



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS  
PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA  
IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE  
LLACANORA, CAJAMARCA 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Ely Abel Sangay Cabrera

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca - Perú

2020

## DEDICATORIA

A DIOS: Por darme una vida maravillosa rodeada de gente espectacular en todos los sentidos.

A MI PADRE: Quien me enseñó a sobresalir en este mundo, y supo guiarme y educarme de la mejor manera.

A MI MADRE: Que siempre estuvo pendiente de mis actos y decisiones que debería tomar.

A MI MAMITA (ABUELITA): Quien fue la persona que incentivó a mis padres a poder estudiar en la universidad, y me enseñó su amor y ternura en esta etapa de mi vida.

A MIS HERMANOS: Con quienes compartimos ideas y forman parte de mi linda familia.

A MIS PROFESORES: Que a lo largo de mi proceso educativo superior me brindaron todos sus conocimientos para poder desenvolverme de la mejor manera en mi ámbito profesional.

A MIS AMIGOS: Con quienes pasemos los mejores momentos de nuestra gran formación profesional, aquellos que siempre estuvieron pendientes de sus estudios y de hacer las cosas de la mejor manera.

## AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por prestarme la vida, y haber llegado a estas circunstancias de esta vida.

Agradezco a mis padres y a mi mamita por hacer todo lo posible para culminar mi carrera profesional.

Al Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno, que desde el primer momento que me designaron como asesor de la presente tesis, supo brindarme su gran apoyo y orientarme de la mejor manera al desarrollo de mi tesis.

Al Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga, nuestro director de carrera que con su experiencia profesional asigna los educadores para cada curso, buscando siempre el bienestar educativo de los alumnos.

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema .....	36
1.3. Objetivos.....	36
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	36
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	36
1.4. Hipótesis .....	37
1.4.1. <i>Formulación de la hipótesis</i> .....	37
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>38</b>
2.1. Tipo de Investigación.....	38
2.2. Unidad de estudio .....	38
2.3. Población .....	38
2.4. Muestra .....	38
2.5. Materiales e instrumentos de análisis y recolección de datos.....	39
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	40
2.7. Procedimientos, métodos e instrumentos de análisis de datos .....	47
2.7.1. <i>Método propuesto por Marcial Blondet</i> .....	47
2.7.2. <i>Método propuesto por Isabel Moromi</i> .....	67
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>79</b>
3.1. Evaluación de la vulnerabilidad - Método propuesto por marcial Blondet .....	79
3.2. Evaluación de la vulnerabilidad - Método propuesto por Isabel Moromi. ....	89
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>92</b>
4.1. Discusión .....	92
4.2. Conclusiones.....	94
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>98</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de fallas y agrietamientos asociados con fuerzas sísmicas.....	26
Tabla 2: Tipos de amarre en muros de adobe .....	32
Tabla 3: Técnicas e Instrumentos – Marcial Blondet. ....	40
Tabla 4: Técnicas e Instrumentos – Isabel Moromi .....	43
Tabla 5: Factor de suelo (S).....	62
Tabla 6: Factor de Uso (U).....	62
Tabla 7: Coeficiente por zona sísmica (C). ....	62
Tabla 8: Valores para determinar la vulnerabilidad .....	65
Tabla 9: Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.....	65
Tabla 10: Combinación de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica .....	66
Tabla 11: Densidad de muros - Moromi.....	76
Tabla 12: Vulnerabilidad en base a Norma E.080 Adobe .....	77
Tabla 13: Propuesta de valoración de la vulnerabilidad.....	78
Tabla 14: Resistencia a compresión del adobe .....	79
Tabla 15: Verificación de la densidad de muros. ....	81
Tabla 16: Áreas tributarias en el eje X .....	82
Tabla 17: Áreas tributarias en el eje Y. ....	82
Tabla 18: Verificación de muros a esfuerzo cortante primer piso (eje X).....	83
Tabla 19: Verificación de muros a esfuerzo cortante segundo piso (eje X).....	83
Tabla 20: Verificación de muros a esfuerzo cortante primer piso (eje Y).....	84
Tabla 21: Verificación de muros a esfuerzo cortante segundo piso (eje Y).....	84
Tabla 22: Verificación de muros a esfuerzo cortante torre (eje X -Y) .....	85
Tabla 23: Verificación de muros al volteo primer piso. ....	85
Tabla 24: Verificación de muros al volteo segundo piso .....	86
Tabla 25: Vulnerabilidad sísmica de Iglesia San Juan Bautista. ....	87
Tabla 26: Ficha de Evaluación .....	89
Tabla 27: Tabla de evaluación – segundo nivel.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Movimiento de placas y generación de sismos mecánicos de subducción .....	10
Figura 2: Riesgos sísmicos en américa.....	11
Figura 3: Ubicación del Hipocentro y Epicentro durante un sismo; <b>Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 4: Mapa sísmico del Perú .....	22
Figura 5: Intensidades locales en Cajamarca.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 6: Deferencia estructural en edificaciones de adobe .....	25
Figura 7: Ubicación inadecuada para casas de adobe.....	30
Figura 8: Tipos de amarre en muros de adobe.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9: Diseño de amarre en techos.....	34
Figura 10: Ficha de Reporte Adaptada .....	41
Figura 11: Formato de protocolo de ensayo para laboratorio.....	42
Figura 12: Planos de la Iglesia San Juan Bautista. ....	42
Figura 13: Ficha de evaluación.....	45
Figura 14: Cuadro de evaluación.....	46
Figura 15: Fachada de la Iglesia San Juan Bautista.....	48
Figura 16: Medición de muros.....	49
Figura 17: Balcón interior.....	49
Figura 18: Altar principal. ....	49
Figura 19: Torre del campanario. ....	50
Figura 20: Patrón San Juan Bautista.....	50
Figura 21: Muestra de adobe a ensayar. ....	52
Figura 22: División de adobe en cubos .....	52
Figura 23: Corte de adobe en cubos. ....	53
Figura 24: Preparación de yeso para refrentado. ....	54
Figura 25: Cubos refrentados. ....	55
Figura 26: Medición de cubos. ....	55
Figura 27: Ensayo en la máquina de compresión axial ASTM-C39. ....	55
Figura 28: Verificación del asesor en el ensayo de compresión.....	56
Figura 29: Antecedentes de la Iglesia San Juan Bautista. ....	57
Figura 30: Aspectos técnicos de la Iglesia San Juan Bautista. ....	58

Figura 31: Peligros naturales de la Iglesia San Juan Bautista. ....	59
Figura 32: Observaciones de la Iglesia San Juan Bautista. ....	59
Figura 33: Mapa de zonificación sísmica .....	68
Figura 34: Mapa climático de Cajamarca según estudio de evaluación GRC.....	69
Figura 35: Mapa de pendientes de terreno de Cajamarca.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 36: Plano de esquematización de ambientes. ....	70
Figura 37: Pared exterior lateral. ....	72
Figura 38: Recubrimiento de pared exterior.....	72
Figura 39: Unión pared - techo.....	73
Figura 40: Interior de Iglesia San Juan Bautista.....	73
Figura 41: Grietas verticales en unión de paredes.....	74
Figura 42: Grietas diagonales en unión de paredes.....	74
Figura 43: Grietas en mitad de muros. ....	74
Figura 44: Grietas en la parte exterior. ....	75
Figura 45: Deterioro de paredes. ....	75

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Volumen de adobe .....	51
Ecuación 2: Peso específico. ....	51
Ecuación 3: Relación $V_e - V_r$ .....	60
Ecuación 4: Fuerza cortante basal. ....	60
Ecuación 5: ( $A_r$ ) Área requerida .....	61
Ecuación 6: Fuerza sísmica horizontal (H).....	61
Ecuación 7: Esfuerzo sísmico al corte .....	63
Ecuación 8: Momento actuante ( $M_a$ ) .....	64
Ecuación 9: Momento resistente ( $M_r$ ) .....	64
Ecuación 10: Vulnerabilidad sísmica .....	65
Ecuación 11: Esbeltez horizontal .....	71
Ecuación 12: Esbeltez vertical.....	71

## RESUMEN

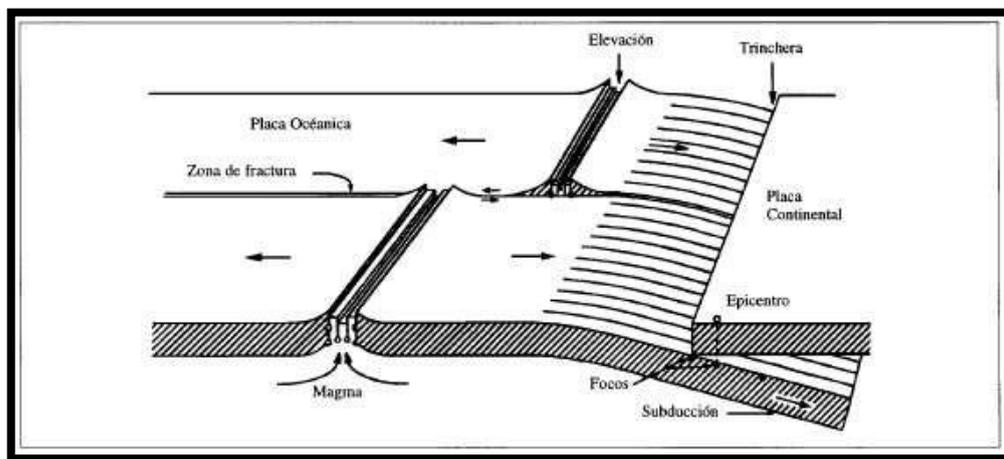
Este trabajo tuvo por finalidad determinar la vulnerabilidad sísmica de la Iglesia San Juan Bautista aplicando dos metodologías que son propuestas por Marcial Blondet e Isabel Moromi, mediante el cual se estableció el método más conservador para evaluar vulnerabilidad sísmica en edificaciones de adobe. Para esta investigación se tomó como muestra a la Iglesia Ubicada en el distrito de Llacanora Provincia de Cajamarca. El método propuesto por Marcial Blondet se basó en el análisis visual, levantamiento topográfico, ensayos en laboratorio de muestras de adobe para determinar su resistencia, determinación de densidades y resistencia al corte, con este método se determinó la resistencia del adobe es  $8,74 \text{ Kg/cm}^2$  y una Vulnerabilidad Alta. El método propuesto por Isabel Moromi tomó como parámetros la ubicación de la edificación, el suelo, el mortero, la zona, la densidad de los muros y su esbeltez; la cual determinó como una Vulnerabilidad Muy Alta. Finalmente, tras el análisis de los dos métodos planteados se afirma la hipótesis formulada, puesto que la metodología más conservadora para evaluar si es la propuesta por Marcial Blondet, debido a que es más detallada y utiliza más parámetros de análisis, además que gracias a los ensayos se pudo obtener resultados más conservadores.

**Palabras Claves:** Vulnerabilidad sísmica, método, conservador, adobe, análisis sísmico.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Los sismos, terremotos o temblores de tierra, son vibraciones de la corteza terrestre, generados por distintos fenómenos, como la actividad volcánica, la caída de techos de cavernas subterráneas y hasta por explosiones. Sin embargo, los sismos más severos y los más importantes desde el punto de vista de la ingeniería, son los de origen tectónico, que se deben a desplazamientos bruscos de las grandes placas en que están subdividida dicha corteza, liberando principalmente energía en forma de ondas vibratorias que se propagan a grandes distancias a través de la roca de la corteza, siendo estas la que pone en peligro las edificaciones que sobre ella se desplazan, al ser estas afectadas por el movimiento de su base. Por los movimientos vibratorios de las masas de los edificios, se generan fuerzas de inercia que inducen esfuerzos importantes en los elementos de la estructura y que pueden conducirla a la falla (Meli, Roberto & Bazán, 1999).



*Figura 1: Movimiento de placas y generación de sismos mecánicos de subducción  
(Meli, Roberto & Bazán, 1999)*

Más de una cuarta parte de los terremotos más significativos de todo el mundo, magnitud 8 a mayores, se han producido en el oeste de Sudamérica. Es el lugar de origen del mega terremoto de magnitud de 9.5 ocurrido en Chile en 1960, así como del terremoto más mortífero ocurrido en Perú en el año de 1970 de magnitud de 7.9 (Douglas Bravo, 2017).

El USGS (United States Geological Survey) dió a conocer un reporte de nuevos mapas de América del Sur en donde se muestran proyecciones de terremotos durante los próximos 100 años, determinando zonas de altos peligros a los países de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú.

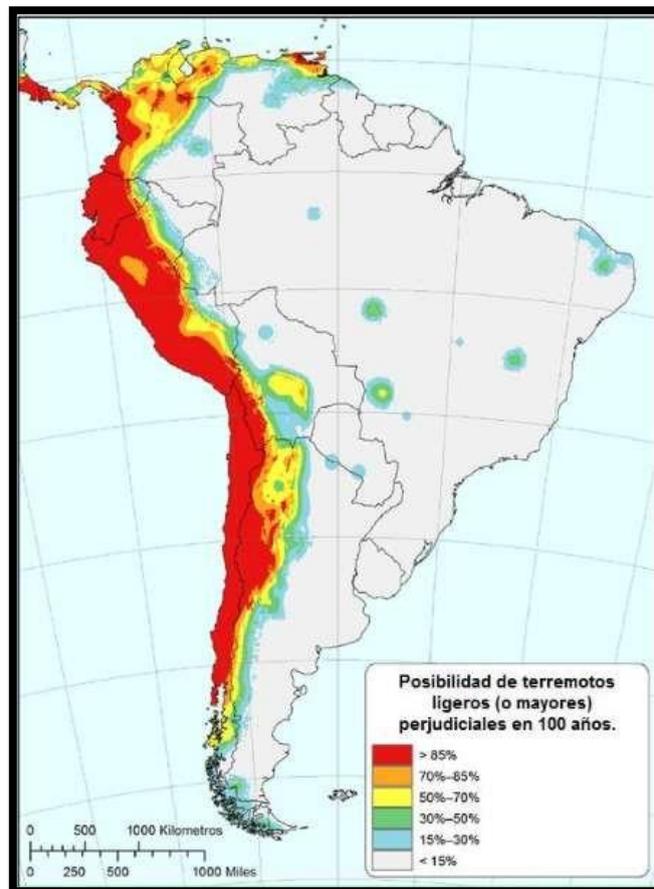


Figura 2: Riesgos sísmicos en América (USGS, 2016)

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE – 2017), el territorio nacional peruano se considera dividido en cuatro zonas basadas en la distribución espacial de la sismicidad observada, características generales de movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como la información neotectónica. La NT.E.030, ubica a la ciudad de Cajamarca en una zona de alta sismicidad (zona 3), por tal motivo es necesario evaluar los daños que pueden presentarse en las edificaciones antiguas originándose pérdidas humanas y materiales.

En la actualidad, realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica de una edificación existente es de gran importancia, sobre todo cuando se tratan de construcciones antiguas que tienen un valor cultural, artístico, histórico y social. Se refiere a bienes que nos ayudan a forjar una identidad como nación y que nos permiten saber quiénes somos y de dónde venimos, logrando así un mejor desarrollo como personas dentro de la sociedad, una gran muestra de estos patrimonios culturales son los recintos religiosos coloniales - Iglesias. (Cundari, Milani, & Failla, 2017)

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las iglesias es un tema clave en la preservación de la cultura herencia, un claro ejemplo son las que se encuentran en Italia que podrían haber más de 40000 cultos edificios de cualquier tipo que datan desde las épocas antes de cristo. En este país la vulnerabilidad sísmica de las iglesias es generalmente alta y es principalmente una consecuencia de algunas características geométricas peculiares como: la presencia de formas esbeltas y largas, la baja resistencia a la tracción de la mampostería y la ausencia de suficiente rigidez (Cundari, Milani, & Failla, 2017)

Informes de daños desarrollados después de terremotos demostraron que las iglesias son estructuras vulnerables como muchos otros edificios. Esto lleva a la consecuencia de que una porción significativa del patrimonio cultural es propensa a riesgo sísmico, uno de los motivos que llevaron a esta conclusión es que a menudo se construyeron con mampostería de piedra no reforzada y adobe. Cada siglo que pasa los eventos destructivos ocurre con mayor frecuencia e intensidad (Hofer, Zampieri, Zanini, Faleschini, & Pellegrino, 2018)

En Cajamarca las iglesias construidas durante el siglo XVII en épocas de la colonia, a través del proceso de mampostería que consistía en la unión de piedras o adobe con argamasa sin ningún orden de hiladas o tamaño, están en pie, pero presentan algunos daños que pueden ocasionar desastres y pérdidas. (Cundari, Milani, & Failla, 2017)

Según el diario El Comercio en uno de sus artículos, da a conocer que: La Dirección de Patrimonio Histórico Inmueble del Ministerio de Cultura no tiene un diagnóstico que permita conocer el estado estructural de los templos ubicados en las diferentes regiones del país, motivo por el cual las situaciones del patrimonio cultural son inciertas. (José Rosales, 2014)

En Lima, hay 54 iglesias que se encuentran en regular estado de conservación. En la época de la Colonia, hubo 74 iglesias en la capital, pero algunas se perdieron por efectos de los terremotos. Las dos últimas iglesias que sufrieron daños fueron las de Colán y Sechura, en Piura. Los sismos de más de 6 grados en la escala de Richter que ocurrieron un sábado 15 de marzo expusieron la realidad de estos vestigios históricos. En el caso de la iglesia de San Lucas de Colán, se registraron daños en el techo. Este

templo fue construido durante los primeros años de la Colonia y fue edificado sobre un asentamiento de la cultura Chimú.

El hecho más significativo sucedió en la iglesia San Martín de Tours, en Sechura. La cúpula de una de las torres se cayó como consecuencia de uno de los temblores. Hace dos años fue declarada en riesgo.

Hace cerca de diez años, otro sismo afectó varias iglesias en Ica. Fueron 28 las que quedaron debilitadas, pero la Catedral de Ica, San José y Santiago de Luren terminaron siendo clausuradas. Sin embargo, siguen sin ser restauradas, ya sea por presupuesto o porque necesitan un permiso debido a que son patrimonio nacional.

En el Centro Histórico de Arequipa, el templo de Santa Marta tendría que haberse cerrado luego del terremoto del 2001 (José Rosales, 2014)

Estos últimos acontecimientos mencionados son una prueba del alto grado de vulnerabilidad sísmica que existen en las iglesias de la colonia, cuyas referencias deberían servir para que las autoridades y la población tomen una acción preventiva inmediata, pues la incertidumbre de la ocurrencia de un sismo es alta, más aún con el hecho de pertenecer a una zona de alto riesgo sísmico.

En el Perú no existen muchos métodos y técnicas planteadas para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios construidas con material de adobe, sin embargo, no existe una metodología específica que nos lleve a determinar la vulnerabilidad sísmica en edificaciones históricas de manera efectiva, es decir, que sea fácil de usar, en el menor tiempo posible y que nos presente resultados confiables.

Por ello, tomando en cuenta experiencias obtenidas en sismos de la historia y la inacción de las autoridades, la presente investigación “Vulnerabilidad sísmica de la Iglesia San Juan Bautista del Distrito de Llacanora. Aplicando 02 metodologías de análisis” busca determinar el método más efectivo y dar un aporte sobre las condiciones en las que se encuentran las infraestructuras, la cual se espera que sirva como toma de medidas preventivas o como base para futuras investigaciones.

En el Perú las construcciones de adobe están presente desde épocas prehispánicas, de tal manera que podemos plantear la deficiencia de conocimientos constructivos, y que a lo largo de los años las técnicas del proceso constructivo deberían ser mejoradas.

Por ello luego de haber realizado una detallada investigación, se presenta los antecedentes (internacionales, nacionales y locales) teniendo en cuenta algunas investigaciones o relacionadas respecto al tema.

González, Aguilar, & Gómez (2008) El trabajo de investigación “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE ESTRUCTURAS DE ADOBE EN CHIAPAS Y ALTERNATIVAS PARA SU REPARACIÓN” Chiapas es un estado del sureste mexicano con alto nivel de peligro y vulnerabilidad sísmica. Las viviendas de adobe de esta región han sido un laboratorio para observar las prácticas tradicionales de construcción y reparación que han mostrado un comportamiento adecuado y otras que han fallado, pero continúan siendo una alternativa de construcción común. Considerando la vulnerabilidad de estas edificaciones, se presentan alternativas

estudiadas hasta la fecha en distintos centros de investigación en nuestro país y el extranjero y se hace un análisis cualitativo de las alternativas adecuadas para la región.

Yamin, Phillips, Reyes, & Ruiz (2007) El trabajo de investigación “ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, REHABILITACIÓN Y REFUERZO DE CASAS EN ADOBE Y TAPIA PISADA” plantea que las edificaciones de adobe y tapia pisada presentan usualmente unas características constructivas que contribuyen a aumentar su vulnerabilidad sísmica, en Colombia, una gran cantidad de construcciones históricas y culturales en tierra están localizadas en zonas de alta sismicidad. Con estos antecedentes se desarrolló la investigación orientada a conocer el comportamiento de esta tipología constructiva, llegando a concluir que: Las estructuras en adobe presentan una alta vulnerabilidad sísmica debido a la poca resistencia a la tensión del material.

Abugattas (2014) La tesis denominada “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE DOS PISOS DE ADOBE EXISTENTE EN LIMA” evaluó la estabilidad de las viviendas existentes típicas de adobe de dos pisos, con la finalidad de evaluar su estado actual y plantear lineamientos para sus estabilización sísmica. La propuesta metodológica que presenta es la de un trabajo de valuación de campo para determinar la tipología arquitectónica y características estructurales de las viviendas existentes, así como un levantamiento de daños comunes. Luego del trabajo de campo realizar una evaluación numérica para definir los elementos vulnerables y plantear alternativas de refuerzo que les permitan resistir sismos severos.

Cardenas (2008) La tesis denominada “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL HOTEL COMERCIO” evaluó la estructura teniendo información general respecto de las características sísmicas del país, aplicando el método Demanda versus Resistencia utilizado para determinar la vulnerabilidad de la estructura.

Llegando a concluir que como es una estructura antigua en que predominan los muros, son éstos los que soportan la acción de las fuerzas sísmicas. Del análisis, se observa que en los muros de ambas direcciones alcanzan esfuerzos de corte máximos de hasta  $1.5\text{kg/cm}^2$ , que por Norma de Adobe (E-0.80) solo se permite un máximo admisible de  $0.25\text{kg/cm}^2$ , el cual solo podemos verificar solo para el primer piso, por ser de adobe.

Tarque & Mosqueira (2005) La tesis denominada “RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA MEJORAR LA SEGURIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE LA COSTA PERUANA” desarrolla una metodología simple que sirve para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada, esta metodología fue aplicada en 5 ciudades de la costa peruana tomando como muestra 270 viviendas. Recolectando información de campo de cada vivienda las características de ubicación, arquitectura, estructura y ubicación, procesándolo en hojas de cálculo y elaborando una base de datos para clasificar los principales defectos de las viviendas.

Como resultado obtenido se elaboró una cartilla para la construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería confinada en zonas de alto peligro sísmico.

Moromi (2012) La tesis denominada “METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ADOBE A NIVEL LOCAL” propone una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad, basada en la identificación de las características dimensionales y de reforzamiento de los muros, para lo cual se tomaron datos de ensayos de muros de diferentes características y realizando un cálculo de los esfuerzos producidos en una edificación modelo de acuerdo a norma de adobe vigente. Con estos resultados, se estableció un procedimiento simple para la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones de adobe, determinando las dimensiones de la edificación, el tipo de mortero y de reforzamiento, y calculando las relaciones dimensionales de los muros de acuerdo a la Norma vigente y las densidades de muros las que se comparan con las mínimas establecidas.

