4.80	8.29		
Masa de agua, g	2.30	1.90	301.00		
Masa seca, g	7.85	6.88	1117.78		
Humedad, (%)	28.76	28.70	17.88		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (MTC E 107) (MÉTODO PORTAMUZADO)				CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA	
Muestra total (muestra) g	3000.0		Masa seca Total (muestra) g	2600.0	
Masa seca (residuo de tamiz) g	401.70				
Tamiz	Masa Ret (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Masa	
#10 (1.75)	0.0	0.0	0.0	100.0	
#20 (0.85)	0.0	0.0	0.0	100.0	
#40 (0.425)	0.0	0.0	0.0	100.0	
#60 (0.25)	0.0	0.0	0.0	100.0	
#75 (0.2)	0.0	0.0	0.0	100.0	
#100 (0.15)	0.0	0.0	0.0	100.0	
#150 (0.1)	0.0	0.0	0.0	100.0	
#200 (0.075)	401.70	13.4	13.4	86.6	
#250 (0.06)	350.0	11.7	25.1	74.9	
#300 (0.05)	300.0	10.0	35.1	65.0	
#350 (0.0425)	250.0	8.3	43.4	56.6	
#400 (0.0375)	200.0	6.7	50.1	49.9	
#450 (0.033)	150.0	5.0	55.1	44.9	
#500 (0.029)	100.0	3.8	58.9	41.1	
#550 (0.026)	50.0	1.9	60.8	39.2	
#600 (0.023)	0.0	0.0	60.8	39.2	
#650 (0.02)	0.0	0.0	60.8	39.2	
#700 (0.018)	0.0	0.0	60.8	39.2	
#750 (0.016)	0.0	0.0	60.8	39.2	
#800 (0.014)	0.0	0.0	60.8	39.2	
#850 (0.013)	0.0	0.0	60.8	39.2	
#900 (0.012)	0.0	0.0	60.8	39.2	
#950 (0.011)	0.0	0.0	60.8	39.2	
#1000 (0.01)	0.0	0.0	60.8	39.2	
Muestra (Res)	401.70	13.4			

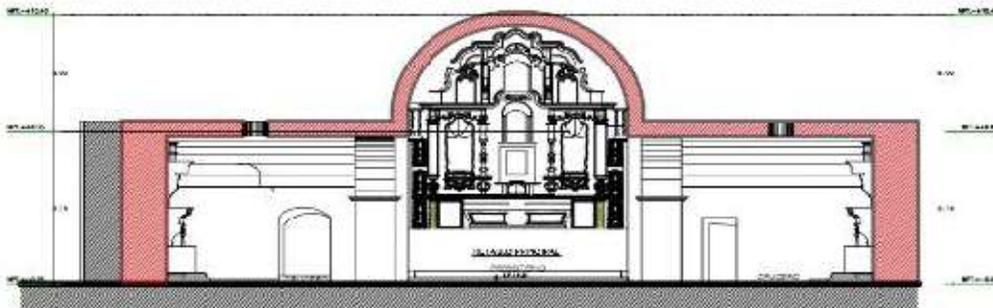
Anexo 6: Planos de iglesias evaluadas



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO: []			
PROYECTO: []			
OBJETIVO: []			
UBICACIÓN:	PROYECTO:	FECHA:	
MACA	ENCLAVE	ENCLAVE	
CAYLLOMA	PRIMERA PLANTA	A4-01	
AREQUIPA	ENERO-2024	1750	R.M. Nº 0288-80-ED