Alvarez (2015) La tesis denominada “VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ADOBE DEL C.P. LA HUARAELLA, JESÚS, CAJAMARCA 2015.”, evaluó las características estructurales de viviendas de adobe en el C.P. La Huaraclla, los principales factores propios o externos que pueden afectar el comportamiento sísmico, luego se determina para estas viviendas su vulnerabilidad sísmica. Para esto se han analizado las características técnicas, así como los errores en el diseño arquitectónico, problemas constructivos y estructurales de viviendas construidas con unidades de adobe. Posteriormente se procesó la información en fichas de reporte donde se resume las características técnicas, elaborando un análisis sísmico simplificado por medio de la densidad de muros, determinando la vulnerabilidad y peligro y riesgo sísmico de las viviendas seleccionadas. Llegando a concluir:

- ✓ Los materiales utilizados en la construcción de las viviendas encuestadas son de regular a deficiente calidad. Existe un inadecuado control de calidad sobre los materiales. Las unidades de adobe utilizadas en todas las viviendas, poseen una baja resistencia.
- ✓ Los problemas estructurales encontrados la mayoría de las viviendas poseen inadecuada densidad de muros, y la falta de juntas sísmicas, siendo un problema importante al interior de la vivienda. Se encontró una mala distribución de los elementos estructurales en la vivienda.

Díaz (2012) La tesis denominada “DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA CASONA ESPINACH – EX PALACIO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”, evaluó la vulnerabilidad sísmica de una construcción patrimonial histórica de adobe que aún se conserva desde hace 275 años. La propuesta metodológica que presenta esta referida a la evaluación, a través de fichas de evaluación y modelamiento de la estructura utilizando el programa SAP 2000 V. 17.2, con la cual se llegó a la conclusión que la casona Espinach – ex palacio municipal de la ciudad de Cajamarca tiene alta vulnerabilidad sísmica.

Para explicar mejor lo planteado presentamos las bases teóricas:

### **Sismos**

Un sismo es un fenómeno que se produce por el rompimiento en la cubierta rígida de la corteza terrestre, trayendo como consecuencia vibraciones que se propagan por todas las direcciones y que percibimos como una sacudida de intensidades variables (Rivera Vargas, 2007).

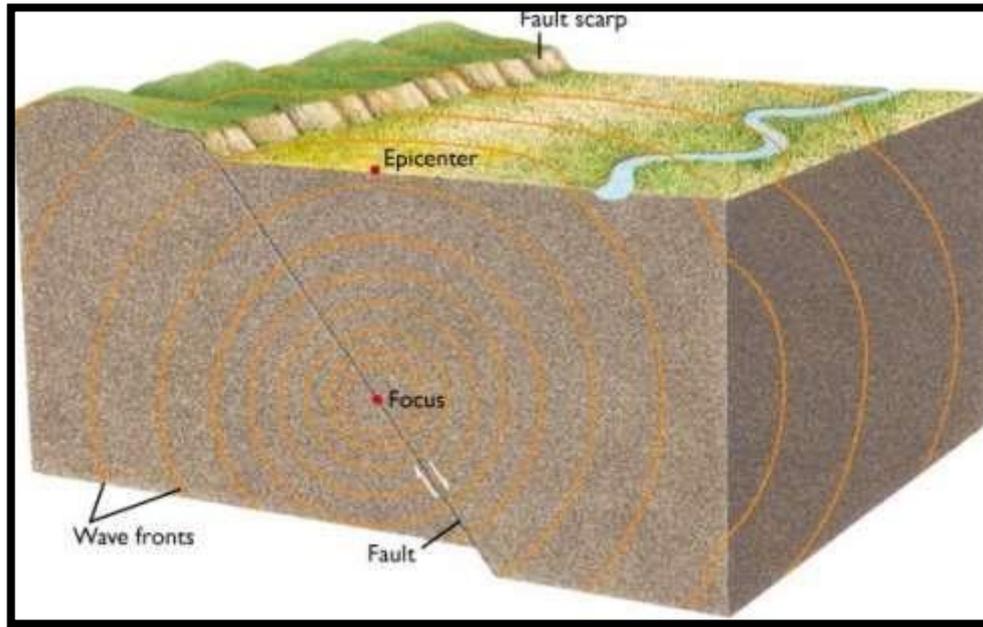
Según (Gutiérrez, 2001), los sismos por su origen se pueden clasificar como naturales y artificiales:

- Los de origen natural son aquellos que liberan mayor cantidad de energía; por tanto, sus efectos en la superficie son mayores. Dentro de estos tipos tenemos: Sismos Tectónico, Sismos Volcánicos y Sismos de colapso.
- Sismos artificiales; son los producidos por el hombre por medio de explosiones comunes y nucleares, con el fin de exploración, investigación y explotación de material para la industria.

Los sismos más importantes se deben básicamente a dos tipos de movimiento de placas: de subducción y desplazamiento lateral. La intensidad con la que se miden los sismos está referida al efecto que produce un sismo en el suelo, las construcciones y el ser humano. La magnitud es una medida de la cantidad de energía liberada durante el sismo y a diferencia de la intensidad su valor es único (Rivera Vargas, 2007).

El área de influencia de los sismos se da en dos zonas frecuentemente:

- Foco o hipocentro: Lugar preciso en donde se produce el movimiento inicial, es decir donde se libera la energía.
- Epicentro: Punto situado en la superficie justo encima del foco.



*Figura 3: Ubicación del Hipocentro y Epicentro durante un sismo (Miranda, 2017)*

Durante un terremoto se produce diversas ondas sísmicas, unas viajan por el interior de la tierra: son las “ondas de cuerpo” primaria P y secundarias S, son las más rápidas. Otras ondas viajan por la superficie: ondas superficiales (Miranda, 2017).

### **Sismos en el Perú**

La actividad sísmica presente en el Perú tiene su origen en el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana. Este proceso es responsable de la ocurrencia de los sismos que con diversas magnitudes se producen frente a la línea de costa y a profundidades menores a 60 km. Estos sismos son muy frecuentes en el tiempo y en un año es posible registrar la ocurrencia de hasta 60 sismos con magnitudes  $M \geq 4.5$ . Los sismos de mayor magnitud ( $M_w > 7.0$ ) han producido importantes daños en áreas relativamente muy grandes como el ocurrido en la región Sur de Perú el 23 de Junio de 2001 ( $M_w = 8.2$ ) que afectó un área de 370x70 km ubicada entre las

localidades de Atico (Arequipa) e Ilo (Moquegua). En el interior del continente ocurren sismos con menor magnitud ( $M_w < 6.5$ ) y frecuencia, todos asociados directamente a la deformación de la corteza como producto de la convergencia de placas (Tavera, Bernal, & Salas, 2007).

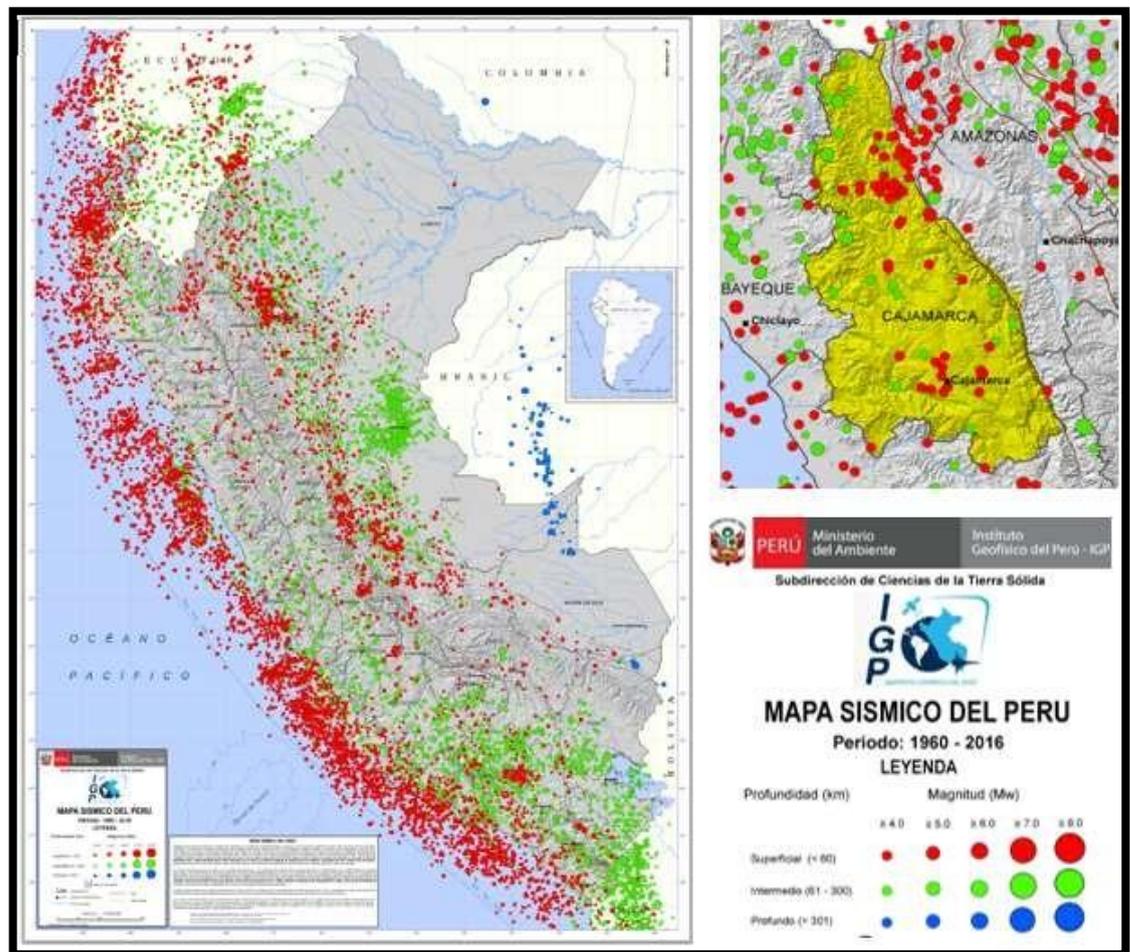


Figura 4: Mapa sísmico del Perú (IGP, 2016)

### Sismos en Cajamarca

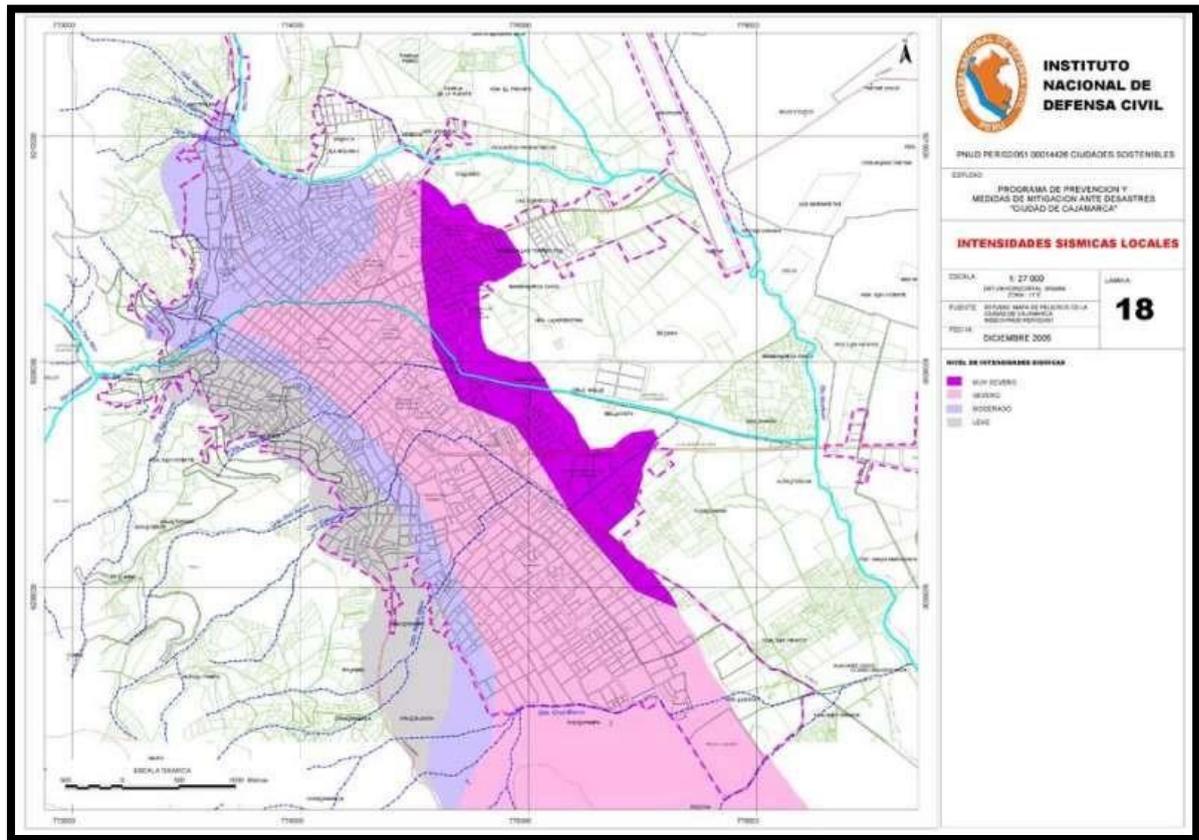
Según el jefe del Instituto Nacional de Defensa Civil – Luis Palomino Rodríguez, la ciudad de Cajamarca es una zona considerada de muy alto riesgo, donde los sismos pueden ocurrir para en cualquier momento y pueden golpear de una manera muy

fuerte, temiéndose un sismo de gran magnitud, teniendo en cuenta que hay un silencio sísmico de muchos años que podría provocar uno con las características de Chile.

El estudio Mapa de Peligros de la ciudad de Cajamarca elaborada por INDECI, ha identificado cuatro zonas sísmicas de acuerdo al análisis de las variables de aceleración, amplificar de ondas, factor de sitio y tiempo de recurrencia, determinando las variaciones de intensidad sísmica en el área urbana de la ciudad (PNDUD, 2005).

- Nivel Severo: Esta zona presenta suelos lagunares, compuestos principalmente por arcillas plásticas y arcillas limosas, con contenidos de humedad relativamente altos, debido a la proximidad con un nivel freático alto. Son en su mayoría suelos expansibles en grandes proporciones, con altas aceleraciones sísmicas, este nivel de peligro se ubica al Este de la ciudad (PNDUD, 2005).
- Nivel Moderado: Esta zona se caracteriza por presentar suelos aluviales con aceleraciones sísmicas altas. Otro fenómeno que se puede presentar en este sector, es la probabilidad de asentamientos diferenciales parciales por la presencia de suelos expansivos, ante la presencia de un sismo de gran magnitud, dentro de esta clasificación se encuentra gran porcentaje de la ciudad comprometiendo los AA.HH.(PNDUD, 2005).
- Nivel Menor: Esta zona se caracteriza por presentar un suelo compuesto predominante por depósitos de roca, con bajas aceleraciones sísmicas y capacidad portante media. Este nivel de peligro se presenta en la zona Norte, Noroeste y Suroeste de la ciudad (PNDUD, 2005).
- Nivel Leve: Esta zona presenta un suelo compuesto predominante por materiales de origen volcánico, con depósitos de roca y gravas muy densas, presenta bajas

aceleraciones sísmicas y alta capacidad portante; se localiza al Oeste de la ciudad,  
 sobre las laderas de los cerros que bordean la misma (PNDUD, 2005).



*Figura 5: Intensidades locales en Cajamarca (INDC, 2015)*

### Sismicidad en edificaciones de adobe

Las construcciones de adobe presentan usualmente características constructivas que contribuyen a aumentar su vulnerabilidad sísmica. Adicionalmente la edad de estas construcciones y el deterioro de la mecánica de sus materiales llevan a disminuir más su capacidad de soporte ante un terremoto (Yamin, Phillips, Reyes, & Ruiz 2007).

Dentro de los principales factores que contribuyen a aumentar la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de adobe son (Yamin, Phillips, Reyes, & Ruiz 2007):

- Irregularidad en planta y altura.
- Distribución inadecuada de los muros en planta.
- Pérdida de la verticalidad o plomo de los muros.
- Problemas de humedad, filtración.
- Conexión inadecuada de muros, pérdida de recubrimiento.
- Uso de materiales no compatibles.
- Entrepisos pesados y ausencia de diafragmas, apoyo y anclaje inadecuado y muy flexibles.
- Luces muy largas y estructuración de cubierta deficiente.

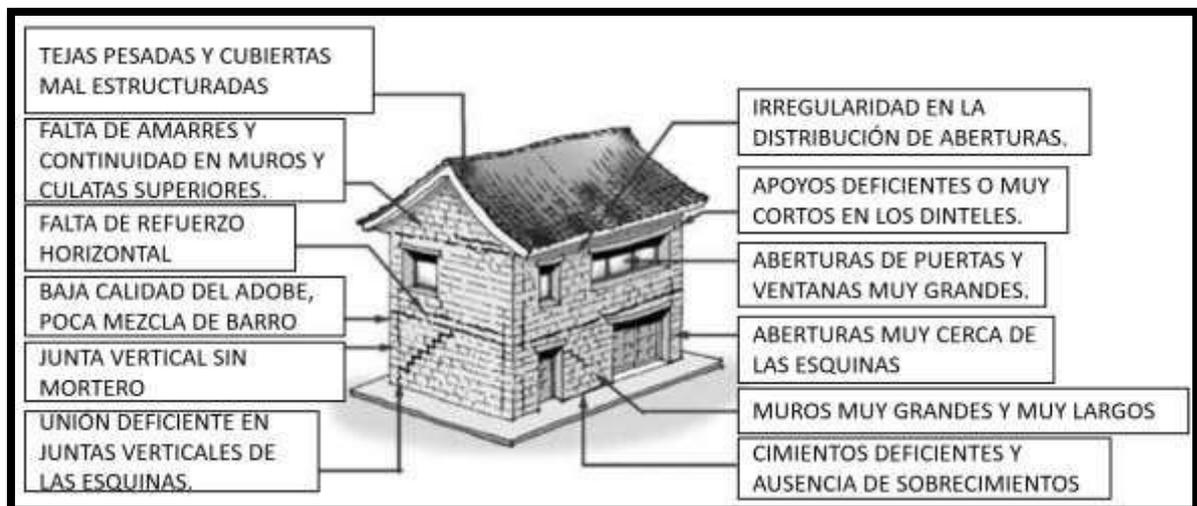


Figura 6: Deficiencia estructural en edificaciones de adobe (Yamin, Phillips, Reyes, & Ruiz 2007)

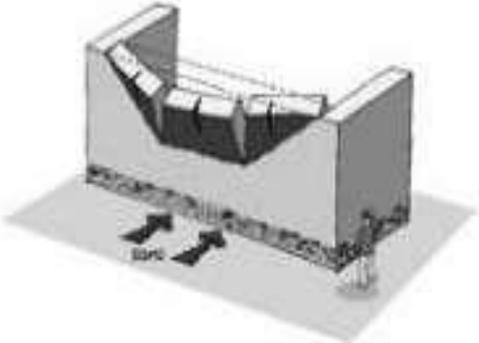
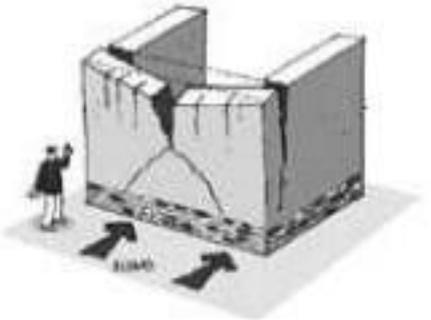
Las edificaciones de adobe presentan dos grandes deficiencias que las hacen muy vulnerables frente a acciones de sismos. La primera de ellas es la falta de diafragma rígido y adecuadas conexiones de este con los muros de soporte. La segunda consiste

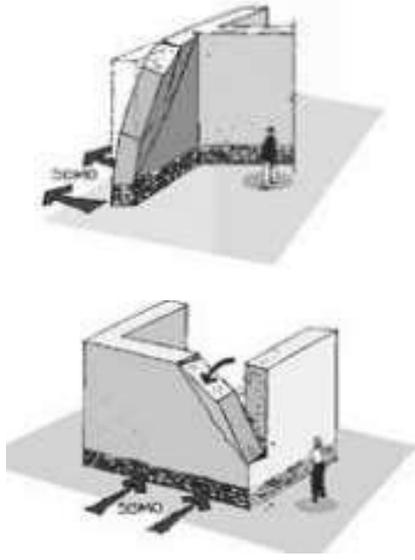
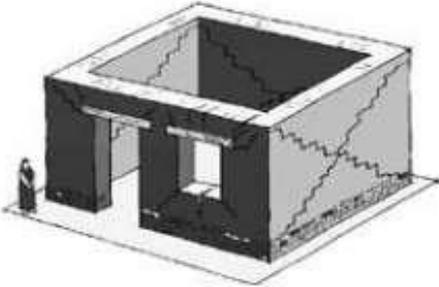
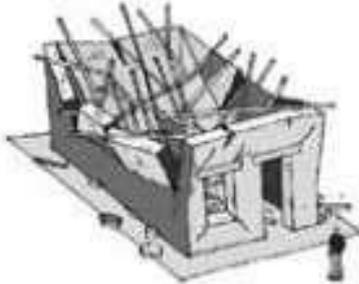
en que la capacidad a flexión de los muros de tierra sin carga vertical es prácticamente nula (Yamin, Phillips, Reyes, & Ruiz 2007).

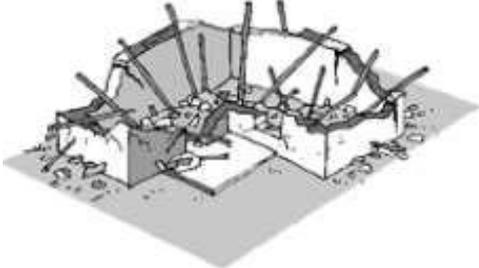
Por otro lado, las cargas dinámicas producen una importante degradación de las propiedades de cohesión entre las partículas que conforman los juros. Cuando los muros se agrietan en sus extremos laterales se pierde el trabajo de edificación como conjunto y cada muro tiene que absorber el sismo de manera independiente (Yamin, Phillips, Reyes, & Ruiz 2007).

Tabla 1:

*Tipos de fallas y agrietamientos asociados con fuerzas sísmicas.*

Tipo de Falla	Esquema
<p>Flexión perpendicular al plano del muro. Presenta agrietamiento horizontal en la base o a una altura intermedia y agrietamientos verticales adicionales. Esto se presenta frecuentemente en muros largos.</p>	
<p>Falla por flexión perpendicular al plano del muro con agrietamiento vertical en la zona central. Agrietamiento diagonal que constituye el mecanismo de falla y figuración en la parte superior.</p>	

<p>Falla por flexión perpendicular al plano en las esquinas no confinadas de muros sueltos, o en esquinas no conectadas efectivamente con los muros transversales.</p>	
<p>Falla por cortante en el plano del muro asociada a altos empujes horizontales. En muchos casos estos agrietamientos están asociados a entrepisos o cubiertas muy pesadas y se ven magnificados con las aberturas correspondientes a las puertas y ventanas en los muros.</p>	
<p>Caída de la cubierta hacia el interior de la vivienda, por encontrarse mal apoyada sobre los muros. Se genera una falla en la zona superior de los muros.</p>	

<p>Falla generalizada de la cubierta por ausencia de un apoyo adecuado o por mala estructuración de ella. Este tipo de mecanismo de falla es frecuente en edificaciones con cubiertas muy pesadas, mal concebidas estructuralmente o con alto grado de deterioro.</p>	
<p>Falla que se presenta por mala conexión de los muros del primer piso con los del segundo. En este mecanismo de falla el entrepiso rompe los muros principales en forma casi horizontal, generando la inestabilidad del segundo piso.</p>	

*Fuente: (Yamin, Phillips, Reyes, & Ruiz 2007)*

### **Edificaciones de adobe**

La tierra es el material para construir más accesible al hombre. Al principio apilaba piedra natural, luego las unía con mortero de barro para construir su vivienda y le colocaba un techo de madera rolliza, cubierta con una gruesa capa de paja. Donde no había piedra, el hombre descubrió que podía sustituir la piedra con tierra húmeda, moldeada a mano y secada al sol. Así inventó el adobe y después hizo el molde. Monumentales conjuntos arqueológicos en el mundo. construidos con unidades piramidales y esféricas moldeadas a mano o con forma de paralelepípedos rectos de base cuadrada o rectangular, según el molde usado, son testimonio de la construcción con tierra (Barrionuevo, 2015).