SECCION A-A



SECCION B-B

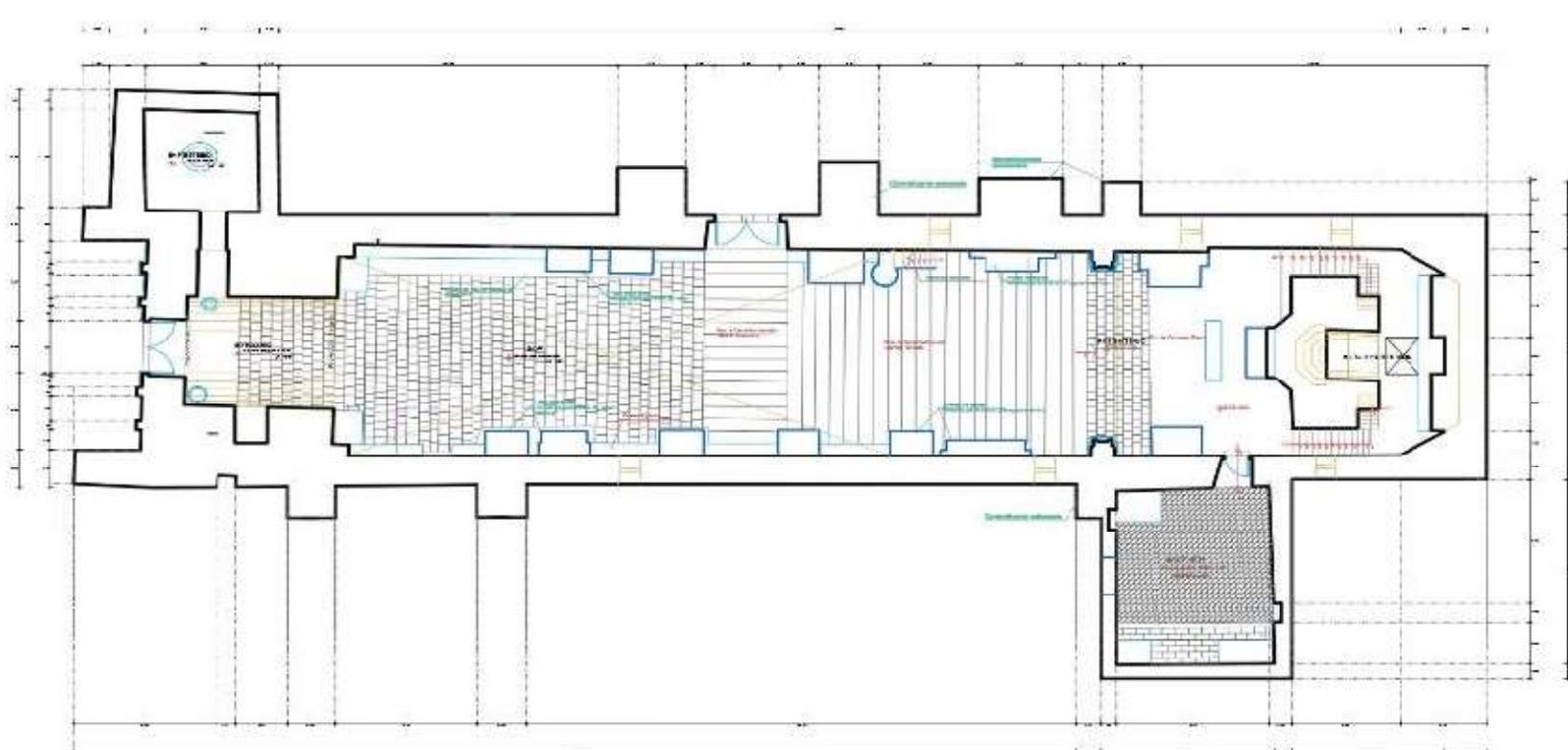


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INSTITUCIÓN:		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
OBJETIVO:			
ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS ELEMENTOS PARA LA CALIFICACIÓN Y FORTALECIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO DE RIESGOS SÍSMICOS (MARS)			
OTRO:	MAKA	PROF. JORGE MARTEL DOMÍNGUEZ	MAKIN
OTRO:	GAYLLOMA	ELEVACIÓN LATERAL	
OTRO:	AREQUIPA	ENCSO-0048	3/2020