Las construcciones con adobe en nuestro país se remontan a la época prehispánica. Mucho de esas edificaciones han perdurado en el tiempo, como en el caso de la ciudad de Chan Chan, considerada “la ciudad de barro más grande de América”, la ciudad sagrada de Caral, “la más antigua de América” (MVCS, 2010).

En en la colonia cuando se comienza a usar el adobe con las características de la tecnología del ladrillo, reduciendo el espesor del muro. Los sismos enseñaron que con menores espesores sólo se podía construir muros de adobe de un piso, utilizando un material liviano para el segundo: “la quincha”, tecnología de madera y caña, muy utilizada en bellas casonas y en templos de anchos muros de adobe con bóvedas de quincha (Barrionuevo, 2015).

La Norma Peruana presenta dos tipos de adobes: el Adobe Común, que es fabricado con barro sin cocer y eventualmente con un componente natural, como paja, ichu, cascarillas de arroz, goma de tuna y el adobe estabilizado que es el adobe común al que se le ha incorporado otros materiales (asfalto RC\_250, bitumen, etc.), con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad ante la presencia de humedad (Barrionuevo, 2015).

Según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento en su manual de construcciones sobre edificaciones antisísmicas de adobe, basadas en los aspectos de la norma técnica E.080 Adobe. Define al adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejora la estabilidad frente a agentes externos. Este manual establece las siguientes consideraciones:

### A. Antes de iniciar el proceso constructivo de la edificación

1. Verificar el tipo de edificación a construir según el mapa de zonificación sísmica.
  - Zona sísmica 1 y 2, las construcciones de adobe se limitarán a dos pisos.
  - Zona sísmica 3, las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso.
2. Ubicar la edificación en un lugar seguro.
  - No construir sobre suelos granulares sueltos, suelos cohesivos blandos, arcillas expansivas.
  - No construir en zonas propensas a inundaciones, avalanchas, aluviones ni en suelos con inestabilidad geológica.

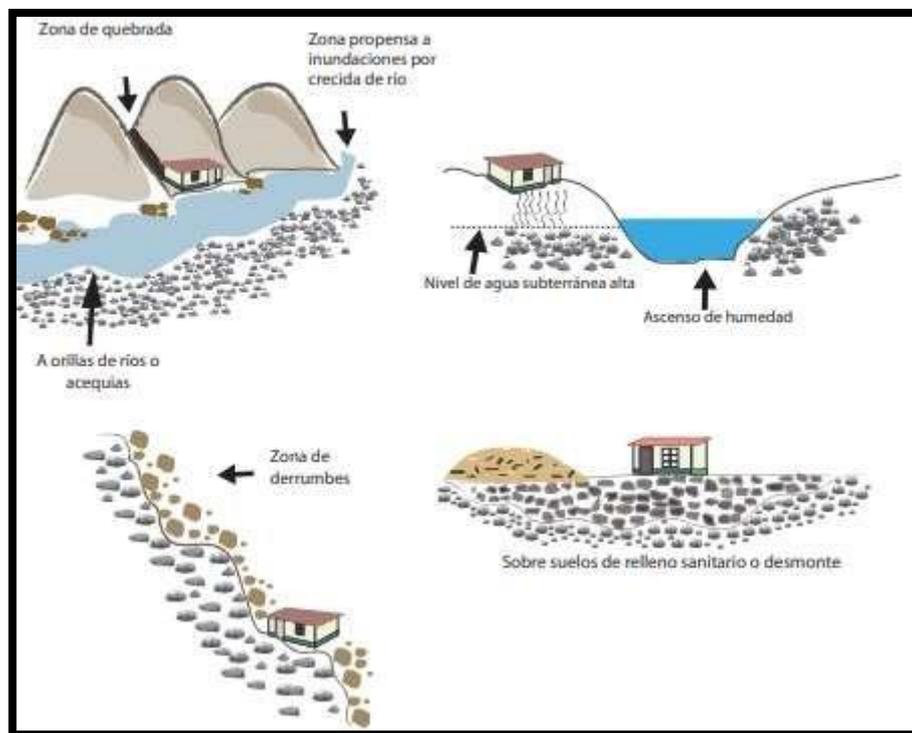


Figura 7: Ubicación inadecuada para casas de adobe (MVCS, 2010)

3. Dimensionar las edificaciones.

Las construcciones de adobe deben ser diseñadas por un profesional (ingeniero y/o arquitecto) de tal manera que se deben cumplir con las siguientes características generales de configuración.

- Longitud suficiente en muros en cada dirección, de ser posible todos portantes.
- La planta debe ser de preferencia simétrica recomendando la forma cuadrada.
- Los vanos deben estar centrados y pequeños.

4. Preparar el adobe.

El suelo que se debe utilizar como material es el que aproximadamente cumpla los siguientes porcentajes de gradación: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70% no debiéndose utilizar suelos orgánicos.

Según la Norma E080. Se debe cernir la tierra antes de preparar el barro, su secado debe ser lento, el bloque de adobe puede ser de planta cuadrada o rectangular no deben pasar los 0.40 cm de largo por razones de peso la altura del bloque debe medir entre 0.08 m. y 0.12 m.

**B. Procesos constructivos en la construcción de adobe.**

1. Trabajos preliminares

Limpiar, nivelación, trazo y replanteo del terreno

2. Construcción de cimientos y sobreseimientos

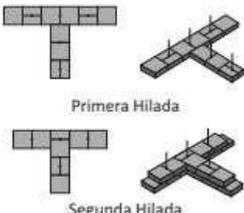
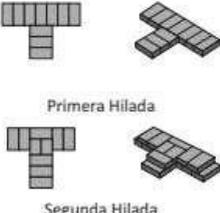
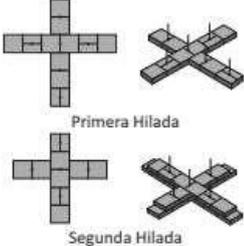
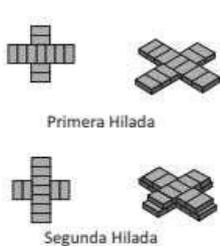
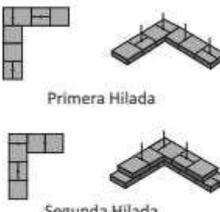
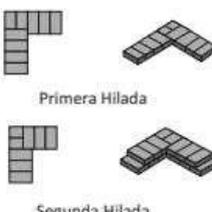
- Los cimientos deberán ser concreto ciclópeo o albañilería de piedra, en una zanga no menor a 0.60 m. de profundidad y 0.50 m de ancho, el llenado de la cimentación será hasta una altura de 0.50 m.
- El sobre cimiento también debe ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra, con el ancho del espesor del muro y una altura de 0.20 m por encima del nivel del suelo.

### 3. Construcción de Muros.

En los muros la unión de los adobes será con un mortero de mezcla de tierra y paja de 2.5 cm. Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización y se dispondrán en hiladas sucesivas considerando traslape.

Tabla 2:

*Tipos de amarre en muros de adobe.*

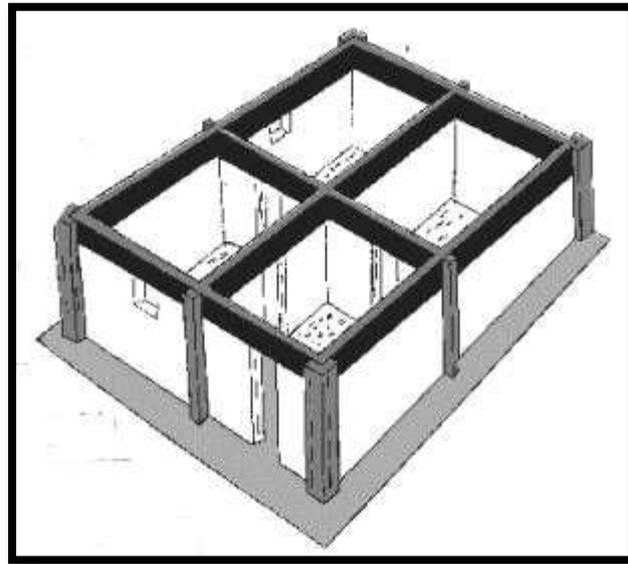
Tipo de encuentro	Muros reforzados	Muros no reforzados
En L	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>
En T	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>
En X	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>

*Fuente: MVCS (2010)*

#### 4. Construcción de los elementos de arriostre.

Los elementos de arriostre serán horizontales y verticales:

- Los verticales tendrán una longitud en la base mayor igual a 3 veces el espesor del muro que se quiere arriostrear, estos tendrán una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir las fuerzas cortantes a la cimentación. Las columnas de concreto armado también pueden ser usadas como arriostres verticales.
- Los horizontales son capaces de evitar el desplazamiento lateral de los muros, en los más comunes tenemos los denominados viga collar o solar.



*Figura 8: Tipos de amarre en muros de adobe (MVCS, 2010)*

#### 5. Construcción del techo.

Los techos deberán ser fijados de manera segura a través de vigas soleras que no produzcan empuje en los muros laterales. Estos deberán ser lo más livianos posibles.

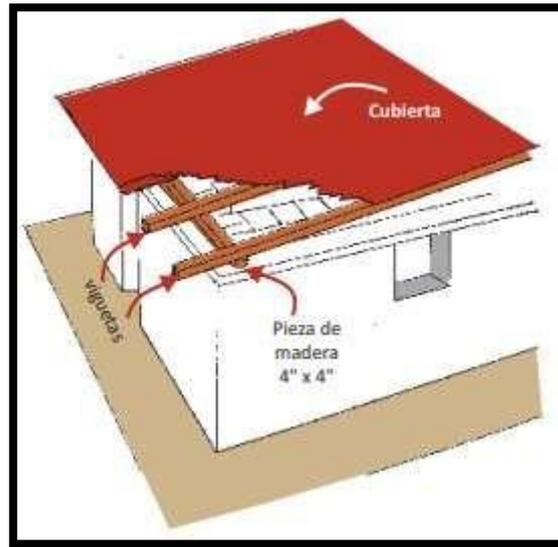


Figura 9: Diseño de amarre en techos. (MVCS, 2010)

6. Acabado de la edificación.

- Pisos: serán de concreto armado con un espesor entre 8 a 5 cm. En algunos casos por zonas de friaje puede ser revestidos con machihembrado de madera para mantener el calor.
- Revestimiento de muros y techos: esto puede hacerse con barro o mortero de cemento, y es obligatorio para la protección de agentes externos como frio, humedad, insectos.

Para argumentar la elaboración responsable del proyecto de investigación, presentamos a continuación la justificación:

El estudio de vulnerabilidad sísmica que pretendemos realizar durante el desarrollo del presente trabajo de investigación, viene con la necesidad de conocer y analizar los parámetros y daños que pueden afectar su diseño y estilo frente a un eventual evento natural como son los sismos.

De la misma manera la importancia de realizar una evaluación estructural viene dada por la carencia que tuvieron los ingenieros durante las construcciones de las infraestructuras, puesto que en esas épocas se obviaban muchos parámetros que afectan el funcionamiento y vida útil de la edificación.

La iglesia “San Juan Bautista” del distrito de Llacanora se encuentra en el departamento de Cajamarca, por tal motivo pertenece según la NTE.030 a la zona sísmica 3 (zona de alto riesgo sísmico). La edificación tiene una antigüedad de más de 150 años y presenta problemas en sus estructuraciones y en su arquitectura. Esto significa que la iglesia es una zona insegura y que ante un posible sismo de magnitud moderada puedan dar con el colapso de la edificación, ocasionando pérdidas de vidas y daños materiales irreparables por el valor que tienen estos elementos. Para prevenir esto es necesario conocer un método más conservador para determinar el grado de vulnerabilidad; describir el estado actual de la iglesia, explicar las fallas que se producen y predecir su comportamiento ante un sismo.

Según la NTE.030, norma que establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico adecuado, evalúa una serie de aspectos para determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones:

1. Filosofía y principios del diseño sismorresistente.

- Evitar pérdidas de vidas humanas: La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas,

- Asegurar la continuidad de los servicios básicos: La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables.
- Minimizar los daños de la propiedad.

Debido a que; no conocemos el proceso constructivo y las consideraciones que se tuvo en su diseño y construcción de la iglesia, y teniendo en cuenta las consideraciones antes mencionadas. Es importante hacer esta investigación para verificar los cumplimientos de los principios según la norma en el comportamiento sísmico de la iglesia “San Juan Bautista”, para ello determinaremos su vulnerabilidad sísmica.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál de las dos metodologías aplicadas es más conservador para evaluar la vulnerabilidad sísmica de la Iglesia San Juan Bautista, distrito de Llacanora?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Comparar dos metodologías de análisis y determinar el método más conservador para evaluar la vulnerabilidad sísmica de la Iglesia San Juan Bautista, Distrito de Llacanora, Cajamarca 2018.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar la vulnerabilidad sísmica por método planteado por Marcial Blondet de la Iglesia San Juan Bautista, distrito de Llacanora.

- Determinar la vulnerabilidad sísmica por método planteado por Isabel Moromi de la Iglesia San Juan Bautista, distrito de Llacanora.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Formulación de la hipótesis**

La metodología más conservadora para determinar la vulnerabilidad sísmica de la Iglesia San Juan Bautista, distrito de Llacanora, es el método planteado por Marcial Blondet.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de Investigación**

El presente trabajo de investigación es de tipo Descriptiva - Transversal, pues no se modificará las variables y ensayos que se realicen, sino que servirán para realizar el análisis de la iglesia en estudio, cuyos procedimientos serán netamente descriptivos.

### **2.2. Unidad de estudio**

Los elementos que forman parte de la estructura de la Iglesia San Juan Bautista.

### **2.3. Población**

La población son las Iglesias de adobe del distrito de Llacanora.

### **2.4. Muestra**

La unidad de estudio es la Iglesia de adobe San Juan Bautista, elegida por conveniencia ya que es la más antigua, ha sido nombrada como patrimonio histórico cultural y a simple vista presenta irregularidades en cuanto a la distribución de muros y por qué a lo largo del tiempo ha sufrido variaciones en cuanto a su diseño inicial. La iglesia se encuentra ubicada en el distrito de Llacanora, exactamente en la Plaza de Armas. A unos 20 minutos de la ciudad de Cajamarca.

Presenta muros de grandes dimensiones y de espesores muy anchos, se puede verificar el deterioro que ha sufrido con el paso de los años en la parte lateral externa de la Iglesia presentando fisuras y deterioro de las paredes.

## **2.5. Materiales e instrumentos de análisis y recolección de datos**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se utilizó:

### **Adobe**

Unidad de muestra extraída de la iglesia en estudio para determinar su resistencia a la compresión.

### **Máquina de compresión axial**

Sirvió para realizar el ensayo de resistencia a la compresión del adobe extraído como muestra.

### **Amoladora**

Con esto se cortó el adobe en cubos de 10 cm x 10 cm x 10 cm para poder ensayarlo en la máquina de compresión axial.

### **Yeso**

Utilizado para nivelar las superficies de los cubos de adobe y obtener una superficie lisa y uniforme.

### **Cámara Fotográfica**

Para tomar fotos y evidenciar cada una de las actividades realizadas en la elaboración de la tesis.

### **Balanza**

Para obtener el peso de la muestra de adobe y cada uno de los cubos de adobe.

### **Wincha**

Sirvió para realizar el levantamiento arquitectónico y medir las dimensiones del adobe y los cubos de adobe.

**Normas Técnicas Peruanas: E.080, E.030, E.070**

## 2.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Dentro De las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos usados en la tesis tenemos:

Tabla 3:

*Técnicas e Instrumentos – Marcial Blondet.*

	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Instrumentos de Registro</b>
<b>Método propuesto por Marcial Blondet</b>	Encuesta	Ficha de Reporte	Lápiz y Papel Formato para ficha de reporte
	Observación	Levantamiento Arquitectónico	Lápiz y Papel Wincha Libreta Topográfica AutoCAD 2018
	Experimento	Protocolos de Ensayo	Equipo de Compresión Formato de protocolos

**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS DE ADOBE  
FICHA DE REPORTE**

	Código Vivienda encuestada		
	Sistema estructural		

**ANTECEDENTES**

UBICACIÓN:

Departamento \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN TÉCNICA EN EL DISEÑO: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN: \_\_\_\_\_

PISOS CONSTRUIDOS: \_\_\_\_\_ PISOS PROYECTADOS: \_\_\_\_\_ ANTIGÜEDAD DE VIVIENDA: \_\_\_\_\_

TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA: \_\_\_\_\_

ESTADO DE LA VIVIENDA: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PELIGROS NATURALES QUE PUEDEN AFECTAR LA VIVIENDA: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Encabezado

Datos de Ubicación y esta de la iglesia

ASPECTOS TÉCNICOS		
ELEMENTOS DE LA VIVIENDA		
Elementos	Características	
Cimientos		
Muros		
Techo		
Vigas		
Otros		
DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA:		
Problemas De Ubicación	Problemas Constructivos	
<input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo residual	<input type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada	
<input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o concreto	
<input type="checkbox"/> Vivienda con asentamiento	<input type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismos	
<input type="checkbox"/> Vivienda en pendiente	<input type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados	
<input type="checkbox"/> Otros	<input type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo	
	<input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada	
Problemas Estructurales	<input type="checkbox"/> Torsión en planta	
<input type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/> Vivienda sin junta sísmica	
<input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas	<input type="checkbox"/> Otros:	
<input type="checkbox"/> Combinación de ladrillo con adobe o tapial en muros		
<input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica	Mano de obra	
<input type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral	<input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mala	
<input type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad	Otros:	
<input type="checkbox"/> Otros:		
PELIGROS NATURALES Y POTENCIALES		
<input type="checkbox"/> Sismos	<input type="checkbox"/> Lluvia	<input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Huaycos	<input type="checkbox"/> Viento	
<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Inundación	
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS		

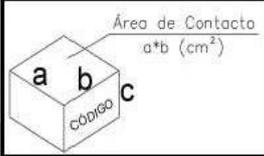
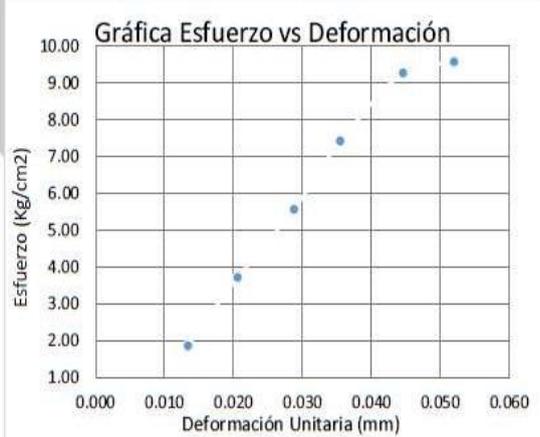
Aspectos técnicos de los elementos de la iglesia

Problemas de la estructura

Peligros naturales que afectan la iglesia

Comentarios generales

Figura 10: Ficha de Reporte Adaptada. (UPCP, 2004)

<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>						
<b>PROTOCOLO</b>						
	ENSAYO:			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
	NORMA:			RMCV-RAC-EC:		
	TESIS:					
IGLESIA:		TIPO DE MATERIAL:				
UBICACIÓN:		COLOR DE MATERIAL:				
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:				
		REVISADO POR:				
<b>DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS</b>						
						
CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm2	CARGA MÁXIMA SOPORTAD A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm2
Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)			
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:		
FECHA:		FECHA:		FECHA:		

Encabezado

Medidas de la muestra

Esfuerzo resistente de la muestra

Pie de página

Figura 11: Formato de protocolo de ensayo para laboratorio.

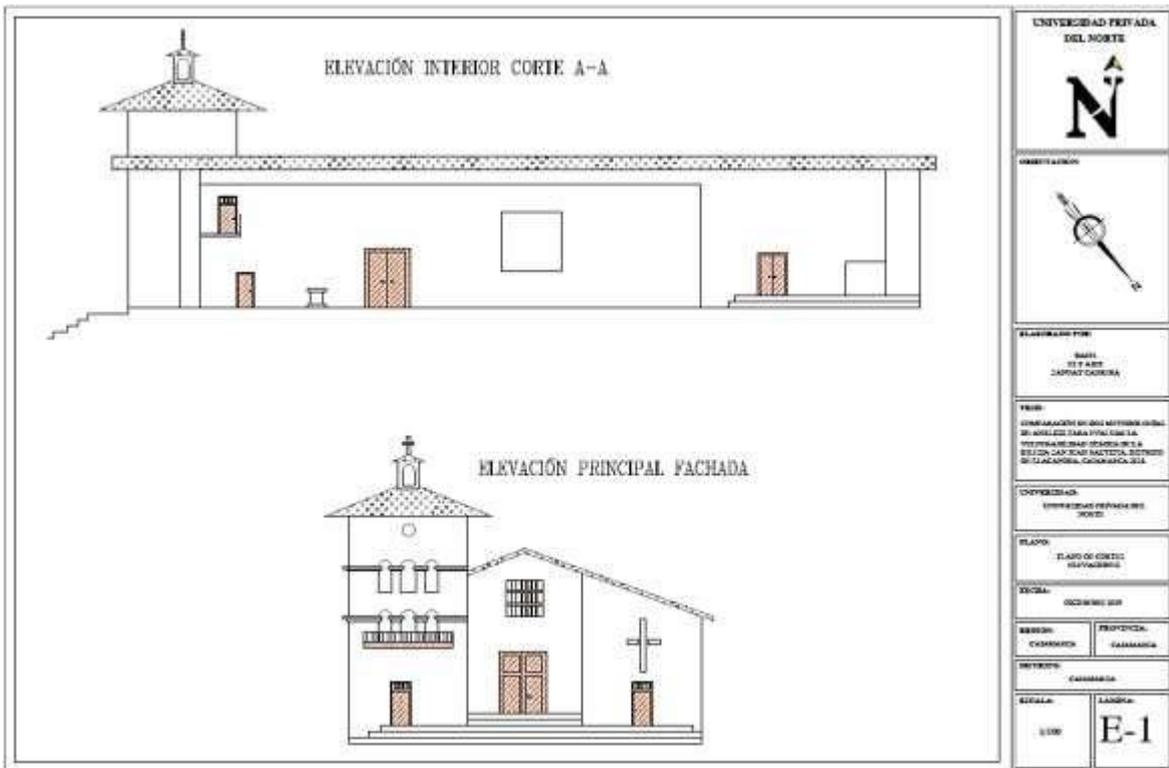
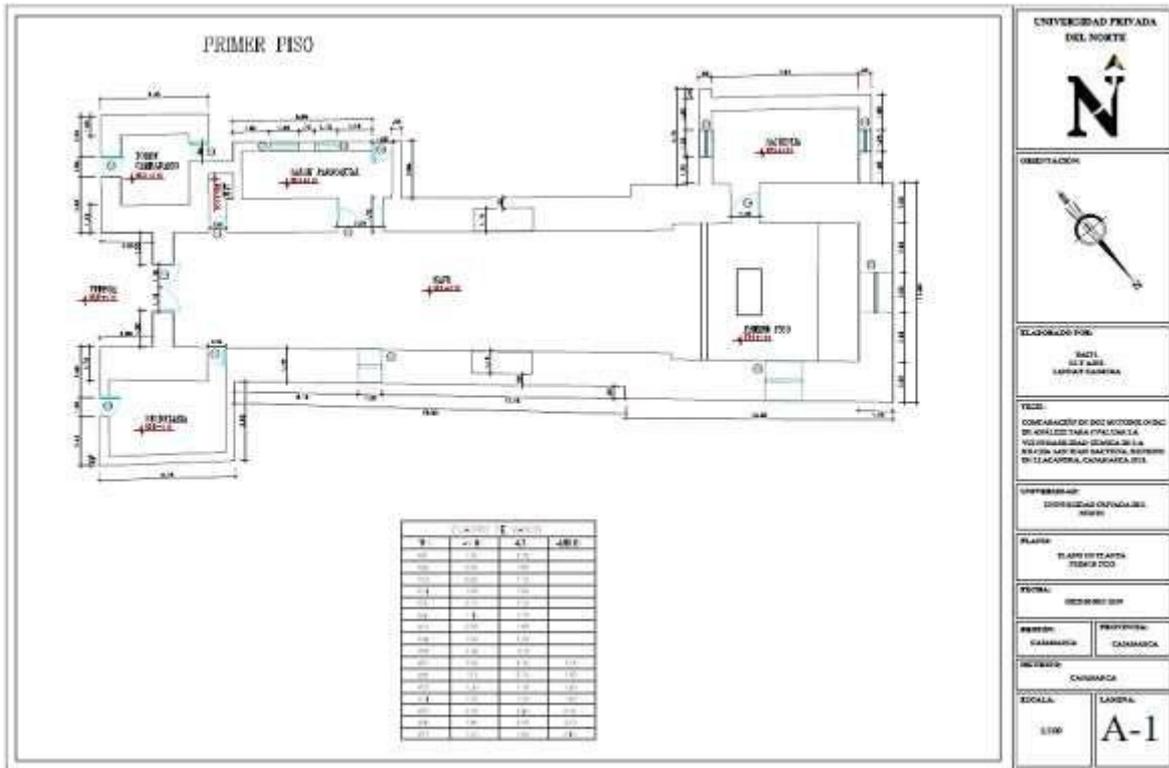


Figura 12: Planos de la Iglesia San Juan Bautista.

Tabla 4:

*Técnicas e Instrumentos – Isabel Moromi.*

	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Instrumentos de Registro</b>
<b>Método propuesto por</b>  <b>Isabel Moromi</b>	Encuesta	Ficha de Evaluación	Lápiz y Papel Formato para ficha de Evaluación
	Observación	Cuadro de Evaluación	Lápiz y Papel Formato para cuadro de evaluación

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES DE ADOBE**

**TIPO UBICACIÓN** \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_

Provincia: \_\_\_\_\_

Departamen \_\_\_\_\_

**ESQUEMA DE LA EDIFICAIÓN** FICHA N°

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Datos de Ubicación

Esquema con dimensión de muros

Observación inicial

DETALLE		EVALUACIÓN	
Zona sísmica(Ver mapa)		_____	
Zona de pendiente y huaycos		_____	
<b>TIPO DESUELO</b>		_____	
<b>AREA TECHADA</b>		Dimensiones en m2	
Ambiente 1	Área	_____	
Ambiente 2	Área	_____	
Ambiente 3	Área	_____	
Ambiente 4	Área	_____	
Area total		_____	
Total de muros en X		_____	
Total de muros en Y		_____	
<b>DIMENSIONES DE LOS MUROS (colocar los mas largos y altos)</b>	Largo	_____	
	Alto	_____	
	Espesor	_____	
	Largo/espesor	_____	_____
	Esbeltez = Alto/espesor	_____	_____
<b>TIPO DEMORTERO</b>		_____	
<b>TIPO DEREFUERZO</b>		_____	
ESTADO DEMUROS	Grietas verticales en esquinas	_____	
	Muros con fisuras diagonales	_____	
<b>DENSIDAD DEMUROS</b>	Dx	_____	_____
	Dy	_____	_____
<b>RESULTADO</b>	Dx	_____	
	Dy	_____	

Detalles,  
zona, área

Dimensión  
muros

Detalle  
Refuerzo,  
mortero

Cálculo de  
densidad

Resultado

Figura 13: Ficha de evaluación. (UNI, 2012)

FACTOR	INDICADOR	VALOR	
UBICACIÓN	Zona de inundaciones		Ubicación según zona geográfica
	Cause de avalanchas, aluviones o huaycos		
SUELOS	Suelos granulares sueltos		Característica del suelo
	Suelos cohesivos blandos		
	Arcillas expansivas		
	Suelos inestables		
Zona sísmica	Densidad de muros		Densidad requerida
	Requerido		
Tipo de suelo	Mayor de 90% del requerido		
Uso de edificación	Mayor de 80% del requerido		
	Menor de 80% del requerido		
REFORZAMIENTO	Requerido según Norma		Reforzamiento de la Iglesia
	Refuerzo parcial		
	Sin refuerzo		
DIMENSIONES DE MUROS	Relación Largo/espesor - esbeltez		Verificación de dimensiones
	Cumple		
	Diferencia hasta 10%		
	Diferencia hasta 20%		
	Diferencia mayor de 20%		
ESTADO DE MUROS	Buen estado		Estado actual de muros
	Grietas superficiales		
	Grietas atraviesan muros		
	Humedad en base de muros		

Figura 14: Cuadro de evaluación. (UNI, 2012)

## **2.7. Procedimientos, métodos e instrumentos de análisis de datos**

### **2.7.1. Método propuesto por Marcial Blondet**

- a) Recopilación de antecedentes históricos y estado actual de la edificación
  - Materiales y equipos usados: Ficha de recolección de datos, cámara fotográfica.
  - Observación: Se diagnostica el estado actual de la Iglesia San Juan Bautista, a través de la inspección visual y detallada de toda la edificación.
  - Entrevista a personal encargado de la Iglesia para que nos detalle el estado de la edificación a lo largo del tiempo, procedimientos de construcción y algunos alcances.
  - Redactar la ficha de recolección de datos con cada uno de las preguntas a realizar en campo, recoger el testimonio de los involucrados, en este caso del párroco encargado de la Iglesia. Tomar fotografías de cada parte de la edificación para determinar el estado actual y completar la ficha de recolección de datos.
  - Este procediendo se realiza en las diferentes visitas de campo que se realizaron durante el desarrollo de la investigación
- b) Levantamiento arquitectónico
  - Levantamiento de un espacio: Medir cada una de las caras no pudiendo suponer ángulos rectos en las esquinas ni que las distancias en los muros son paralelos.
  - Altura del espacio: Medir la altura de los muros, esto nos da el volumen y la identificación de los vanos, así como el diseño de la cubierta de la edificación.

- Fotografía de un espacio: Describir mediante fotografías los detalles de los aspectos básicos del espacio. Mientras más fotos mejor el estudio.
- Para realizar el levantamiento estructural de la iglesia primero verificar que la wincha este calibrada para aproximarnos a la exactitud de las medidas reales, en el lugar realizar todas las mediciones de cada uno de los detalles que forman parte de la edificación. Una vez terminado el proceso de medición y pasar las medidas a la libreta de campo; tomar fotos de cada uno de los detalles para un mejor dibujo del levantamiento.
- El levantamiento arquitectónico de la iglesia se realizó utilizando lo siguiente: Wincha, libreta de campo, Hoja para apuntar las medidas, cámara fotográfica.



*Figura 15: Fachada de la Iglesia San Juan Bautista.*



*Figura 16: Medición de muros.*



*Figura 17: Balcón interior.*



*Figura 18: Altar principal.*



*Figura 19: Torre del campanario.*



*Figura 20: Patrón San Juan Bautista.*

c) Prueba de peso específico de adobe

- Para determinar una de las propiedades de los materiales que conforma la edificación se realizó el ensayo de peso específico del adobe extraído de la iglesia en estudio San Juan Bautista del distrito de Llacanora, aplicándose las siguientes ecuaciones:

*Ecuación 1: Volumen de adobe.*

$$V = L \times A \times H$$

*Ecuación 2: Peso específico.*

$$Pe = \frac{\text{Peso total}}{\text{Volumen}}$$

d) Prueba de resistencia a la compresión

Ensayo de resistencia a la compresión del adobe como unidad, según la norma E080, donde nos indica que cada unidad debe tener un esfuerzo a la compresión admisible de 12 Kg/cm<sup>2</sup>.

Este ensayo se realizó tomando en cuenta lo establecido en la norma E080, en su artículo 8 denominado Esfuerzo a Roturas Mínimo. 8.1 – ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la resistencia del material tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos).

- Según la norma E080, en el artículo 8. La resistencia se mide mediante el ensayo a compresión del material en cubos de 0.1 m de arista.

Para lo cual se extrajeron dos muestras de adobe de la iglesia en estudio que luego fueron cortados en cubos como lo indica la norma.



*Figura 21: Muestra de adobe a ensayar.*



*Figura 22: División de adobe en cubos.*



*Figura 23: Corte de adobe en cubos.*

- Una vez obtenida los cubos se pasó a realizar el refrentado, método establecido según la norma E070 que nos permite corregir la irregularidad superficial de albañilería. Esto es esencial en el momento de colocar la muestra en la máquina de compresión para evitar falacias en los resultados obtenidos.



*Figura 24: Preparación de yeso para refrentado.*



*Figura 25: Cubos refrentados.*

- Finalmente, las muestras refrentadas fueron dirigidas al laboratorio de la UPN para ser ensayadas en la máquina de compresión axial ASTM-C39.



*Figura 26: Medición de cubos.*



*Figura 27: Ensayo en la máquina de compresión axial ASTM-C39.*



*Figura 28: Verificación del asesor en el ensayo de compresión.*

e) Ficha de reporte

Las fichas de reporte son hojas de cálculo en donde se describen de manera detallada y ordenada las características estructurales, constructivas y arquitectónicas de la vivienda en estudio, estas son elaboradas en hojas de cálculo de MS Excel. (Tarque & Mosqueira, 2005)

En estas fichas de reporte se definen los antecedentes, aspectos técnicos y deficiencias constructivas que puede tener la vivienda en estudio, también se realiza un análisis sísmico donde se evalúa la densidad de muros, estabilidad al volteo y se realiza el diagnóstico de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico. (Tarque & Mosqueira, 2005)

- **Antecedentes:** En esta parte se resumen los datos anotados y observados como la ubicación de la vivienda, si recibió dirección técnica en el diseño y en la construcción, número de pisos de la vivienda, antigüedad, peligros naturales y potenciales que afectan la vivienda, descripción de la topografía y geotecnia de la vivienda en estudio.

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS DE ADOBE			
FICHA DE REPORTE			
		Codigo Vivienda encuestada	JB
		sistema estructural	Adobe
<b>ANTECEDENTES</b>			
UBICACIÓN:			
Departamento: <u>CAJAMARCA</u>		Provincia: <u>CAJAMARCA</u>	
Distrito: <u>CAJAMARCA</u>		Dirección: <u>JR. RAMÓN CASTILLA Cdra 3</u>	
DIRECCIÓN TÉCNICA EN EL DISEÑO: <u>Ninguna</u>			
DIRECCIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN: <u>Un maestro de la época</u>			
PISOS CONSTRUIDOS: <u>Nave - 2, Torre 3</u>		PISOS PROYECTADOS: <u>Nave - 2, Torre 3</u>	
ANTIGÜEDAD DE VIVIENDA: <u>150</u>			
TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA: <u>Plana, suelo arcilloso arenoso</u>			
ESTADO DE LA VIVIENDA: <u>La iglesia se encuentra en un estado de conservación regular. Presentado problemas en la parte exterior que esta expuesta a lluvias. Existen evidencias de fisuras, asentamientos y desgaste de los materiales que componen la edificación</u>			
PELIGROS NATURALES QUE PUEDEN AFECTAR LA VIVIENDA: <u>Sismos y Lluvias</u>			

Figura 29: Antecedentes de la Iglesia San Juan Bautista.

➤ Aspectos técnicos:

Se describe cada uno de los elementos que conforman la vivienda como; cimientos, muros, contrafuertes, techos, vigas y otros.

En la parte de la deficiencia de la estructura se verificará de acuerdo a los ítems establecidos para cada uno de los problemas; problemas de ubicación, problemas constructivos, problemas estructurales y la mano de obra.

ASPECTOS TÉCNICOS	
ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	
Elementos	Características
Cimientos	Tipo de cimentación ciclopea - Supuestamente en buen estado
Muros	Adobe de 45 cm x 35 cm x 11 cm, juntas de 2 cm a 3 cm y el revestimiento interno de yeso
Techo	conformado por vigas de madera y carrizo cubiertas con barro.
Vigas	Vigas de madera de eucalipto de 8" puestas sobre muros y sobre dinteles.
Otros	Cercha triangular de 1.70 m de altura.
DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA:	
Problemas De Ubicación	
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo residual	<input checked="" type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada
<input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o de concreto
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda con asentamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismos
<input type="checkbox"/> Vivienda en pendiente	<input type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados
<input checked="" type="checkbox"/> Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo
Se encuentra en zona de alto peligro sísmico	
<input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada	
Problemas Estructurales	
<input type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Torsión en planta
<input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas	<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda sin junta sísmica
<input type="checkbox"/> Combinación de ladrillos con adobe o tapial en muros	<input checked="" type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica	Amarre deficiente en las esquinas
<input checked="" type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral	<input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Mala
<input checked="" type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad	Otros:
<input checked="" type="checkbox"/> Otros	Falta de orientación profesional
Ausencia de refuerzos horizontales	

Figura 30: Aspectos técnicos de la Iglesia San Juan Bautista.

➤ Peligros naturales potenciales: Se señala cuáles son los peligros naturales que pueden afectar la vivienda.

PELIGROS NATURALES Y POTENCIALES		
<input checked="" type="checkbox"/> Sismos	<input checked="" type="checkbox"/> Lluvia	<input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Huaycos	<input type="checkbox"/> Viento	
<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Inundación	

Figura 31: Peligros naturales de la Iglesia San Juan Bautista.

- Observaciones y comentarios: Descripción a fondo del estado de la vivienda de acuerdo a la construcción, estructura y arquitectura para su buen funcionamiento y según lo establecido en normas y manuales de diseño.

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS
<p>La iglesia es de un antigüedad de 150 años por lo que a lo largo del tiempo a pasado por muchas modificaciones naturales originadas por los cambios climaticos bruscos, estando aun expuesta a estos cambios y pudiendo deshabilitar mucho mas los muros. Al generarse fuerzas sísmicas la iglesia puede sufrir daños por torsion esto se debe a que presenta una estructura irregular en planta en forma de T.</p>

Figura 32: Observaciones de la Iglesia San Juan Bautista.

#### f) Análisis Sísmico

- Revisión de la densidad de muros

Este análisis se basa en la comparación de la densidad de los muros existente frente a la densidad mínima requerida según la Norma, para que la edificación soporte los sismos de una manera adecuada.

Esta densidad de muros se determina comparando el área existente ( $A_e$ ) de los muros confinados en ambas direcciones y en todos los niveles de la vivienda, y el área requerida ( $A_r$ ) de acuerdo a la cortante basal y la resistencia de compresión de los muretes de albañilería.

En la siguiente ecuación se supone que esfuerzo cortante actuante es menor que el esfuerzo de corte resistente de los muros, esto nos sirvió para determinar el área mínima de los muros.

*Ecuación 3: Relación  $V_e - V_r$*

$$\frac{V_e}{A_r} = \frac{V_r}{A_e}$$

Donde:

$V_e$ : Fuerza cortante actuante (KN)

$V_r$ : Fuerza de corte resistente (KN)

$A_r$ : Área requerida ( $m^2$ )

$A_e$ : Área existente ( $m^2$ )

La cortante en la base ( $V_e$ ) según la NTE E.030 se expresa:

*Ecuación 4: Fuerza cortante basal.*

$$V_e = \frac{ZUSC}{R} P$$

Donde:

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso.

S: Factor de suelo.

C= Factor de amplificación sísmica.

R: Factor de reducción.

P: Peso de la estructura =  $A_{tt} \times Y$

( $A_{tt}$ : Suma de las áreas techadas de cada nivel de edificación –  $m^2$  )

( $Y$ : Peso metrado por  $m^2$ , reducido a 25% su sobrecarga –  $Kn/m^2$ )

*Ecuación 5: ( $A_r$ ) Área requerida*

$$A_r = \frac{S * C * W * N * A_p}{v'm}$$

Donde:

S: Factor de suelo.

C= Coeficiente sísmico.

W: Peso promedio por área ( $KN/m^2$ ).

N: Número de pisos.

$A_p$ : Área total techada.

$V'm$ : Esfuerzo a corte en ensayo de compresión diagonal de muretes.

*Ecuación 6: Fuerza sísmica horizontal ( $H$ )*

$$H = S * U * C * P$$

Donde:

S: Factor de suelo.

U: Factor de uso

C: Coeficiente sísmico.

P: Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50% de la carga viva.

Tabla 5:

*Factor de suelo (S).*

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor de suelo (S)</b>
<b>I</b>	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg.f/cm <sup>2</sup>	1.0
<b>II</b>	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa ó 1.02kg.f/cm <sup>2</sup>	1.4

*Fuente: Norma E.080 (Vivienda, 2017)*

Tabla 6:

*Factor de Uso (U).*

<b>Tipo de Edificación</b>	<b>Factor de Uso (U)</b>	<b>Densidad</b>
NT A.030 Hospedaje		
NT A.040 Educación		
NT A.050 Salud	1.4	15%
NT A.090 Servicios comunales		
NT A.100 Recreación y deportes		
NT A.110 Transportes y Comunicaciones.		
NT A.060 Industria	1.2	12%
NT A.070 Comercio		
NT A.080 Oficinas		
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1.0	8%

*Fuente: Norma E.080 (Vivienda, 2017)*

Tabla 7:

*Coefficiente por zona sísmica (C).*

<b>Zona Sísmica</b>	<b>Coefficiente Sísmico (C)</b>
4	0.25
3	0.20
2	0.15
1	0.10

*Fuente: Norma E.080 (Vivienda, 2017)*

- Según la norma E.080 el  $v'm$  del adobe es de  $0.025 \text{ Mpa} = 0.25 \text{ kg. f/cm}^2$
- $Ae/Ar < 0.6$ : Edificación con densidad de muros inadecuada.
- $Ae/Ar > 1.0$ : Edificación con densidad de muros adecuada.
- $0.6 \leq Ae/Ar \leq 1.0$ : Realizar algunos muros a verificación por corte.

➤ Revisión del esfuerzo sísmico cortante de los muros:

Para verificar el esfuerzo de los muros al corte debemos calcular el área tributaria que carga cada uno de los muros y luego hacer una comparación entre el esfuerzo sísmico a corte, con el esfuerzo admisible  $v'm = 0.025 \text{ Mpa} = 25 \text{ KPa} = 0.25 \text{ kg.f/cm}^2$ , dado por la norma E.080. (Tarque & Mosqueira, 2005)

*Ecuación 7: Esfuerzo sísmico al corte*

$$E. S. C = \frac{S * C * W}{e * L}$$

Donde:

S: Factor de suelo.

C: Coeficiente sísmico.

W: Peso promedio por área ( $\text{KN/m}^2$ )

e: Espesor (m)

L: Longitud (m)

➤ Revisión de estabilidad de muros al volteo:

Para revisar la estabilidad de los muros tenemos que determinar el momento actuante ( $M_a$ ) y momento resistente ( $M_r$ ) que soporta cada uno de los muros no estructurales, después hacer una verificación de estabilidad en donde al comparar

ambos momentos el momento actuante debe ser menor que el momento resistente ( $M_a < M_r$ ). (Tarque & Mosqueira, 2005)

*Ecuación 8: Momento actuante ( $M_a$ )*

$$M_a = 0.8 * Z * C_1 * m * P_a^2$$

Donde:

Z: Factor de aceleración.

$C_1$ : Coeficiente según el tipo de elemento no estructural (Parapetos = 1.3, tabiques = 0.9, cerco = 0.6) .

m: Coeficiente según diferentes condiciones de borde ajustados a funciones logarítmicas.

P: Peso del muro (Kg)

a: Valor crítico de la dimensión del muro.

*Ecuación 9: Momento resistente ( $M_r$ )*

$$M_r = 6.667 * t^2$$

Donde:

t: Espesor del muro.

➤ Vulnerabilidad sísmica de la iglesia

Para determinar la vulnerabilidad sísmica de la edificación se ha analizado la vulnerabilidad sísmica estructural y no estructural.

- La vulnerabilidad estructural: Estimada en los siguientes parámetros; la densidad de muros, la calidad de mano de obra y la calidad de materiales

- La vulnerabilidad no estructural: En función solo de la estabilidad de muros al volteo.

Cada uno este parámetro es asignado con un valor numérico según el siguiente cuadro:

Tabla 8:

*Valores para determinar la vulnerabilidad.*

Vulnerabilidad						
Estructural			No estructural			
Densidad (60%)	Mano de obra y materiales (30%)		Tabiquería y parapetos (10%)			
<b>Adecuada</b>	1	Buena calidad	1	Todos estables		1
<b>Aceptable</b>	2	Regular calidad	2	Algunos estables		2
<b>Inadecuada</b>	3	Mala calidad	3	Todos inestables		3

*Fuente: (Mosqueira & Tarquez, 2005)*

Los valores asignados a cada parámetro son reemplazados en la siguiente ecuación:

*Ecuación 10: Vulnerabilidad sísmica.*

$$Vulnerabilidad\ Sísmica = 0.6 \times Densidad\ de\ muro + 0.3 \times Mano\ de\ obra + 0.1 \times Estabilidad\ de\ muros$$

Los rangos numéricos para evaluar la vulnerabilidad sísmica son:

Tabla 9:

*Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica*

Vulnerabilidad sísmica	Rango
<b>Baja</b>	1 a 1.4
<b>Media</b>	1.5 a 2.1
<b>Alta</b>	2.2 a 3

*Fuente: (Mosqueira & Tarquez, 2005)*

Tabla 10:

*Combinación de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica*

VULNERABILIDAD SÍSMICA	ESTRUCTURAL (30%)						NO ESTRUCTURAL Estabilidad de parapetos (10%)		VALOR NUMÉRICO	
	Densidad (60%)			Calidad M.O. y materiales			Estables	Algunos estables		Inestables
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala				
BAJA	X			X			X			1.0
	X			X				X		1.1
	X			X					X	1.2
	X				X		X			1.3
	X				X			X		1.4
MEDIA	X				X				X	1.5
	X					X	X			1.6
	X					X		X		1.7
	X					X			X	1.8
		X		X			X			1.6
		X		X				X		1.7
		X		X					X	1.8
		X			X		X			1.9
		X			X			X		2.0
		X			X				X	2.1
		X				X	X			2.2
ALTA	X					X	X			2.3
	X					X		X		2.4
			X	X			X			2.2
			X	X				X		2.3
			X	X					X	2.4
			X		X		X			2.5
			X		X			X		2.6
			X		X				X	2.7
			X			X	X			2.8
			X			X		X		2.9
			X			X			X	3.0

*Fuente: (Mosqueira & Tarquez, 2005)*

### 2.7.2. Método propuesto por Isabel Moromi

Este método de evaluación de vulnerabilidad es simple y fácil de aplicar, tomando en cuenta como indicadores la ubicación, el tipo de suelo, las relaciones dimensionales de los muros, el tipo de mortero, el sistema de reforzamiento y la densidad de muros (Moromi, 2012).

- Ubicación
  1. Zona sísmica
  2. Pendiente del terreno o zona de huaycos
- Tipo de suelo
  1. Suelo tipo I
  2. Suelo tipo II
- Dimensiones de los muros
  1. Largo
  2. Altura
  3. Espesor
  4. Relación Largo/Espesor
  5. Esbeltez = Relación Altura/Espesor
- Tipo de mortero
  1. Barro
  2. Barro - cemento
- Tipo de reforzamiento
  1. Sin refuerzo
  2. Viga collar y refuerzo vertical en esquinas y encuentro de muros
- Densidad de muros
  1. Área de muros/ Área techada

Los tres indicadores primeros son utilizados para determinar la fuerza sísmica para el análisis estructural de la edificación, permitiendo determinar si los muros son adecuados a resistir dicha fuerza (Moromi, 2012)

a) Determinación de parámetros de ubicación.