A4-02

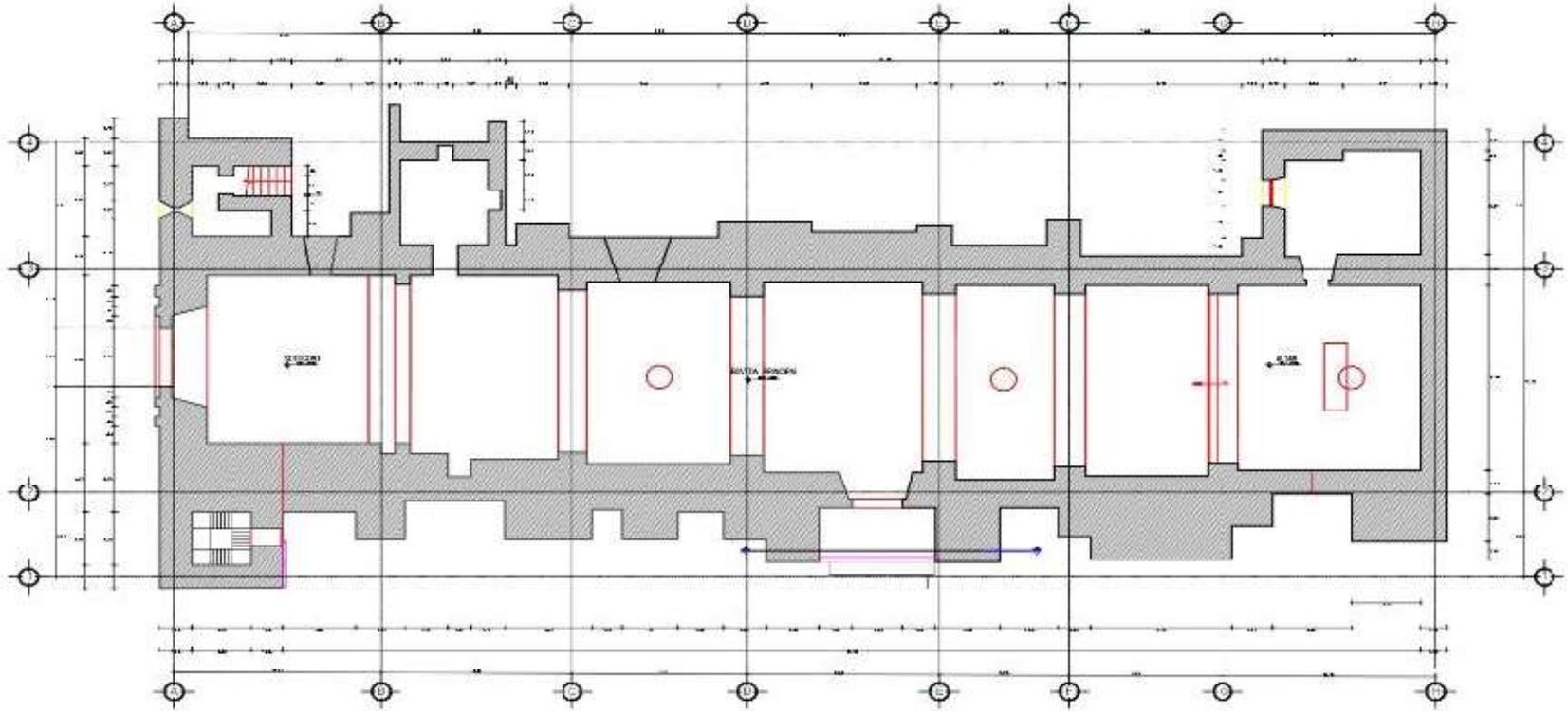


PLANTA-PRIMER NIVEL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑADOR:		TALLER DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL	
<small>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL PERÚ</small>			
CIUDAD:	PAÍS:	CARRERA:	
MAJRAL	PERÚ	INGENIERÍA CIVIL	
NOMBRE:	TÍTULO:		
CAYLLOMA	PRIMERA PLANTA		
FECHA:	ESCALA:	FECHA:	ESCALA:
ENERO 2021	1/750	15/03/2021	1/750

A4-01

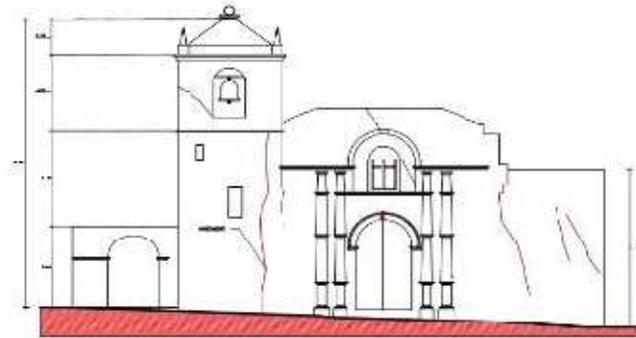


PLANTA-PRIMER NIVEL
DCA-01

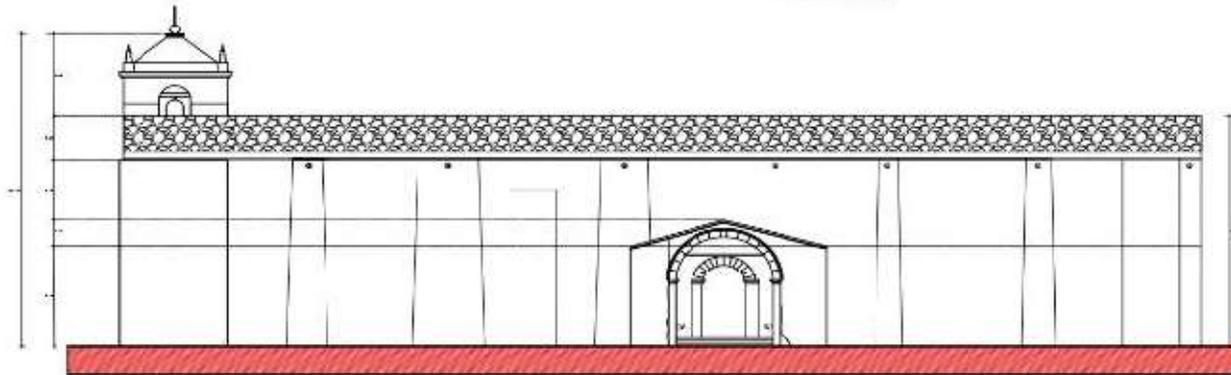


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑADOR:		CARLOS M. CALVITA MORALES / 2019017	
PROYECTO: "MOLINO DE LA VALLERÍA PARA OBRAS DE MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA FORTALECIMIENTO Y RESISTENCIA EN INGENIERÍA CIVIL" MOLINO DE LA VALLERÍA PARA OBRAS DE MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA FORTALECIMIENTO Y RESISTENCIA EN INGENIERÍA CIVIL			
ESTADO:	02 / 01	PROYECTO:	00011001 MOLINO DE LA VALLERÍA PARA OBRAS DE MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA FORTALECIMIENTO Y RESISTENCIA EN INGENIERÍA CIVIL
FECHA:	01/04/2024	PLANTA:	PRIMERA PLANTA
LUGAR:	AREQUIPA	PROYECTO:	00011001 MOLINO DE LA VALLERÍA PARA OBRAS DE MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA FORTALECIMIENTO Y RESISTENCIA EN INGENIERÍA CIVIL