Determinar la zona sísmica y el tipo de suelo al que pertenece la edificación según la norma E.080.



Figura 33: Mapa de zonificación sísmica (Vivienda, 2019)

Constatar si el terreno donde está ubicada la edificación se encuentra en una pendiente muy pronunciada, con riesgo de huaycos o inundaciones.

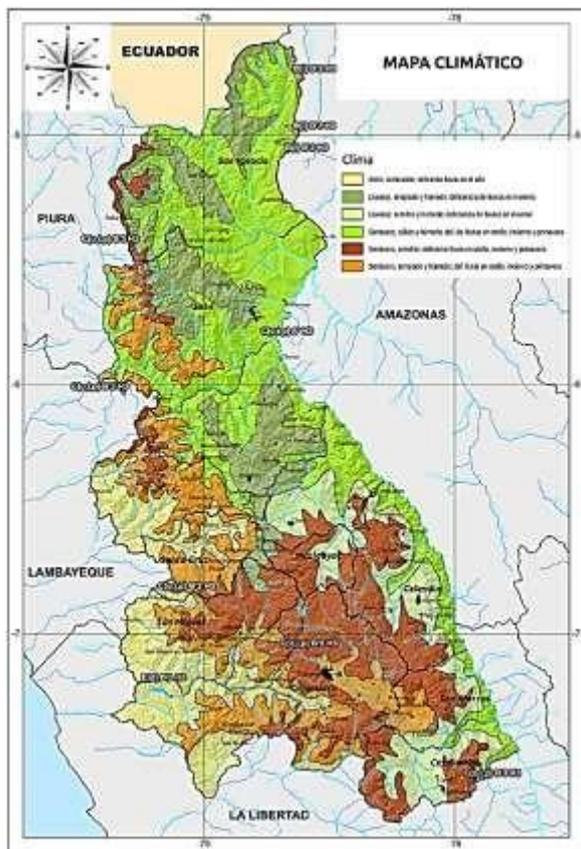


Figura 34: Mapa climático de Cajamarca según estudio de evaluación GRC (Cerdán, 2014)

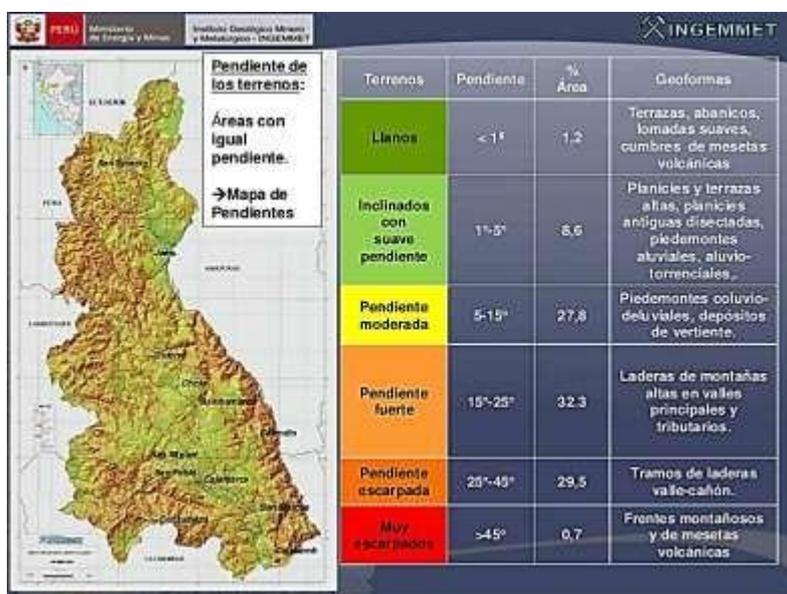


Figura 35: Mapa de pendientes de terreno de Cajamarca. (Energía M., 2010)

b) Esquematación de los ambientes de la edificación

Realizar un esquema de cada uno de los ambientes de la edificación en estudio con cada uno de sus dimensiones y las dimensiones de los muros largo, espesor y alto.

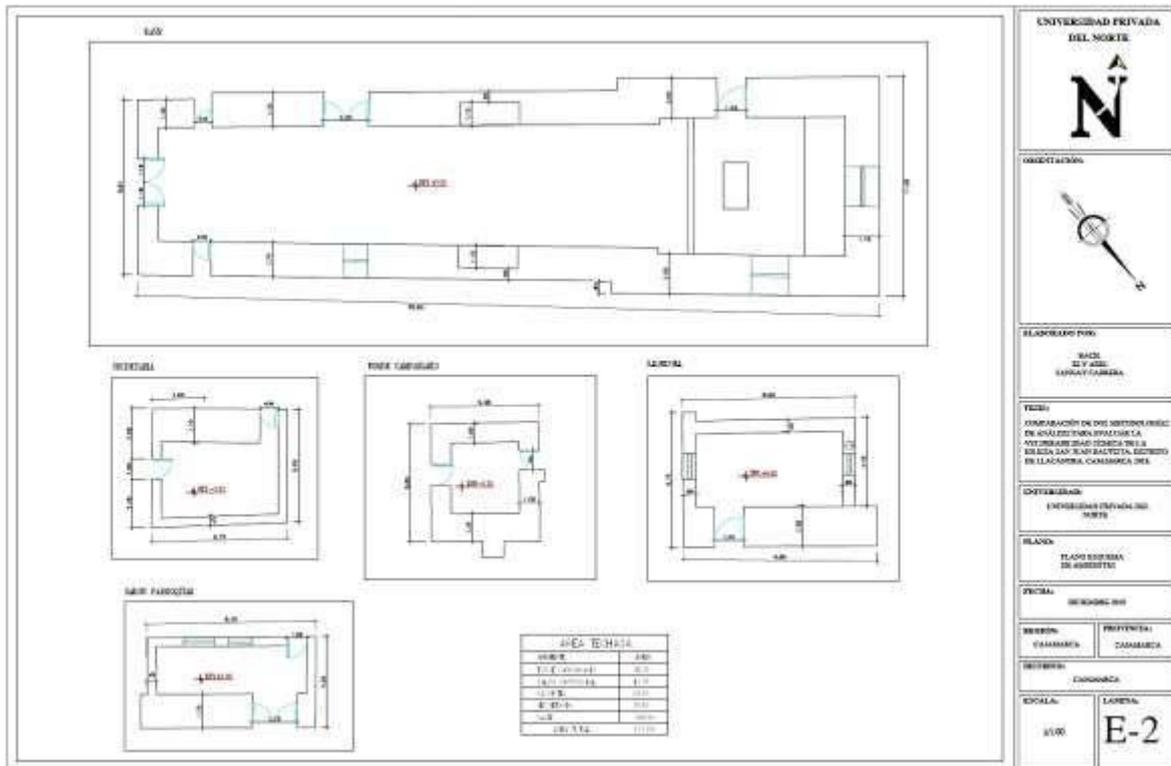


Figura 36: Plano de esquematización de ambientes.

c) Verificación de largo/espesor, esbeltez

Con las relaciones de Largo/espesor (esbeltez horizontal) y Alto/espesor (esbeltez vertical) determinadas, realizar una comparación con las relaciones establecidas en la Norma de Adobe del Reglamento Nacional de Edificaciones: Se considera vulnerable si la esbeltez horizontal ( $\lambda_h$ ) es mayor de 10 y la esbeltez vertical ( $\lambda_v$ ) es mayor de 9.

Esta verificación se da para asegurarnos que los muros de la edificación tendrán un buen comportamiento frente a cargas perpendiculares a su plano.

*Ecuación 11: Esbeltez horizontal*

$$\lambda_h = \frac{L}{e}$$

Donde:

L: Largo del muro.

e: Espesor del muro.

*Ecuación 12: Esbeltez vertical*

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

Donde:

H: Altura del muro.

e: Espesor del muro.

d) Verificación de elementos estructurales y no estructurales

Verificar de que está compuesto el mortero si es de barro o de suelo estabilizado, si esto no se puede identificar considerar como un mortero de barro.



*Figura 37: Pared exterior lateral.*



*Figura 38: Recubrimiento de pared exterior.*

Verificar si cuenta con refuerzos horizontales o verticales, si tiene o no viga collar.

Si no se puede determinar considerar que no cuenta con refuerzo.



*Figura 39: Unión pared - techo.*



*Figura 40: Interior de Iglesia San Juan Bautista.*

Evaluar el estado de los muros, si estas están en buen estado o presentan grietas verticales en las esquinas y/o grietas diagonales.



*Figura 41: Grietas verticales en unión de paredes.*



*Figura 42: Grietas diagonales en unión de paredes.*



*Figura 43: Grietas en mitad de muros.*



*Figura 44: Grietas en la parte exterior.*



*Figura 45: Deterioro de paredes.*

e) Verificación de densidad de muros

Se verificará la densidad de los muros de la edificación: Área de muros/área de la edificación, analizada en cada dirección. Se comparará estos resultados con las densidades mínimas establecidas en el siguiente cuadro:

Tabla 11:

*Densidad de muros - Moromi*

<b>1.-DENSIDAD DE MUROS - Vivienda sin refuerzo</b>			
<b>Suelo/Zona sísmica</b>	3 y 4	2	1
<b>Tipo I</b>	0.431	0.119	0.087
<b>Tipo II</b>	0.729	0.224	0.087
<b>2.-DENSIDAD DE MUROS - Vivienda reforzada</b>			
<b>Suelo/Zona sísmica</b>	3 y 4	2	1
<b>Tipo I</b>	0.087	0.087	0.087
<b>Tipo II</b>	0.087	0.087	0.087
<b>3.-DENSIDAD DE MUROS - Edificio público sin refuerzo</b>			
<b>Suelo/Zona sísmica</b>	3 y 4	2	1
<b>Tipo I</b>	0.959	0.344	0.087
<b>Tipo II</b>	1.492	0.624	0.119
<b>4.-DENSIDAD DE MUROS - Edificio público reforzado</b>			
<b>Suelo/Zona sísmica</b>	3 y 4	2	1
<b>Tipo I</b>	0.087	0.087	0.087
<b>Tipo II</b>	0.153	0.087	0.087

El primer nivel de evaluación sería la verificación de la densidad de los muros que involucra la acción sísmica como el tipo de suelo, la zona sísmica, el tipo de edificación y su reforzamiento (Moromi, 2012).

Con todas las disposiciones ya estudiadas se podría establecer el siguiente cuadro sobre la vulnerabilidad:

Tabla 12:

*Vulnerabilidad en base a Norma E.080 Adobe*

INDICADOR / VULNERABILIDAD	Alta	Media	Baja
Ubicación Adecuada	No	Si	Si
Zona sísmica	3 y 4	2	1
Tipo de suelo	No permitido	II	I
Tipo de uso	Público	Vivienda	Vivienda
Dimensiones	No cumple	Parcialmente	Cumple
Reforzamiento	No cumple	Parcialmente	Cumple

*Fuente: (Moromi, 2012)*

Independientemente de los demás factores con solo tener una mala ubicación y un suelo no permitido, mostraría como resultado una Alta Vulnerabilidad.

Para realizar un segundo nivel de evaluación verificaríamos los factores con una determinación numérica donde un valor menor a 0.25 como baja vulnerabilidad, mayor a 0.25 y menor a 0.50 como de mediana vulnerabilidad, igual o mayor de a.50 a menor de 0.75 como alta vulnerabilidad y mayor a 0.75 como de muy alta vulnerabilidad (Moromi, 2012).

Para este trabajo de investigación utilizaremos valores: menor a 0.25 como baja vulnerabilidad, mayor a 0.25 y menor a 0.50 como de mediana vulnerabilidad, igual o mayor de a.50 como alta vulnerabilidad.

Tabla 13:

*Propuesta de valoración de la vulnerabilidad.*

FACTOR	INDICADOR	VALOR	
<b>UBICACIÓN</b>	Zona de inundaciones	1	
	Cause de avalanchas, aluviones o huaycos	1	
<b>SUELOS</b>	Suelos granulares sueltos	1	
	Suelos cohesivos blandos		
	Arcillas expansivas		
	Suelos inestables		
<b>Zona sísmica</b>	Densidad de muros Requerido	0	
	<b>Tipo de suelo</b>	Mayor de 90% del requerido	0.15
<b>Uso de edificación</b>	Mayor de 80% del requerido	0.25	
	Menor de 80% del requerido	0.5	
<b>REFORZAMIENTO</b>	Requerido según Norma	0	
	Refuerzo parcial	0.25	
	Sin refuerzo	0.35	
<b>DIMENSIONES DE MUROS</b>	Relación Largo/espesor - esbeltez	0	
	Cumple		
	Diferencia hasta 10%		0.1
	Diferencia hasta 20%		0.15
	Diferencia mayor de 20%		0.25
<b>ESTADO DE MUROS</b>	Buen estado	0	
	Grietas superficiales	0.15	
	Grietas atraviesan muros	0.5	
	Humedad en base de muros	0.35	

*Fuente: (Moromi, 2012)*

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Evaluación de la vulnerabilidad - Método propuesto por marcial Blondet

#### 3.1.1. Prueba de resistencia a la compresión.

Según la Norma E.070 en el ítem 5.4 – b) Resistencia a la compresión. Para determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de las muestras.

Tabla 14:

*Resistencia a compresión del adobe.*

CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTADA (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M1	10.23	10.54	11.89	107.824	1033	9.58
M2	10.14	10.23	11.98	103.732	1083	10.44
M3	10.54	10.45	12.15	110.143	1112	10.10
M4	10.44	10.57	11.90	110.351	1390	12.60
M5	10.12	10.12	11.92	102.414	829	8.09
M6	10.78	10.15	12.30	109.417	896	8.19
M7	10.39	10.54	11.78	109.511	1012	9.24
M8	10.22	10.72	11.65	109.558	1098	10.02
M9	10.89	10.22	12.04	111.296	1153	10.36
M10	10.40	10.43	11.91	108.472	1166	10.75
M11	10.31	10.66	11.89	109.905	1048	9.54
M12	10.57	10.34	11.88	109.294	1119	10.24
PROMEDIO						9.93
DESVIACIÓN ESTANDAR						1.19
CARGA MÁXIMA						8.74

Nota: Datos obtenidos del ensayo de los bloques de adobe en la máquina de compresión axial.

### 3.1.2. Ficha de reporte

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS DE ADOBE																																	
FICHA DE REPORTE																																	
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Codigo Vivienda encuestada</td> <td style="width: 30%;">JB</td> </tr> <tr> <td>sistema estructural</td> <td>Adobe</td> </tr> </table>	Codigo Vivienda encuestada	JB	sistema estructural	Adobe																												
Codigo Vivienda encuestada	JB																																
sistema estructural	Adobe																																
<p><b>ANTECEDENTES</b></p> <p>UBICACIÓN:</p> <p>Departamento: <u>CAJAMARCA</u> Provincia: <u>CAJAMARCA</u></p> <p>Distrito: <u>CAJAMARCA</u> Dirección: <u>JR. RAMÓN CASTILLA Cdra 3</u></p> <p>DIRECCIÓN TÉCNICA EN EL DISEÑO: <u>Ninguna</u></p> <p>DIRECCIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN: <u>Un maestro de la época</u></p> <p>PISOS CONSTRUIDOS: <u>Nave - 2, Torre 3</u> PISOS PROYECTADOS: <u>Nave - 2, Torre 3</u> ANTIGÜEDAD DE VIVIENDA: <u>150</u></p> <p>TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA: <u>Plana, suelo arcilloso arenoso</u></p> <p>ESTADO DE LA VIVIENDA: <u>La iglesia se encuentra en un estado de conservación regular. Presentado problemas en la parte exterior que esta expuesta a lluvias. Existen evidencias de fisuras, asentamientos y desgaste de los materiales que componen la edificación</u></p> <p>PELIGROS NATURALES QUE PUEDEN AFECTAR LA VIVIENDA: <u>Sismos y Lluvias</u></p>																																	
<p><b>ASPECTOS TÉCNICOS</b></p> <p><b>ELEMENTOS DE LA VIVIENDA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Elementos</th> <th>Características</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cimientos</td> <td>Tipo de cimentación ciclopea - Supuestamente en buen estado</td> </tr> <tr> <td>Muros</td> <td>Adobe de 45 cm x 35 cm x 11 cm, juntas de 2 cm a 3 cm y el revestimiento interno de yeso</td> </tr> <tr> <td>Techo</td> <td>Techo a dos aguas conformado por tejas soportadas por vigas de madera, en la torre cada piso esta</td> </tr> <tr> <td>Vigas</td> <td>Vigas de madera de eucalipto de 8" puestas sobre muros y sobre dinteles.</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>Cercha triangular de 1.70 m de altura.</td> </tr> </tbody> </table>		Elementos	Características	Cimientos	Tipo de cimentación ciclopea - Supuestamente en buen estado	Muros	Adobe de 45 cm x 35 cm x 11 cm, juntas de 2 cm a 3 cm y el revestimiento interno de yeso	Techo	Techo a dos aguas conformado por tejas soportadas por vigas de madera, en la torre cada piso esta	Vigas	Vigas de madera de eucalipto de 8" puestas sobre muros y sobre dinteles.	Otros	Cercha triangular de 1.70 m de altura.																				
Elementos	Características																																
Cimientos	Tipo de cimentación ciclopea - Supuestamente en buen estado																																
Muros	Adobe de 45 cm x 35 cm x 11 cm, juntas de 2 cm a 3 cm y el revestimiento interno de yeso																																
Techo	Techo a dos aguas conformado por tejas soportadas por vigas de madera, en la torre cada piso esta																																
Vigas	Vigas de madera de eucalipto de 8" puestas sobre muros y sobre dinteles.																																
Otros	Cercha triangular de 1.70 m de altura.																																
<p><b>DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Problemas De Ubicación</th> <th>Problemas Constructivos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo residual</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo no consolidado</td> <td><input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o de concreto</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Vivienda con asentamiento</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivienda en pendiente</td> <td><input type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Otros</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo</td> </tr> <tr> <td>Se encuentra en zona de alto peligro sísmico</td> <td><input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Problemas Estructurales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Torsión en planta</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Vivienda sin junta sísmica</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Combinación de ladrillos con adobe o tapial en muros</td> <td>Amarre deficiente en las esquinas</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica</td> <td style="text-align: center;">Mano de obra</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral</td> <td><input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Mala</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad</td> <td style="text-align: center;">Otros:</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Otros</td> <td>Falta de orientación profesional</td> </tr> <tr> <td>Ausencia de refuerzos horizontales</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Problemas De Ubicación	Problemas Constructivos	<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo residual	<input checked="" type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada	<input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o de concreto	<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda con asentamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismos	<input type="checkbox"/> Vivienda en pendiente	<input type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados	<input checked="" type="checkbox"/> Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo	Se encuentra en zona de alto peligro sísmico	<input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada	Problemas Estructurales	<input checked="" type="checkbox"/> Torsión en planta	<input type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda sin junta sísmica	<input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas	<input checked="" type="checkbox"/> Otros	<input type="checkbox"/> Combinación de ladrillos con adobe o tapial en muros	Amarre deficiente en las esquinas	<input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica	Mano de obra	<input checked="" type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral	<input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Mala	<input checked="" type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad	Otros:	<input checked="" type="checkbox"/> Otros	Falta de orientación profesional	Ausencia de refuerzos horizontales	
Problemas De Ubicación	Problemas Constructivos																																
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo residual	<input checked="" type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada																																
<input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o de concreto																																
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda con asentamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismos																																
<input type="checkbox"/> Vivienda en pendiente	<input type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados																																
<input checked="" type="checkbox"/> Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo																																
Se encuentra en zona de alto peligro sísmico	<input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada																																
Problemas Estructurales	<input checked="" type="checkbox"/> Torsión en planta																																
<input type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda sin junta sísmica																																
<input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas	<input checked="" type="checkbox"/> Otros																																
<input type="checkbox"/> Combinación de ladrillos con adobe o tapial en muros	Amarre deficiente en las esquinas																																
<input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica	Mano de obra																																
<input checked="" type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral	<input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Mala																																
<input checked="" type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad	Otros:																																
<input checked="" type="checkbox"/> Otros	Falta de orientación profesional																																
Ausencia de refuerzos horizontales																																	
<p><b>PELIGROS NATURALES Y POTENCIALES</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Sismos</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Lluvia</td> <td><input type="checkbox"/> Otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Huaycos</td> <td><input type="checkbox"/> Viento</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Deslizamiento</td> <td><input type="checkbox"/> Inundación</td> <td></td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/> Sismos	<input checked="" type="checkbox"/> Lluvia	<input type="checkbox"/> Otros	<input type="checkbox"/> Huaycos	<input type="checkbox"/> Viento		<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Inundación																								
<input checked="" type="checkbox"/> Sismos	<input checked="" type="checkbox"/> Lluvia	<input type="checkbox"/> Otros																															
<input type="checkbox"/> Huaycos	<input type="checkbox"/> Viento																																
<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Inundación																																
<p><b>OBSERVACIONES Y COMENTARIOS</b></p> <p><u>La iglesia es de un antigüedad de 150 años por lo que a lo largo del tiempo a pasado por muchas modificaciones naturales originadas por los cambios climaticos bruscos, estando aun expuesta a estos cambios y pudiendo deshabilitar mucho mas los muros. Al generarse fuerzas sísmicas la iglesia puede sufrir daños por torsion esto se debe a que presenta una estructura irregular en planta en forma de T-</u></p>																																	

Fuente: Adaptado a ficha de reporte de estudio de vulnerabilidad (UPCP, 2004)

### 3.1.3. Análisis sísmico

- Verificación de la densidad de muros

Tabla 15:  
*Verificación de la densidad de muros.*

<b>ANÁLISIS POR SISMO (H=SUCP; U=1)</b>						
<b>ZONA: Nave</b>						
<b>N° de Pisos=</b>		<u>2</u>	<b>S=</b>	<u>1.4</u>	<b>C=</b>	<u>0.2</u>
<b>Peso prome. X m2=</b>		<u>16</u>	<b>KN/m2</b>	<b>V'm=</b>	<u>25</u>	
<b>Área en planta</b>	<b>Peso prom. Por área</b>	<b>Cort. Basal H=SUCP</b>	<b>Área de muros</b>		<b>Relación</b>	<b>Resultado</b>
<b>m2</b>	<b>KN/m2</b>	<b>KN</b>	<b>Ae</b>	<b>Ar</b>	<b>Ae/Ar</b>	<b>Adim</b>
<b>PRIMER NIVEL</b>						
<b>Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "X")</b>						
<b>543.75</b>	16	4872.03	37.89	194.88	0.19	Inadecuada
<b>Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "Y")</b>						
<b>543.75</b>	16	4872.03	163.07	194.88	0.84	Inadecuada
<b>SEGUNDO NIVEL</b>						
<b>Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "X")</b>						
<b>505.94</b>	16	4533.23	28.54	181.33	0.16	Inadecuada
<b>Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "Y")</b>						
<b>505.94</b>	16	4533.23	140.69	181.33	0.78	Inadecuada
<b>ZONA: Torre</b>						
<b>N° de Pisos=</b>		<u>3</u>	<b>S=</b>	<u>1.4</u>	<b>C=</b>	<u>0.2</u>
<b>Peso prome. X m2=</b>		<u>16</u>	<b>KN/m2</b>	<b>V'm=</b>	<u>25</u>	
<b>Área en planta</b>	<b>Peso prom. Por área</b>	<b>Cort. Basal H=SUCP</b>	<b>Área de muros</b>		<b>Relación</b>	<b>Resultado</b>
<b>m2</b>	<b>KN/m2</b>	<b>KN</b>	<b>Ae</b>	<b>Ar</b>	<b>Ae/Ar</b>	<b>Adim</b>
<b>PRIMER, SEGUNDO Y TERCER NIVEL</b>						
<b>Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "X")</b>						
<b>32.14</b>	16	431.92	12.078	17.28	0.70	Inadecuada
<b>Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "Y")</b>						
<b>32.14</b>	16	431.92	13.064	17.28	0.76	Inadecuada

- Verificación de muros a esfuerzo cortante

Para poder hallar el esfuerzo sísmico de corte se determinó primeramente las áreas tributarias, para tener aproximadamente la carga que soportara cada elemento resistente, estas fueron obtenidas de acuerdo a la distribución de los muros

portantes. El procedimiento para esta asignación es trazar en el encuentro de los muros líneas a 45° para proceder a hallar el área tributario de cada muro, este método es denominado “método del sobre”.

Tabla 16:  
*Áreas tributarias en el eje X*

MUROS EN X	ÁREA TRIBUTARIA	MUROS EN X	ÁREA TRIBUTARIA	MUROS EN X	ÁREA TRIBUTARIA
1X	85.32	12X	14.01	20X	14.04
2X	18.9	13X	5.48	21X	17.82
3X	24.19	14X	3.74	<b>Área Total</b>	31.86
4X	13.98	15X	13.05		
5X	11.34	16X	38.28		
6X	7.46	17X	17.02		
7X	16.78	18X	16.98		
8X	23.4	19X	76.36		
9X	24.12	<b>Área Total</b>	184.92		
10X	18.14				
11X	16.46				
<b>Área Total</b>	260.09				

Tabla 17:  
*Áreas tributarias en el eje Y.*

MUROS EN Y	ÁREA TRIBUTARIA	MUROS EN Y	ÁREA TRIBUTARIA	MUROS EN Y	ÁREA TRIBUTARIA
1Y	26.84	13Y	23.03	23Y	13.97
2Y	28.88	14Y	4.416	24Y	12.99
3Y	76.55	15Y	13.93	<b>Área Total</b>	26.96
4Y	22.86	16Y	23.58		
5Y	28.73	17Y	26.62		
6Y	3.15	18Y	23.31		
7Y	14.74	19Y	92.71		
8Y	23.26	20Y	42.26		
9Y	26.93	21Y	42.14		
10Y	23.49	22Y	90.84		
11Y	83.11	<b>Área Total</b>	382.836		
12Y	49.59				
<b>Área Total</b>	408.13				

Tabla 18:  
*Verificación de muros a esfuerzo cortante primer piso (eje X).*

Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo sísmico a corte	Esfuerzo admisible vadm=25kPa
	e	L	A trib.	Peso		
	m	m	m <sup>2</sup>	KN	Kpa	
<b>Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "X")</b>						
<b>1X</b>	1.70	6.85	85.32	2730.24	65.648	INADECUADA
<b>2X</b>	0.65	3.75	18.9	604.80	69.474	INADECUADA
<b>3X</b>	0.65	4.05	24.19	774.08	82.333	INADECUADA
<b>4X</b>	0.45	2.85	13.98	447.36	97.669	INADECUADA
<b>5X</b>	0.45	1.80	11.34	362.88	125.440	INADECUADA
<b>6X</b>	1.00	2.00	7.46	238.72	33.421	INADECUADA
<b>7X</b>	1.00	2.45	16.78	536.96	61.367	INADECUADA
<b>8X</b>	1.00	1.55	23.4	748.80	135.267	INADECUADA
<b>9X</b>	1.00	1.80	24.12	771.84	120.064	INADECUADA
<b>10X</b>	0.45	2.80	18.14	580.48	128.996	INADECUADA
<b>11X</b>	0.45	3.55	16.46	526.72	92.320	INADECUADA

Tabla 19:  
*Verificación de muros a esfuerzo cortante segundo piso (eje X).*

Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo sísmico a corte	Esfuerzo admisible vadm=25kPa
	e	L	A trib.	Peso		
	m	m	m <sup>2</sup>	KN	Kpa	
<b>Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "X")</b>						
<b>12X</b>	0.45	2.85	14.01	448.32	97.879	INADECUADA
<b>13X</b>	0.45	1.40	5.48	175.36	77.938	INADECUADA
<b>14X</b>	1.00	1.40	3.74	119.68	23.936	ADECUADA
<b>15X</b>	1.00	3.50	13.05	417.60	33.408	INADECUADA
<b>16X</b>	1.00	5.70	38.28	1224.96	60.173	INADECUADA
<b>17X</b>	0.45	3.55	17.02	544.64	95.461	INADECUADA
<b>18X</b>	0.45	3.80	16.98	543.36	88.971	INADECUADA
<b>19X</b>	1.70	6.85	76.36	2443.52	58.754	INADECUADA

Tabla 20:  
*Verificación de muros a esfuerzo cortante primer piso (eje Y).*

Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo sísmico a corte Kpa	Esfuerzo admisible vadm=25kPa
	e m	L m	A trib. m2	Peso KN		
<b>Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "y")</b>						
1Y	0.65	8.50	26.84	858.88	43.527	INADECUADA
2Y	2.00	6.64	28.88	924.16	19.485	ADECUADA
3Y	1.70	17.30	76.55	2449.60	23.322	ADECUADA
4Y	0.45	6.95	22.86	731.52	65.492	INADECUADA
5Y	1.70	5.55	28.73	919.36	27.284	INADECUADA
6Y	0.60	2.65	3.15	100.80	17.751	ADECUADA
7Y	1.00	5.36	14.74	471.68	24.640	ADECUADA
8Y	1.40	5.40	23.26	744.32	27.567	INADECUADA
9Y	1.70	5.35	26.93	861.76	26.530	INADECUADA
10Y	0.45	6.75	23.49	751.68	69.291	INADECUADA
11Y	1.70	22.20	83.11	2659.52	19.731	ADECUADA
12Y	2.00	13.35	49.59	1586.88	16.641	ADECUADA

Tabla 21:  
*Verificación de muros a esfuerzo cortante segundo piso (eje Y).*

Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo sísmico a corte Kpa	Esfuerzo admisible vadm=25kPa
	e m	L m	A trib. m2	Peso KN		
<b>Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "y")</b>						
13Y	0.45	7.95	23.03	736.96	57.680	INADECUADA
14Y	0.60	2.20	4.416	141.31	29.975	INADECUADA
15Y	1.00	5.36	13.93	445.76	23.286	ADECUADA
16Y	1.40	5.40	23.58	754.56	27.947	INADECUADA
17Y	1.70	5.35	26.62	851.84	26.225	INADECUADA
18Y	0.45	6.75	23.31	745.92	68.760	INADECUADA
19Y	1.70	22.20	92.71	2966.72	22.011	ADECUADA
20Y	2.00	13.35	42.26	1352.32	14.182	ADECUADA
21Y	2.00	8.09	42.14	1348.48	23.336	ADECUADA
22Y	1.70	25.10	90.84	2906.88	19.075	ADECUADA

Tabla 22:  
Verificación de muros a esfuerzo cortante torre (eje X -Y).

Identificación de muro	Parámetros de Verificación				Esfuerzo sísmico	Esfuerzo admisible
	e	L	A trib.	Peso		
	m	m	m <sup>2</sup>	KN	Kpa	vadm=25kPa
<b>Análisis de muros en el sentido (Eje "X" e"Y")</b>						
<b>20X</b>	1.00	3.55	14.04	673.92	53.154	INADECUADA
<b>21X</b>	1.00	3.50	17.82	855.36	68.429	INADECUADA
<b>23Y</b>	1.00	5.36	13.97	670.56	35.029	INADECUADA
<b>24Y</b>	1.40	5.40	12.99	623.52	23.093	ADECUADA

➤ Verificación de muros al volteo

Tabla 23:  
Verificación de muros al volteo primer piso.

Peso Volumétrico del Muro =		16	KN/m <sup>3</sup>		Z=	0.35					
Identific. de muro	Tipo de muro	Borjas Alturas	a<b			Factores		M. Act.	M. Res.	Est. Muro	
			a	b	t	P	C1	m	0.8ZC1mPa <sup>2</sup>	6.667t <sup>2</sup>	M.Act/M.Res.
			m	m	m	KN/m <sup>2</sup>	adim.	adim.	kN-m/m	kN-m/m	adim.
<b>Estabilidad de Muros Primer Piso</b>											
V1X	Tabiquería	2	2.00	2.50	1.70	27.20	2	0.125	7.62	19.27	Estable
V2X	Tabiquería	2	1.00	2.60	0.65	10.40	2	0.125	0.73	2.82	Estable
V3X	Tabiquería	2	1.35	2.10	0.60	9.60	2	0.125	1.22	2.40	Estable
V4X	Tabiquería	2	1.40	1.75	1.00	16.00	2	0.125	2.20	6.67	Estable
V5X	Tabiquería	2	1.00	1.60	1.00	16.00	2	0.125	1.12	6.67	Estable
V6X	Tabiquería	2	2.36	0.70	1.00	16.00	2	0.125	6.24	6.67	Estable
V7X	Tabiquería	2	1.00	1.60	0.45	7.20	2	0.125	0.50	1.35	Estable
T1X	Tabiquería	1	2.35	3.80	1.70	27.20	2	0.500	42.06	19.27	Inestable
T2X	Tabiquería	1	2.50	3.80	1.70	27.20	2	0.500	47.60	19.27	Inestable
T3X	Tabiquería	1	1.55	3.80	0.65	10.40	2	0.500	7.00	2.82	Inestable
T4X	Tabiquería	1	1.20	3.80	0.65	10.40	2	0.500	4.19	2.82	Inestable
T5X	Tabiquería	1	1.39	3.80	0.60	9.60	2	0.500	5.19	2.40	Inestable
T6X	Tabiquería	1	1.25	3.80	0.60	9.60	2	0.500	4.20	2.40	Inestable
T7X	Tabiquería	1	2.85	3.80	0.45	7.20	2	0.500	16.37	1.35	Inestable
T8X	Tabiquería	1	1.80	3.80	0.45	7.20	2	0.500	6.53	1.35	Inestable
T9X	Tabiquería	1	1.58	3.80	1.00	16.00	2	0.500	11.18	6.67	Inestable
T10X	Tabiquería	1	1.02	3.80	1.00	16.00	2	0.500	4.66	6.67	Estable
T11X	Tabiquería	1	1.43	3.80	1.00	16.00	2	0.500	9.16	6.67	Inestable
T12X	Tabiquería	1	1.55	3.80	1.00	16.00	2	0.500	10.76	6.67	Inestable
T13X	Tabiquería	1	1.80	3.80	1.00	16.00	2	0.500	14.52	6.67	Inestable
T14X	Tabiquería	1	0.85	3.80	0.45	7.20	2	0.500	1.46	1.35	Inestable
T15X	Tabiquería	1	2.00	3.80	0.48	7.68	2	0.500	8.60	1.54	Inestable
T16X	Tabiquería	1	3.55	3.80	0.45	7.20	2	0.500	25.41	1.35	Inestable
V1Y	Tabiquería	2	1.45	1.80	2.00	32.00	2	0.125	4.71	26.67	Estable
V2Y	Tabiquería	2	3.00	0.80	1.13	18.08	2	0.125	11.39	8.51	Inestable
V3Y	Tabiquería	2	1.00	2.20	0.45	7.20	2	0.125	0.50	1.35	Estable
V4Y	Tabiquería	2	1.50	3.20	0.45	7.20	2	0.125	1.13	1.35	Estable
V5Y	Tabiquería	2	1.50	3.20	0.45	7.20	2	0.125	1.13	1.35	Estable
V6Y	Tabiquería	2	2.25	0.80	1.70	27.20	2	0.125	9.64	19.27	Estable
V7Y	Tabiquería	2	0.85	2.05	1.70	27.20	2	0.125	1.38	19.27	Estable
V8Y	Tabiquería	2	0.90	2.05	1.70	27.20	2	0.125	1.54	19.27	Estable
V9Y	Tabiquería	2	1.85	1.30	1.70	27.20	2	0.125	6.52	19.27	Estable
V10Y	Tabiquería	2	3.00	0.80	1.13	18.08	2	0.125	11.39	8.51	Inestable
V11Y	Tabiquería	2	1.85	1.30	2.00	32.00	2	0.125	7.67	26.67	Estable

T1Y	Tabiquería	1	8.53	3.80	0.65	10.40	2	0.500	211.88	2.82	Inestable
T2Y	Tabiquería	1	6.63	3.80	2.00	32.00	2	0.500	393.85	26.67	Inestable
T3Y	Tabiquería	1	4.95	3.80	2.00	32.00	2	0.500	219.54	26.67	Inestable
T4Y	Tabiquería	1	5.00	3.80	1.70	27.20	2	0.500	190.40	19.27	Inestable
T5Y	Tabiquería	1	4.40	3.80	1.70	27.20	2	0.500	147.45	19.27	Inestable
T6Y	Tabiquería	1	1.20	3.80	0.45	7.20	2	0.500	2.90	1.35	Inestable
T7Y	Tabiquería	1	0.75	3.80	0.45	7.20	2	0.500	1.13	1.35	Estable
T8Y	Tabiquería	1	2.00	3.80	0.45	7.20	2	0.500	8.06	1.35	Inestable
T9Y	Tabiquería	1	5.52	3.80	1.70	27.20	2	0.500	232.06	19.27	Inestable
T10Y	Tabiquería	1	2.65	3.80	0.60	9.60	2	0.500	18.88	2.40	Inestable
T11Y	Tabiquería	1	5.35	3.80	1.00	16.00	2	0.500	128.23	6.67	Inestable
T12Y	Tabiquería	1	5.40	3.80	1.40	22.40	2	0.500	182.89	13.07	Inestable
T13Y	Tabiquería	1	5.35	3.80	1.70	27.20	2	0.500	217.99	19.27	Inestable
T14Y	Tabiquería	1	6.75	3.80	0.45	7.20	2	0.500	91.85	1.35	Inestable
T15Y	Tabiquería	1	5.80	3.80	1.70	27.20	2	0.500	256.20	19.27	Inestable
T16Y	Tabiquería	1	4.60	3.80	1.70	27.20	2	0.500	161.15	19.27	Inestable
T17Y	Tabiquería	1	4.70	3.80	1.70	27.20	2	0.500	168.24	19.27	Inestable
T18Y	Tabiquería	1	5.74	3.80	2.00	32.00	2	0.500	295.21	26.67	Inestable
T19Y	Tabiquería	1	5.75	3.80	2.00	32.00	2	0.500	296.24	26.67	Inestable

Tabla 24:  
*Verificación de muros al volteo segundo piso.*

V8X	Tabiquería	2	2.00	3.50	1.70	27.20	2	0.125	7.62	19.27	Estable
V9X	Tabiquería	2	1.00	2.00	0.45	7.20	2	0.125	0.50	1.35	Estable
V10X	Tabiquería	2	1.60	1.75	1.00	16.00	2	0.125	2.87	6.67	Estable
V11X	Tabiquería	2	1.80	2.00	1.00	16.00	2	0.125	3.63	6.67	Estable
T17X	Tabiquería	1	4.47	3.80	1.70	27.20	2	0.500	152.17	19.27	Inestable
T18X	Tabiquería	1	4.50	3.80	1.70	27.20	2	0.500	154.22	19.27	Inestable
T19X	Tabiquería	1	2.85	3.80	0.45	7.20	2	0.500	16.37	1.35	Inestable
T20X	Tabiquería	1	1.85	3.80	0.45	7.20	2	0.500	6.90	1.35	Inestable
T21X	Tabiquería	1	2.40	3.80	1.00	16.00	2	0.500	25.80	6.67	Inestable
T22X	Tabiquería	1	3.50	3.80	1.00	16.00	2	0.500	54.88	6.67	Inestable
T23X	Tabiquería	1	1.95	3.80	1.00	16.00	2	0.500	17.04	6.67	Inestable
T24X	Tabiquería	1	1.95	3.80	1.00	16.00	2	0.500	17.04	6.67	Inestable
T25X	Tabiquería	1	3.80	3.80	0.48	7.68	2	0.500	31.05	1.54	Inestable
T26X	Tabiquería	1	3.55	3.80	0.45	7.20	2	0.500	25.41	1.35	Inestable
V12Y	Tabiquería	2	1.50	3.20	0.45	7.20	2	0.125	1.13	1.35	Estable
V13Y	Tabiquería	2	1.50	3.20	0.45	7.20	2	0.125	1.13	1.35	Estable
V14Y	Tabiquería	2	0.85	2.05	1.70	27.20	2	0.125	1.38	19.27	Estable
V15Y	Tabiquería	2	0.90	2.05	1.70	27.20	2	0.125	1.54	19.27	Estable
V16Y	Tabiquería	2	1.85	1.30	1.70	27.20	2	0.125	6.52	19.27	Estable
V17Y	Tabiquería	2	1.85	1.30	1.70	27.20	2	0.125	6.52	19.27	Estable
T20Y	Tabiquería	1	9.25	3.80	2.00	32.00	2	0.500	766.64	26.67	Inestable
T21Y	Tabiquería	1	21.90	3.80	1.70	27.20	2	0.500	3652.71	19.27	Inestable
T22Y	Tabiquería	1	2.20	3.80	0.45	7.20	2	0.500	9.76	1.35	Inestable
T23Y	Tabiquería	1	0.75	3.80	0.45	7.20	2	0.500	1.13	1.35	Estable
T24Y	Tabiquería	1	2.00	3.80	0.45	7.20	2	0.500	8.06	1.35	Inestable
T25Y	Tabiquería	1	2.20	3.80	0.60	9.60	2	0.500	13.01	2.40	Inestable
T26Y	Tabiquería	1	5.36	3.80	1.00	16.00	2	0.500	128.71	6.67	Inestable
T27Y	Tabiquería	1	3.37	3.80	1.40	22.40	2	0.500	71.23	13.07	Inestable
T28Y	Tabiquería	1	5.35	3.80	1.70	27.20	2	0.500	217.99	19.27	Inestable
T29Y	Tabiquería	1	6.75	3.80	0.50	8.00	2	0.500	102.06	1.67	Inestable
T30Y	Tabiquería	1	5.80	3.80	1.70	27.20	2	0.500	256.20	19.27	Inestable
T31Y	Tabiquería	1	12.25	3.80	1.70	27.20	2	0.500	1142.88	19.27	Inestable
T32Y	Tabiquería	1	5.74	3.80	2.00	32.00	2	0.500	295.21	26.67	Inestable
T33Y	Tabiquería	1	4.05	3.80	2.00	32.00	2	0.500	146.97	26.67	Inestable

➤ Vulnerabilidad sísmica de la Iglesia San Juan Bautista

Para el análisis de la Iglesia San Juan Bautista presentamos la evaluación de la vulnerabilidad sísmica:

Tabla 25:

*Vulnerabilidad sísmica de Iglesia San Juan Bautista.*

Factores que influyen en el análisis de vulnerabilidad					
Vulnerabilidad					
Estructural			No estructural		
Densidad	Mano de obra y materiales		Tabiquería y parapetos		
Adecuada		Buena calidad		Todos estables	
Aceptable		Regular calidad		Algunos estables	X
Inadecuada	X	Mala calidad	X	Todos inestables	
$\text{Vulnerabilidad sísmica} = 0.6 \times 3 + 0.3 \times 3 + 0.1 \times 2 = 2.9$					
Calificación	Vulnerabilidad		<b>ALTA</b>		

- Diagnóstico: La iglesia San Juan Bautista a pesar del tiempo y de los cambios climáticas que ha sufrido, sigue estando en vigencia, y no se ha visto afectada por daños importantes. Sabemos que en la antigüedad la mano de obra era muy mala ya que no contaba con expertos que tengan la cautela de diseñar de acuerdo a algún parámetro, pero a pesar de todo esto los encargados han sabido conservar y mantenerla en el tiempo.

La densidad de los muros tan en el eje X como en el Y es inadecuada esto se pudo observar cuando el área de muros existentes no satisface al área de muros requerida.

Los esfuerzos cortantes en su mayoría superan el esfuerzo establecido en la norma que es de 25 Kpa, esto puede traer daños mayores en la edificación al momento de presentarse un sismo.

Estas irregularidades pueden generar fuerzas de torsión y afectar en gran manera la estructura de la edificación.

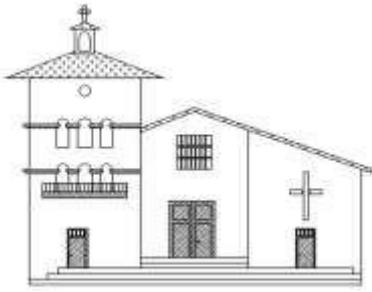
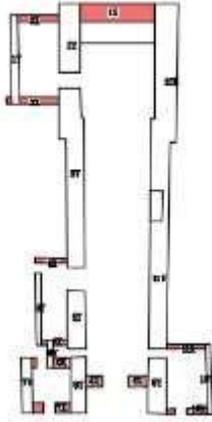
Por ello se concluye que la Iglesia San Juan Bautista tiene una ALTA VULNERABILIDAD SÍSMICA.

### 3.2. Evaluación de la vulnerabilidad - Método propuesto por Isabel Moromi.

➤ Ficha de evaluación

Tabla 26:

*Ficha de Evaluación*

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LA IGLESIA "SAN JUAN BAUTISTA"			
TIPO:	Vivienda		
UBICACIÓN:	Dirección:	Jr. Ramon Castilla Cdra 3	
	Distrito:	Llacanora	
	Provincia:	Cajamarca	
	Departamento:	Cajamarca	
			
OBSERVACIONES:	La iglesia San Juan Bautista esta ubicada en la plaza mayor de Llacanora, actualmente se encuentra en funcionamiento.		
	DETALLE	EVALUACIÓN	
	Zona sísmica(Ver mapa)	3	
	Zona de pendiente y huaycos	NO	
	TIPO DE SUELO	TIPO II	
	AREA TECHADA	Dimensiones en m2	
	Ambiente 1	Área	398.95
	Ambiente 2	Área	47.65
	Ambiente 3	Área	62.37
	Ambiente 4	Área	34.78
	Area total	543.75	
	Total de muros en X	21	
	Total de muros en Y	24	

DIMENSIONES DE LOS MUROS (colocar los mas largos y altos)	Largo	39.44		
	Alto	7.6		
	Espesor	2		
	Largo/espesor		19.72	Vulnerable
	Esbeltez = Alto/espesor		3.8	No Vulnerable *Ver Norma
TIPO DE MORTERO		Barro		
TIPO DE REFUERZO		Sin Refuerzo		
ESTADO DE MUROS	Grietas verticales en esquinas		SI	
	Muros con fisuras diagonales		NO	
DENSIDAD DE MUROS	Dx	0.19		0.729
	Dy	0.84		0.729
RESULTADO	Dx		<b>Alta Vulnerabilidad</b>	
	Dy		<b>No vulnerable</b>	

*Fuente: Adaptado a ficha de evaluación (Moromi, 2012)*

Si consideramos solo la densidad de muros el resultado es de Alta Vulnerabilidad, esto se observa en el eje X donde es menor al 80% de lo requerido

➤ Tabla de evaluación

Tabla 27:

*Tabla de evaluación – segundo nivel.*

FACTOR	INDICADOR	VALOR
UBICACIÓN	Zona de inundaciones	1
	Cause de avalanchas, aluvion	
SUELOS	Suelos granulares sueltos	0
	Suelos cohesivos blandos	
	Arcillas expansivas	
	Suelos inestables	
Zona sísmica	Densidad de muros	0.5
	Requerido	
	Tipo de suelo	
	Uso de edificación	
REFORZAMIE NTO	Requerido según Norma	0.35
	Refuerzo parcial	
	Sin refuerzo	
DIMENSIONE S DE MUROS	Relación Largo/espesor - esbeltez	0
	Cumple	
	Diferencia hasta 10%	
	Diferencia hasta 20%	
	Diferencia mayor de 20%	
ESTADO DE MUROS	Buen estado	0.15
	Grietas superficiales	
	Grietas atraviesan muros	
	Humedad en base de muros	

*Fuente: Adaptado a ficha de evaluación (Moromi, 2012)*

La suma es de los factores de la anterior tabla es igual a 2 la consideramos que la Iglesia San Juan Bautista tiene una VULNERABILIDAD MUY ALTA, según los parámetros adaptados de lo establecido por Isabel Moromi.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Analizar una edificación de adobe que tiene muchos años de antigüedad es un poco complicado, esto es porque no contamos con mucha información, no se conocía a detalle las propiedades de los materiales que la conforman. Pero se determinó un parámetro importante que fue la resistencia a la compresión del adobe extraído de la edificación en estudio el cual fue de 8.74 Kg/cm<sup>2</sup>, este valor por debajo de lo establecido o requerido por la norma E.080 que es de 12 Kg/cm<sup>2</sup>, a pesar de la antigüedad y los distintos factores que afectaron la edificación podemos decir que es un valor no muy por debajo como en el caso del análisis de la vulnerabilidad de la Casona Espinach – ex palacio Municipal de la ciudad de Cajamarca en donde encontramos una resistencia de 5.80 Kg/cm<sup>2</sup>, gran diferencia entre la resistencia del adobe y lo óptimo según la Norma E.080.