A4-01



ELEVACIÓN FRONTAL

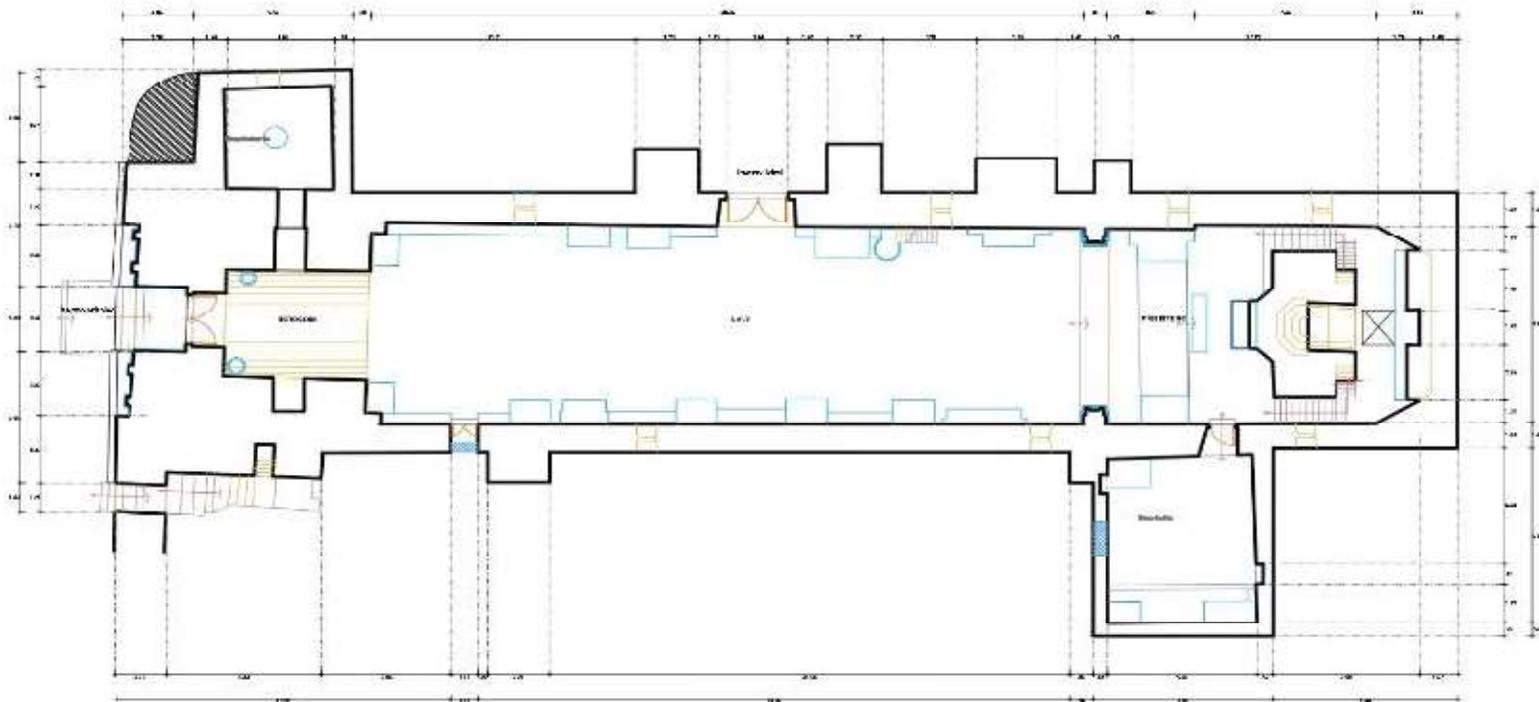


ELEVACIÓN LATERAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CIRCUNSCRIPCIÓN:		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - AREQUIPA	
OBJETIVO:			
DISEÑO DE LA PLANTA, SECCIONES Y FACHAS DEL EDIFICIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO EN EL DISTRITO DE TERCEROS DE MAYO, ARIQUIPA			
FECHA:	ELABORADO POR:	PROFESOR:	LIBRO:
ACHOMA	ALVARO	ING. JOSÉ MANUEL COLLAJAY CÁCERES	
CAYLLOMA	ALVARO	PRIMERA PLANTA	A4-02
AREQUIPA	FECHA:	ESCALA:	PROYECTO:
	ENERO-2024	1/750	RLM N°0025-80-ED



PLANTA-PRIMER NIVEL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CURSADOR:		RAES A. SERRANO A. ROSALES - 000000000	
PROFESOR:			
INGENIERO EN LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y EN SU ROL DE PROFESOR Y TUTOR EN INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
FECHA:	02/04	LUGAR: CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PROFESOR:	GAYLLONZA	PRIMERA PLANTA	
LUGAR:	AREQUIPA	FECHA:	ENERO-2024
		ESCALA:	1/750
		PLA.N°0025-20-ED	

A4-01

Anexo 7: Panel fotográfico



FOTOGRAFIA N°01

DESCRIPCIÓN	La inspección de la torreta principal reveló la presencia de fisuración vertical, así como fisuras diagonales en la estructura.
-------------	---



FOTOGRAFIA N°02

DESCRIPCIÓN	En la inspección se encontró la presencia de salitre en la parte lateral, lo que revela una diferencia en los materiales de construcción.
-------------	---



FOTOGRAFIA N°03

DESCRIPCIÓN	Se entrevistó a los encargados de las iglesias, quienes proporcionaron datos relevantes para completar los instrumentos de análisis.
-------------	--



FOTOGRAFIA N°04

DESCRIPCIÓN	Se llevó a cabo un estudio de suelos para determinar la capacidad portante sobre la cual está construida la iglesia de Santa Ana.
-------------	---



FOTOGRAFIA N°05

DESCRIPCIÓN	Durante la inspección detallada del monumento, se identificó fisuramiento diagonal en el muro lateral de la iglesia.
-------------	--



FOTOGRAFIA N°06

DESCRIPCIÓN	Se llevaron a cabo mediciones detalladas como parte del levantamiento arquitectónico necesario para la aplicación de la metodología del proyecto.
-------------	---



FOTOGRAFIA N°07

DESCRIPCIÓN	Se coordinó una visita técnica con el encargado de la iglesia, con el objetivo de recopilar información detallada sobre el estado actual de la estructura.
-------------	--



FOTOGRAFIA N°08

DESCRIPCIÓN	Se realizó un estudio de suelos importante para determinar el tipo de suelo y su capacidad portante de la Iglesia Santiago Apostol Madrigal.
-------------	--



FOTOGRAFIA N°09

DESCRIPCIÓN	Durante la inspección de la iglesia de los Santos Reyes de Maca, se examinaron todos los elementos de la estructura.
-------------	--



FOTOGRAFIA N°10

DESCRIPCIÓN	En la torre lateral de la iglesia de los Santos Reyes de Maca se identificó fisuramiento, así como se llevó a cabo la identificación de los materiales de construcción internos.
-------------	--



FOTOGRAFIA N°11

DESCRIPCIÓN	Durante la visita a la iglesia de los Santos Reyes de Maca, se llevó a cabo una entrevista con la encargada del lugar, quien proporcionó información valiosa para el proyecto.
-------------	--



FOTOGRAFIA N°12

DESCRIPCIÓN	El estudio de suelos realizado en la iglesia de los Santos Reyes de Maca fue una parte crucial del proyecto, ya que permitió determinar el tipo de suelo sobre el cual está construida la estructura.
-------------	---



FOTOGRAFIA N°13

DESCRIPCIÓN	La inspección de la Iglesia Santiago Apóstol de Coporaque proporcionó una visión integral de su estado actual, permitiendo una evaluación precisa de su vulnerabilidad sísmica
-------------	--



FOTOGRAFIA N°14

DESCRIPCIÓN	Se observó el estado de conservación de los materiales de construcción, la presencia de fisuras, humedad, desprendimientos de revestimientos y cualquier otro signo de deterioro.
-------------	---



FOTOGRAFIA N°15

DESCRIPCIÓN	Se recorrió el monumento en compañía de la encargada, quien proporcionó información sobre la historia del monumento, su construcción.
-------------	---



FOTOGRAFIA N°16

DESCRIPCIÓN	Se tomaron medidas y se registraron las dimensiones de los elementos estructurales y los detalles arquitectónicos relevantes
-------------	--