El método establecido por Marcial Blondet permite determinar de manera detallada la vulnerabilidad de la edificación a través de una ficha de reporte en donde se evalúan las densidades de los muros, las fuerzas cortantes, y el análisis de estabilidad al volteo. Todo esto es posible con un buen trabajo de campo y la investigación. Analiza la vulnerabilidad sísmica estructural y no estructural: la vulnerabilidad estructural mediante la densidad de muros, la calidad de mano de obra y la no estructural mediante la estabilidad de muros al volteo. Con este método se determinó que la vulnerabilidad de la Iglesia San Juan Bautista es ALTA

Por otro lado, el método propuesto por Isabel Blondet determina la vulnerabilidad a través de una ficha de evaluación donde se consideran los parámetros de ubicación de

la edificación, zona, suelo al que pertenece, densidad de muros, reforzamiento de estructuras, esbeltez de muros, tipo de mortero y el estado de los muros. Este método no es muy detallado por lo que podemos considerar como un método preliminar para la evaluación de vulnerabilidad de edificaciones. Este método determinó que la vulnerabilidad sísmica de la Iglesia San Juan Bautista es MUY ALTA.

En la ciudad de Cajamarca y sus distritos se hacen muy pocos estudios de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe y muy escasos los de edificaciones antiguas. Un estudio realizado cerca a la ubicación de la Iglesia San Juan Bautista es la de las viviendas de adobe del C.P. La Huaraclla, Jesus, realizada por Alvarez, 2015 donde se evaluó las características de las viviendas de adobe a través de sus propiedades externas que pueden afectar el comportamiento sísmico. Si comparamos este estudio con el de nosotros podemos encontrar varias similitudes en sus deficiencias tales como los materiales utilizados en las edificaciones son de deficiente calidad, las unidades de adobe poseen una baja resistencia y dentro de los problemas estructurales presentan una inadecuada densidad de muros así como una mala distribución de elementos estructurales.

## 4.2. Conclusiones

Como conclusiones a este estudio de análisis de vulnerabilidad sísmica de la Iglesia San Juan Bautista de Llacanora, usando dos metodologías de investigación propuestas por Marcial Blondet y Isabel Moromi, a través de las cuales se logró valorizaciones sísmicas de confianza y satisfactorias desde el punto de vista son:

- Después de comparar ambas metodologías se determinó que la metodología más conservadora es la propuesta por Marcial Blondet debido a que este método verifica la estabilidad de muros al volteo, la densidad de muros de acuerdo a la Norma vigente, además que gracias a los ensayos de resistencia a compresión que se realiza al adobe, se puede obtener resultados más conservadores. De esta manera SE AFIRMA LA HIPÓTESIS planteada.
- Se logró determinar la vulnerabilidad sísmica con el método de Marcial Blondet dando como resultado ALTA VULNERABILIDAD.
- Se logró determinar la vulnerabilidad sísmica con el método propuesto por Isabel Moromi, lo cual lo determina como MUY ALTA VULNERABILIDAD.

## REFERENCIAS

1. Abugattas, G. K. V. (2014). Análisis de Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas de Dos Pisos de Adobe Existente en Lima. (*Título de Ingeniero Civil*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú..
2. Alvarez, D. (2015). Vulnerabilidad Sísmica De Viviendas De Adobe Del C.P. La Huaraclla, Jesús S, Cajamarca 2015. (*Título Profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
3. Barrionuevo, R. (2015). Construcciones de Adobe en Perú, (*Trabajo de Investigación*). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
4. Cardenas, L. (2008). Análisis de Vulnerabilidad Estructural del Hotel Comercio, (*Título Profesional de Ingeniería Civil*). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
5. Cundari, G. A., Milani, G., & Failla, G. (2017). Seismic vulnerability evaluation of historical masonry churches: Proposal for a general and comprehensive numerical approach to cross-check results. (*Engineering Failure Analysis*). Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2017.08.013>, Milano Italy
6. Díaz, A. (2012). Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Casona Espinach – Ex Palacio Municipal de la Ciudad de Cajamarca. (*Título Profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
7. Douglas Bravo. (2017). Terremotos y Tectónica de América del Sur - Obtenido de YouTube: Retrieved June 18, 2018, from <https://www.youtube.com/watch?v=nr6zxiymYc8>
8. González Herrera, R., Aguilar Carboney, J., & Gómez Soberón, C. (2008). Análisis de vulnerabilidad de estructuras de adobe en Chiapas y alternativas para su reparación. (*Paper*). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Autónoma Metropolitana. Chiapas, México.

9. Gutiérrez, C., Santoyo, M., Quaas, R., Ordaz, M., Guevara, E., Muría, D., & Krishna, S. (2001). Sismos Serie Fascículos. (*Cuarta Edición*). Centro Nacional de Prevención del Desastre, Ciudad de México, México.
10. Hofer, L., Zampieri, P., Zanini, M. A., Faleschini, F., & Pellegrino, C. (2018). Seismic damage survey and empirical fragility curves for churches after the August 24, 2016 Central Italy earthquake. (*Soil Dynamics and Earthquake Engineering*), *111*, 98–109. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2018.02.013>
11. José Rosales. (2014). Templos religiosos del país no tienen evaluaciones de riesgos | El Comercio | Perú | El Comercio Perú. Retrieved June 18, 2018. Obtenido de from: <https://elcomercio.pe/peru/templos-religiosos-pais-evaluaciones-riesgos-304071>
12. Mackey, M. (2005). DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN, (*Estadística*) Centro Rosario De Estudios, Lima, Perú.
13. MVCS. (2010). Manual de Construcción Edificaciones Antisísmicas de Adobe, Lima Perú.
14. Meli, Roberto & Bazán, E. (1999). Diseño Sísmico De Edificios. (*Instituto de Ingeniería - Manual*). Limusa, Ciudad de México, México.
15. Miranda, C. C. (2017). Sismos y Terremotos (*Trabajo de Investigación*). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
16. Moromi, I. (2012). METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE ADOBE A NIVEL LOCAL, (*Título de Magister en Gestión de Riesgos de Desastres*). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú.
17. PNDUD, I. (2005). Programa de prevención y medidas de mitigación antidesastres de la ciudad de cajamarca, Cajamarca, Perú.
18. PUCP. (2004). Fichas de reportes de edificaciones de adobe. Pontificie Universidad

Catolica del Perú. Lima, Perú

19. Rivera Vargas, D. (2007). Evaluación Simplificada de la Vulnerabilidad Sísmica de Puentes Urbanos. Centro Nacional de Prevención del Desastre, Ciudad de México, México.
20. Tarque Ruíz, N., & Mosqueira Moreno, M. (2005). Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana. (*Titulo de Magister en Ingeniería Civil*). Pontificie Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
21. Tavera, H., Bernal, I., & Salas, H. (2007). El Sismo de Pisco del 15 de Agosto, 2007 (7.9Mw) Departamento de Ica - Perú, (*Informe Preliminar*). Instituto Geofísico del Perú - Dirección de Sismología - CNDG, Lima, Perú.
22. USGS (2016). Seismic-Hazard Forecast for 2016 including induced and natural earthquakes in the central and eastern United States. (*Artículo Científico*). United States Geological Survey. Washington D. C., Estados Unidos.
23. Vivienda. (2017). Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - Ministerio de Vivienda Construcción y Sanamiento.
24. Vivienda (2019). Norma E.030 Diseño sismorresistente - Ministerio de Vivienda Construcción y Sanemaiento.
25. Yamin, L. E., Phillips, C., Reyes, J. C., & Ruiz, D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. *Apuntes: Revista de Estudios Sobre Patrimonio Cultural*, Universidad de los Andes Bogotá. Bogota, Colombia.

## ANEXOS

Anexo N.º1: Solicitud de permiso para realizar estudio en la Iglesia San Juan Bautista

Anexo N.º2: Panel fotográfico

Anexo N.º3: Constancia de levantamiento arquitectónico

Anexo N.º4: Ficha de reporte con datos de la Iglesia San Juan Bautista

Anexo N.º5: Datos de ensayos de compresión

Anexo N.º6: Datos de peso específico

Anexo N.º7: Ficha de evaluación de la Iglesia San Juan Bautista

Anexo N.º8: Tabla de evaluación de la Iglesia San Juan Bautista

Anexo N.º9: Resultados – Esfuerzo sísmico a corte de muros primer nivel.

Anexo N.º10: Resultados – Esfuerzo sísmico a corte de muros segundo nivel.

Anexo N.º11: Resultados – Estabilidad de muros primer nivel.

Anexo N.º12: Resultados – Estabilidad de muros segundo nivel.

Anexo N.º13: Plano de ubicación

Anexo N.º14: Plano en planta primera planta

Anexo N.º15: Plano en planta segunda planta

Anexo N.º16: Plano en planta Tercera planta

Anexo N.º17: Plano esquema de ambientes

Anexo N.º18: Plano cortes y elevaciones

Anexo N.º19: Plano de techos

Anexo N.º20: Plano de áreas tributarias primer piso

Anexo N.º21: Plano de áreas tributarias segundo piso

Anexo N.º22: Plano de áreas tributarias tercer piso

Anexo N.º1:

Solicitud de permiso para realizar estudio en la Iglesia San Juan Bautista



## SOLICITUD DE: INGRESO A IGLESIA

Señor:

**P. Manuel Vélez Álvarez**

Párroco del Distrito de Llacanora

Presente:

**Ely Abel Sangay Cabrera** con DNI N° 48311799, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Del Norte, ante Usted con el debido respeto que se merece me presento y expongo: que por razones de estudios estoy realizando la tesis de grado con el siguiente título “Comparación De Dos Metodologías De Análisis Para Evaluar La Vulnerabilidad Sísmica De La Iglesia San Juan Bautista, Distrito De Llacanora, Cajamarca 2018”, por ser de mucha importancia para realizar tal estudio, solicito el permiso correspondiente para realizar una inspección del estado actual, tomar medidas, fotos y ensayos no destructivos.

Por lo expuesto:

Pido a usted acceder mi petición.



Cajamarca, 03 de setiembre de 2018

  
\_\_\_\_\_  
ELY ABEL SANGAY CABRERA

DNI N°: 4831 1799

Anexo N.º2:

Panel fotográfico

FOTO N° 1: Iglesia San Juan Bautista



FOTO N° 2: Nave – vista frontal



FOTO N° 3: Nave – vista posterior



FOTO N° 4: San Juan Bautista



FOTO N° 5: Altar – Iglesia San Juan Butista



FOTO N° 6: Levantamiento arquitectónico Iglesia San Juan Bautista



FOTO N° 7: Muros no uniformes



FOTO N° 8: Union muro – techo



FOTO N° 9: Sacristía



FOTO N° 10: Presencia de fisuras en union de muros



FOTO N° 11: Deterioro de parte exterior de muros



FOTO N° 12: Fisuras en parte exterior de muros



FOTO N° 13: Deterioro de revestimiento de techo



FOTO N° 14: Deterioro de puertas



FOTO N° 15: Cuarto de reloj



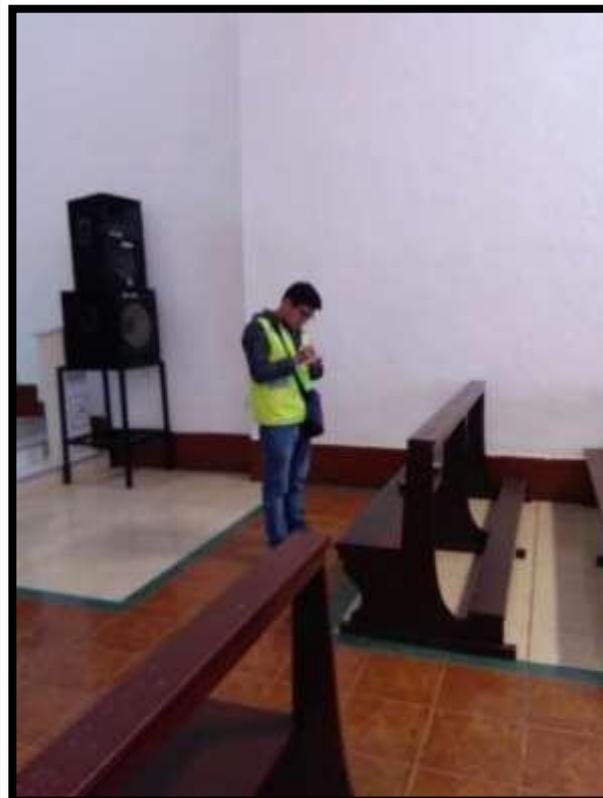
FOTO N° 16: Campanario



FOTO N° 17: Techo del campanario



FOTO N° 18: Constancia de datos de levantamiento arquitectónico



Anexo N.º3:

Constancia de levantamiento arquitectónico

**"Iglesia San Juan Bautista"**

**CONSTANCIA DE LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO**

El que suscribe en representación de la Iglesia San Juan Bautista del Distrito de Llacanora

HACE CONSTAR:

Que, el estudiante **Ely Abel Sangay Cabrera** identificado con DNI N° 48311799, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Del Norte, que por razones de estudio está realizando la tesis de grado con el siguiente título **"Comparación De Dos Metodologías De Análisis Para Evaluar La Vulnerabilidad Sísmica De La Iglesia San Juan Bautista, Distrito De Llacanora, Cajamarca 2018"**, y por ser de gran importancia para la realización del estudio, realizo el levantamiento arquitectónico de la Iglesia San Juan Bautista.

Se expide la presente como constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Cajamarca, 15 de octubre de 2018

Atentamente



P. Manuel Vélez Álvarez

Párroco del Distrito de Llacanora

Anexo N.º4:

Ficha de reporte con datos de la Iglesia San Juan Bautista

**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS DE ADOBE  
FICHA DE REPORTE**



Codigo Vivienda encuestada	JB
sistema estructural	Adobe

**ANTECEDENTES**

UBICACIÓN:

Departamento: CAJAMARCA

Provincia: CAJAMARCA

Distrito: CAJAMARCA

Dirección: JR. RAMÓN CASTILLA Cdra 3

DIRECCIÓN TÉCNICA EN EL DISEÑO: Ninguna

DIRECCIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN: Un maestro de la época

PISOS CONSTRUIDOS: Nave - 2, Torre 3

PISOS PROYECTADOS: Nave - 2, Torre 3

ANTIGÜEDAD DE VIVIENDA: 150

TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA: Plana, suelo arcilloso arenoso

ESTADO DE LA VIVIENDA: La iglesia se encuentra en un estado de conservación regular. Presentado problemas en la parte exterior que esta expuesta a lluvias. Existen evidencias de fisuras, asentamientos y desgaste de los materiales que componen la edificación

PELIGROS NATURALES QUE PUEDEN AFECTAR LA VIVIENDA: Sismos y Lluvias

**ASPECTOS TÉCNICOS**

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA

Elementos	Características
Cimientos	Tipo de cimentación ciclopea - Supuestamente en buen estado
Muros	Adobe de 45 cm x 35 cm x 11 cm, juntas de 2 cm a 3 cm y el revestimiento interno de yeso
Techo	conformado por vigas de madera y carrizo cubiertas con barro.
Vigas	Vigas de madera de eucalipto de 8" puestas sobre muros y sobre dinteles.
Otros	Cercha triangular de 1.70 m de altura.

DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA:

Problemas De Ubicación	Problemas Constructivos
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo residual	<input checked="" type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada
<input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo no consolidado	<input type="checkbox"/> Muros sin viga solera de madera o de concreto
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda con asentamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Muros sin confinar resistentes a sismos
<input type="checkbox"/> Vivienda en pendiente	<input type="checkbox"/> Cimientos y/o sobrecimientos inadecuados
<input checked="" type="checkbox"/> Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Dinteles con reducida longitud de apoyo
Se encuentra en zona de alto peligro sísmico	<input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada
Problemas Estructurales	Mano de obra
<input type="checkbox"/> Muros expuestos a lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Torsión en planta
<input type="checkbox"/> Juntas de construcción mal ubicadas	<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda sin junta sísmica
<input type="checkbox"/> Combinación de ladrillos con adobe o tapial en muros	<input checked="" type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Unión muro techo no monolítica	<input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Mala
<input checked="" type="checkbox"/> Muros inadecuados para soportar empuje lateral	Otros:
<input checked="" type="checkbox"/> Unidades de adobe o tapial de baja calidad	<input type="checkbox"/> Falta de orientación profesional
<input checked="" type="checkbox"/> Otros	
Ausencia de refuerzos horizontales	

**PELIGROS NATURALES Y POTENCIALES**

<input checked="" type="checkbox"/> Sismos	<input checked="" type="checkbox"/> Lluvia	<input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Huaycos	<input type="checkbox"/> Viento	
<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Inundación	

**OBSERVACIONES Y COMENTARIOS**

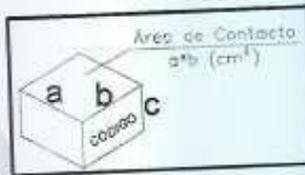
La iglesia es de un antigüedad de 150 años por lo que a lo largo del tiempo a pasado por muchas modificaciones naturales originadas por los cambios climaticos bruscos, estando aun expuesta a estos cambios y pudiendo deshabilitar mucho mas los muros. Al generarse fuerzas sismicas la iglesia puede sufrir daños por torsion esto se debe a que presenta una estructura irregular en planta en forma de T.

Anexo N.º5:

Datos de ensayos de compresión

<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
	<b>ENSAYO:</b>	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> RMCV-RAC-EC
	<b>NORMA:</b>		
	<b>TESIS:</b>	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
<b>IGLESIA:</b>	SAN JUAN BAUTISTA	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
<b>UBICACIÓN:</b>	LLACANORA	<b>COLOR DE MATERIAL:</b>	MARRÓN
<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 31/10/2018		<b>RESPONSABLE:</b>	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		<b>REVISADO POR:</b>	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

**DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS**



CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTADA A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M1	10.23	10.54	11.89	107.824	1033	9.58

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.85	1.59	0.013
400	3.71	2.45	0.021
600	5.56	3.42	0.029
800	7.42	4.22	0.035
1000	9.27	5.30	0.045
1033	9.58	6.18	0.052

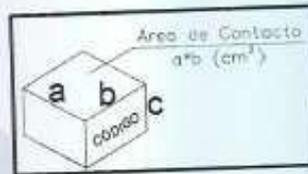


**OBSERVACIONES:**

<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAG-EC: .....
NORMA:	.....		
TESIS:	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018		
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

**DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS**

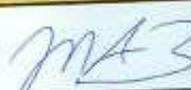
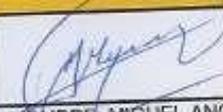


CÓDIGO DE ESPECÍME N	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTADA A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M2	10.14	10.23	11.98	103.732	1083	10.44

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.93	1.44	0.012
400	3.86	2.20	0.018
600	5.78	3.34	0.028
800	7.71	4.76	0.040
1000	9.64	6.20	0.052
1083	10.44	7.45	0.062

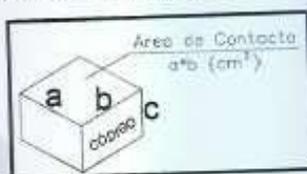


**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAC-EC
	NORMA:		
	TESIS:	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTAD A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M3	10.54	10.45	12.15	110.143	1112	10.10

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.82	1.70	0.014
400	3.63	2.45	0.020
600	5.45	3.15	0.026
800	7.26	3.90	0.032
1000	9.08	4.86	0.040
1112	10.10	6.80	0.056

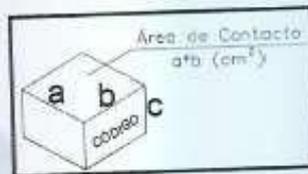


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAC-EC.....
	NORMA:		
	TESIS:	COMPARACION DE DOS METODOLOGIAS DE ANALISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

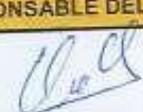


CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTADA A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M4	10.44	10.57	11.90	110.351	1390	12.60

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.81	1.05	0.009
400	3.62	1.84	0.015
600	5.44	2.72	0.023
800	7.25	3.40	0.029
1000	9.06	4.32	0.036
1200	10.87	5.34	0.045
1390	12.60	6.94	0.058



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAC-EC .....
	NORMA:		
	TESIS:	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

**DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS**



CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTADA A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M5	10.12	10.12	11.92	102.414	829	8.09

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L$ (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.95	1.16	0.010
400	3.91	1.92	0.016
600	5.86	3.15	0.026
800	7.81	4.66	0.039
829	8.09	5.55	0.047

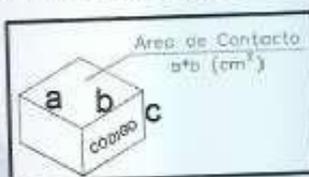


**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAC-EC: .....
	NORMA:		
	TESIS:	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

**DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS**



CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTADA (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M6	10.78	10.15	12.30	109.417	896	8.19

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.83	0.95	0.008
400	3.66	1.76	0.014
600	5.48	2.46	0.020
800	7.31	3.67	0.030
896	8.19	4.90	0.040

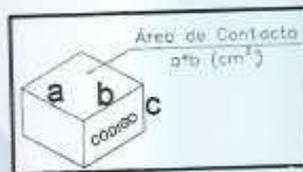


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAC-EC: .....
	NORMA:		
	TESIS:	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

**DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS**

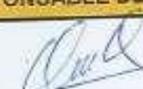
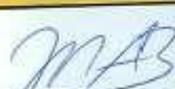


CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTADA A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M7	10.39	10.54	11.78	109.511	1012	9.24

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L$ (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.83	1.84	0.016
400	3.65	2.46	0.021
600	5.48	3.24	0.028
800	7.31	4.04	0.034
1000	9.13	5.12	0.043
1012	9.24	5.95	0.051

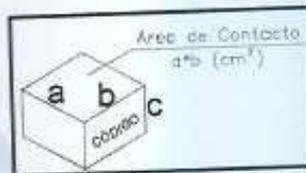


**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAC-EC.....	
	NORMA:	COMPARACION DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018		
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS	
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN	
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA	
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	

**DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS**



CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTAD A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M8	10.22	10.72	11.65	109.558	1098	10.02

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.83	1.11	0.010
400	3.65	2.06	0.018
600	5.48	3.11	0.027
800	7.30	4.19	0.036
1000	9.13	5.36	0.046
1098	10.02	6.44	0.055

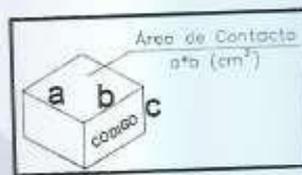


**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAC-EC:.....
	NORMA:	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
	TESIS:	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

**DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS**



CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTAD A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M9	10.89	10.22	12.04	111.296	1153	10.36

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L$ (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.80	0.98	0.008
400	3.59	1.79	0.015
600	5.39	2.52	0.021
800	7.19	3.26	0.027
1000	8.99	4.44	0.037
1153	10.36	6.42	0.053

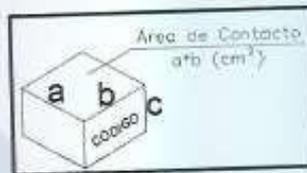


**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAC-EC
	NORMA:	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
	TESIS:	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

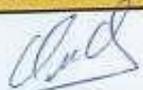
**DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS**



CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTADA A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M10	10.40	10.43	11.91	108.472	1166	10.75

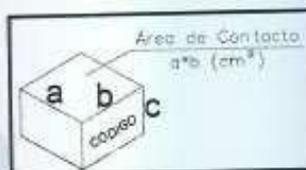
Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.84	2.10	0.018
400	3.69	2.87	0.024
600	5.53	3.67	0.031
800	7.38	4.53	0.038
1000	9.22	5.80	0.049
1166	10.75	7.80	0.065



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAC-EC: .....
	NORMA:		
TESIS:	COMPARACION DE DOS METODOLOGÍAS DE ANALISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018		
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

**DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS**

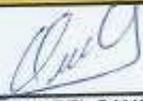


CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTADA A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M11	10.31	10.66	11.89	109.905	1048	9.54

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.82	1.12	0.009
400	3.64	1.67	0.014
600	5.46	2.35	0.020
800	7.28	3.11	0.026
1000	9.10	3.90	0.033
1048	9.54	4.92	0.041

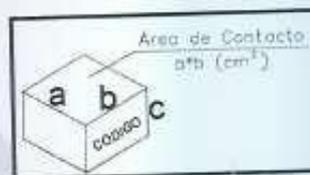


**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ROTURA DE MUESTRA DE ADOBE ENSAYO A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RMCV-RAC-EC: .....
	NORMA:		
	TESIS:	COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018	
IGLESIA	SAN JUAN BAUTISTA	TIPO DE MATERIAL:	ADOBE CON PRESENCIA DE PAJA Y PEQUEÑAS PIEDRAS
UBICACIÓN:	LLACANORA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE ENSAYO: 31/10/2018		RESPONSABLE:	ELY ABEL SANGAY CABRERA
		REVISADO POR:	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

**DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS**

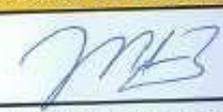


CÓDIGO DE ESPECÍMEN	LONGITUD DEL TIZÓN "a" cm	LONGITUD DE LA SOGA "b" cm	LONGITUD DEL GRUESO "c" cm	AREA DE CONTACTO "a*b" cm <sup>2</sup>	CARGA MÁXIMA SOPORTAD A (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
M12	10.57	10.34	11.88	109.294	1119	10.24

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L$ (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0
200	1.83	1.05	0.009
400	3.66	1.98	0.017
600	5.49	3.08	0.026
800	7.32	4.23	0.036
1000	9.15	5.24	0.044
1119	10.24	7.12	0.060



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELY ABEL SANGAY CABRERA	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018	FECHA: 31/10/2018

Anexo N.º6:

Datos de peso específico

PESO ESPECÍFICO DEL ADOBE

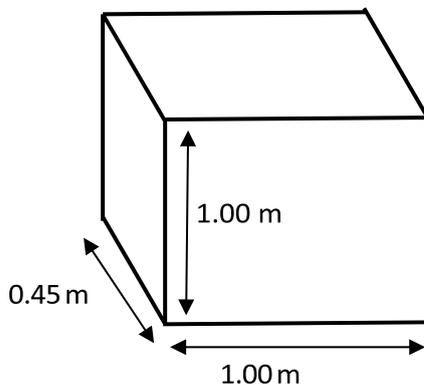
UNIDAD DE ADOBE		
Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
0.45	0.35	0.11
0.46	0.35	0.10
0.45	0.36	0.11
Promedio	0.45	0.35

Volumen de adobe	0.017	m <sup>3</sup>
------------------	-------	----------------

Peso total del adobe	29.756	Kg
----------------------	--------	----

Peso específico	1750.353	Kg/m <sup>3</sup>
-----------------	----------	-------------------

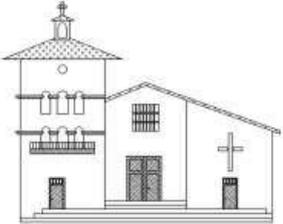
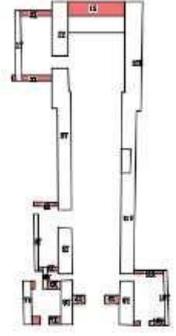
PESO PROPIO



Pp=	Largo x Peso específico
Pp=	787.659 Kg/m <sup>2</sup>
Pp=	7.88 KN/m <sup>2</sup>

Anexo N.º7:

Ficha de evaluación de la Iglesia San Juan Bautista

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LA IGLESIA "SAN JUAN BAUTISTA"			
TIPO:	Vivienda		
UBICACIÓN:	Dirección:	Jr. Ramon Castilla Cdra 3	
	Distrito:	Llacanora	
	Provincia:	Cajamarca	
	Departamento:	Cajamarca	
			
OBSERVACIONES:	La iglesia San Juan Bautista esta ubicada en la plaza mayor de Llacanora, actualmente se encuentra en funcionamiento.		
DETALLE		EVALUACIÓN	
Zona sísmica(Ver mapa)		3	
Zona de pendiente y huaycos		NO	
TIPO DE SUELO		TIPO II	
AREA TECHADA		Dimensiones en m2	
Ambiente 1 - Torre campanario	Área	34.78	
Ambiente 2 - Salon Parroquial	Área	40.78	
Ambiente 2 - Sacristia	Área	58.35	
Ambiente 3 - Secretaría	Área	39.83	
Ambiente 4 - Nave	Área	398.95	
Area total		572.69	
Total de muros en X		21	
Total de muros en Y		24	
DIMENSIONES DE LOS MUROS (colocar los mas largos y altos)		Largo	39.44
		Alto	7.6
		Espesor	2
		Largo/espesor	19.72 Vulnerable
		Esbeltez = Alto/espesor	3.8 No Vulnerable
			*Ver Norma
TIPO DE MORTERO		Barro	
TIPO DE REFUERZO		Sin Refuerzo	
ESTADO DE MUROS		Grietas verticales en esquinas	SI
		Muros con fisuras diagonales	NO
DENSIDAD DE MUROS		Dx	0.19      0.729
		Dy	0.84      0.729
RESULTADO		Dx	<b>Alta Vulnerabilidad</b>
		Dy	<b>No vulnerable</b>

Anexo N.º8:

Tabla de evaluación de la Iglesia San Juan Bautista

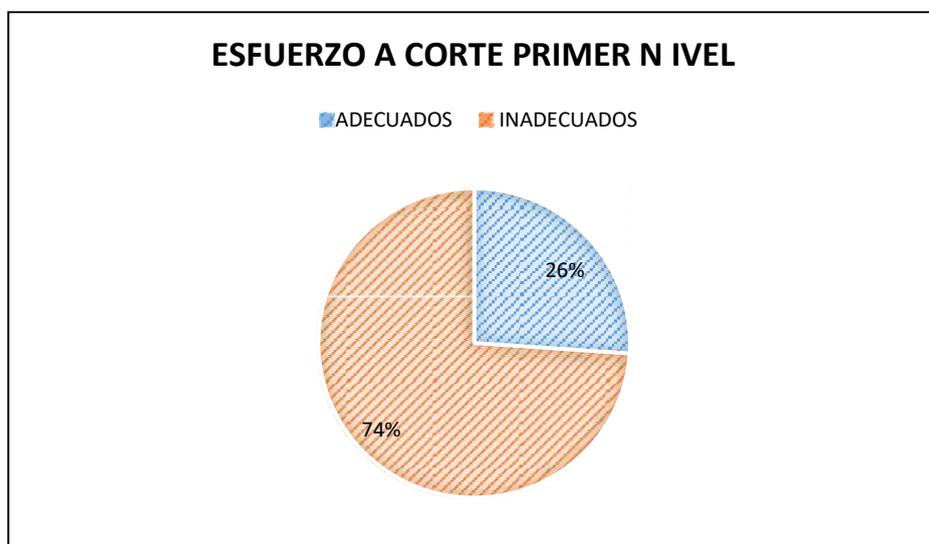
FACTOR	INDICADOR	VALOR
UBICACIÓN	Zona de inundaciones	1
	Cause de avalanchas, aluvion	
SUELOS	Suelos granulares sueltos	0
	Suelos cohesivos blandos	
	Arcillas expansivas	
	Suelos inestables	
Zona sísmica	Densidad de muros	0.5
	Requerido	
	Tipo de suelo	
	Uso de edificación	
	Mayor de 80% del reuquerido	
Menor de 80% del reuquerido		
REFORZAMIE NTO	Requerido según Norma	0.35
	Refuerzo parcial	
	Sin refuerzo	
DIMENCIONE S DE MUROS	Relación Largo/espesor - esbeltez	0
	Cumple	
	Diferencia hasta 10%	
	Diferencia hasta 20%	
	Diferencia mayor de 20%	
ESTADO DE MUROS	Buen estado	0.15
	Grietas superficiales	
	Grietas atraviesan muros	
	Humedad en base de muros	

Anexo N.º9:

Resultados – Esfuerzo sísmico a corte de muros primer nivel.

Esfuerzo sísmico a corte de muros primer nivel.

VERIFICACIÓN MUROS PRIMER NIVEL		
	ADECUADOS	INADECUADOS
Muros X	0	11
Muros Y	6	6
	6	17

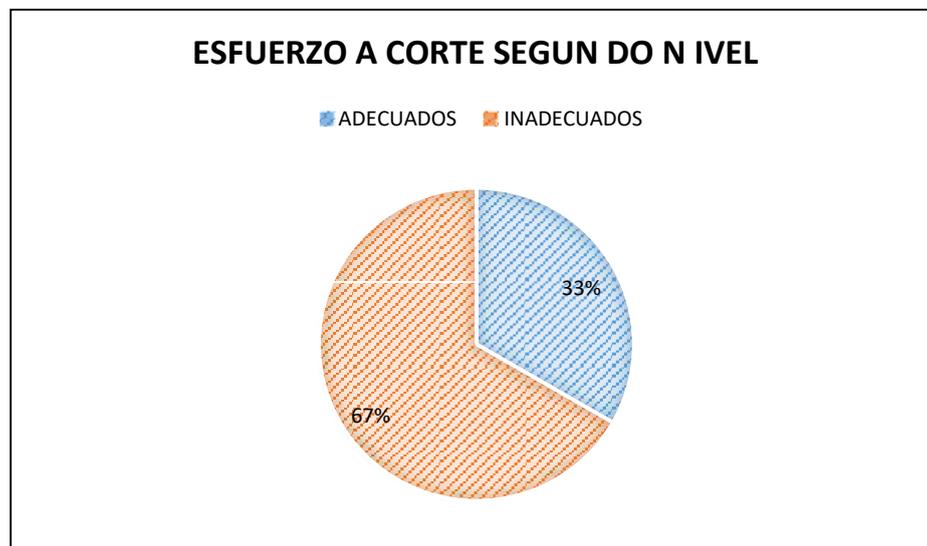


Anexo N.º10:

Resultados – Esfuerzo sísmico a corte de muros segundo nivel.

Resultados – Esfuerzo sísmico a corte de muros segundo nivel.

VERIFICACIÓN MUROS SEGUNDO NIVEL		
	ADECUADOS	INADECUADOS
Muros X	1	7
Muros Y	5	5
	6	12

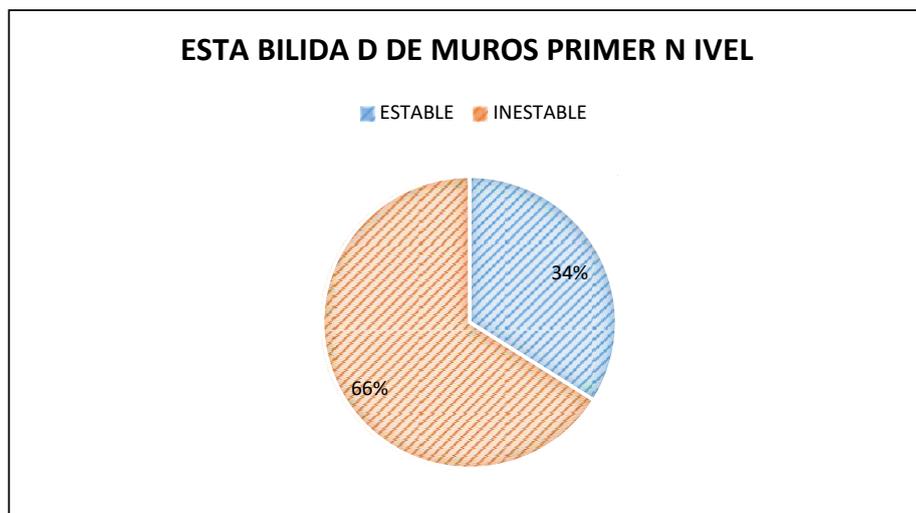


Anexo N.º11:

Resultados – Estabilidad de muros primer nivel.

Resultados – Estabilidad de muros primer nivel.

ESTABILIDAD DE MUROS PRIMER NIVEL	
ESTABLE	INESTABLE
18	35

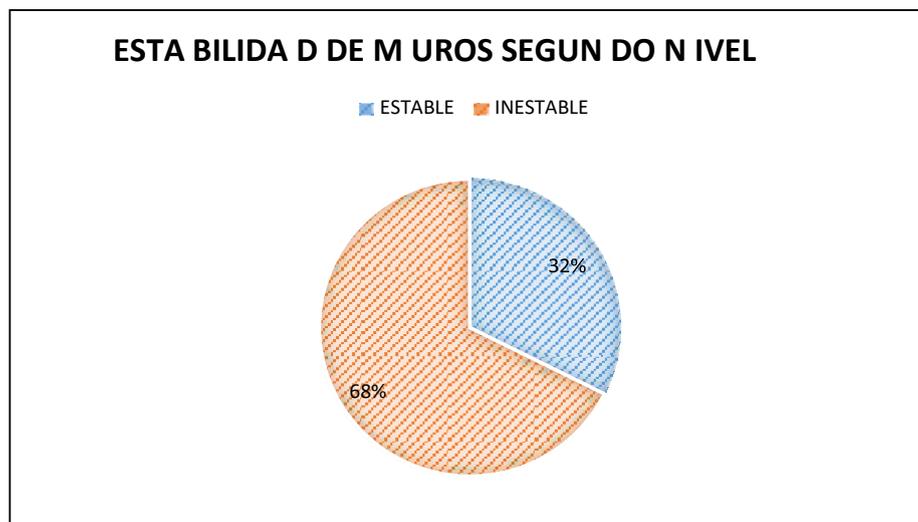


Anexo N.º12:

Resultados – Estabilidad de muros segundo nivel.

Resultados – Estabilidad de muros segundo nivel.

ESTABILIDAD DE MUROS SEGUNDO NIVEL	
ESTABLE	INESTABLE
11	23



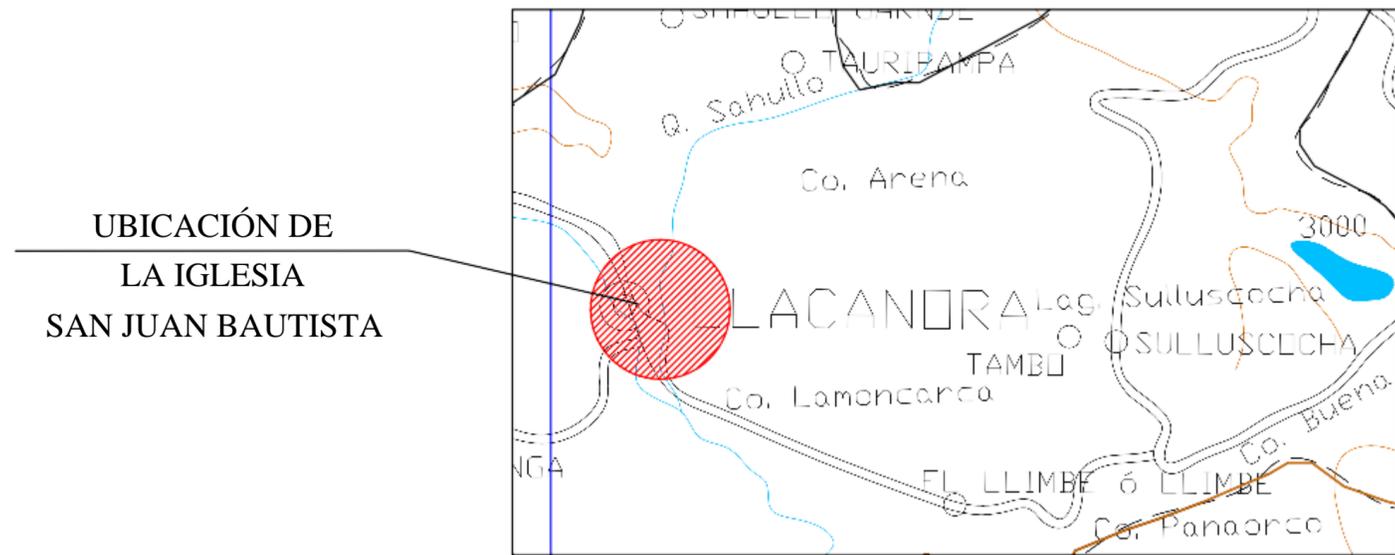
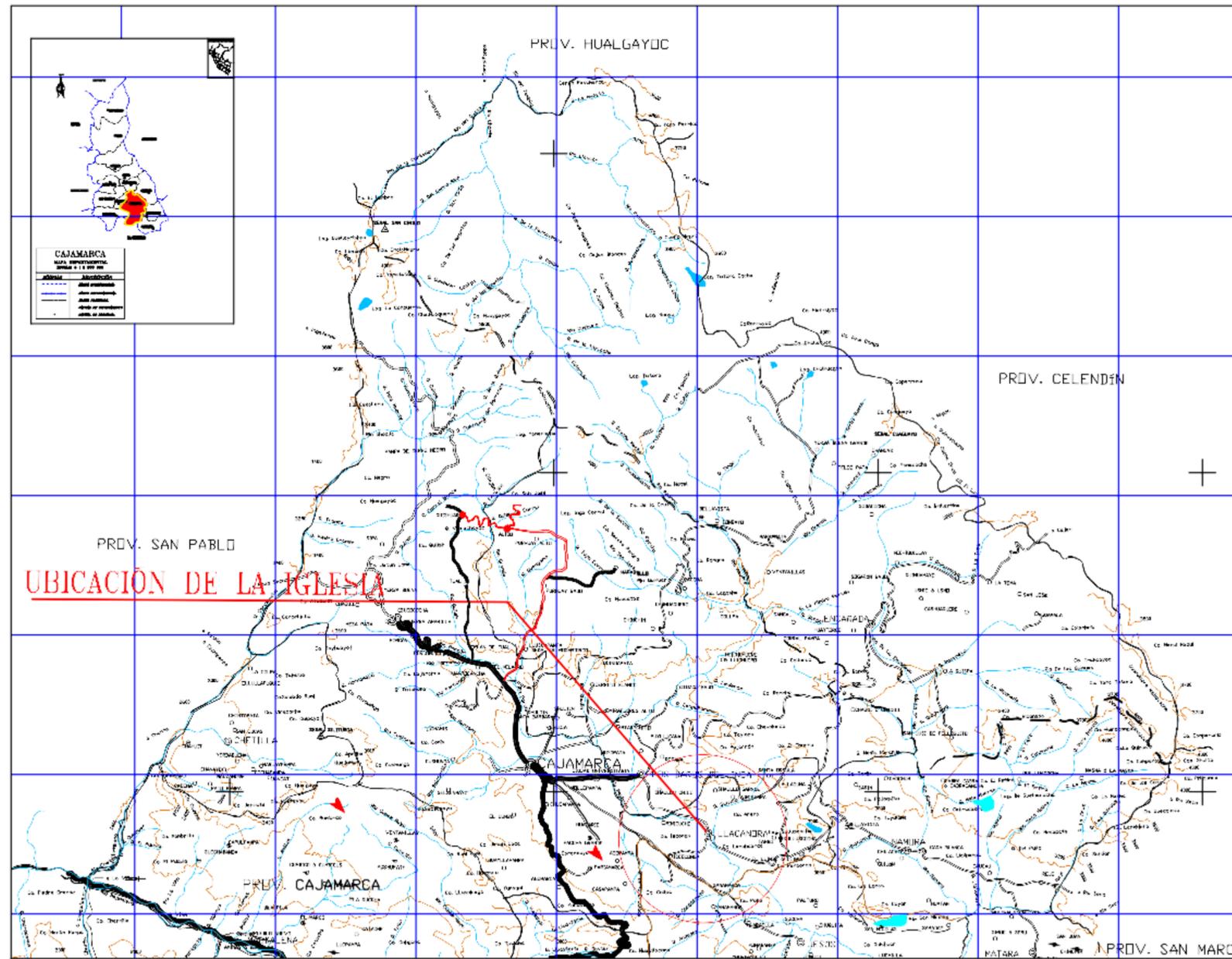
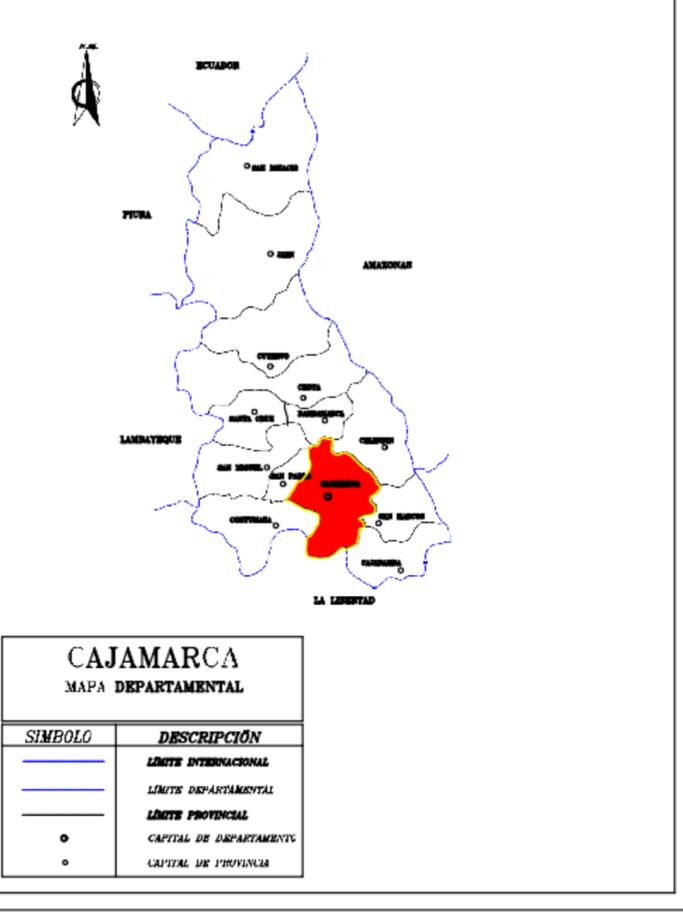
Anexo N.º 13:

Plano de ubicación

### UBICACIÓN EN EL PAÍS



### UBICACIÓN EN EL DEPARTAMENTO



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE



ORIENTACIÓN:



ELABORADO POR:

BACH. ELY ABEL SANGAY CABRERA

TESIS:

COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018.

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

PLANO:

PLANO ÁREAS TRIBUTARIAS TERCER PISO

FECHA:

DICIEMBRE 2019

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

CAJAMARCA

ESCALA:

INDICADA

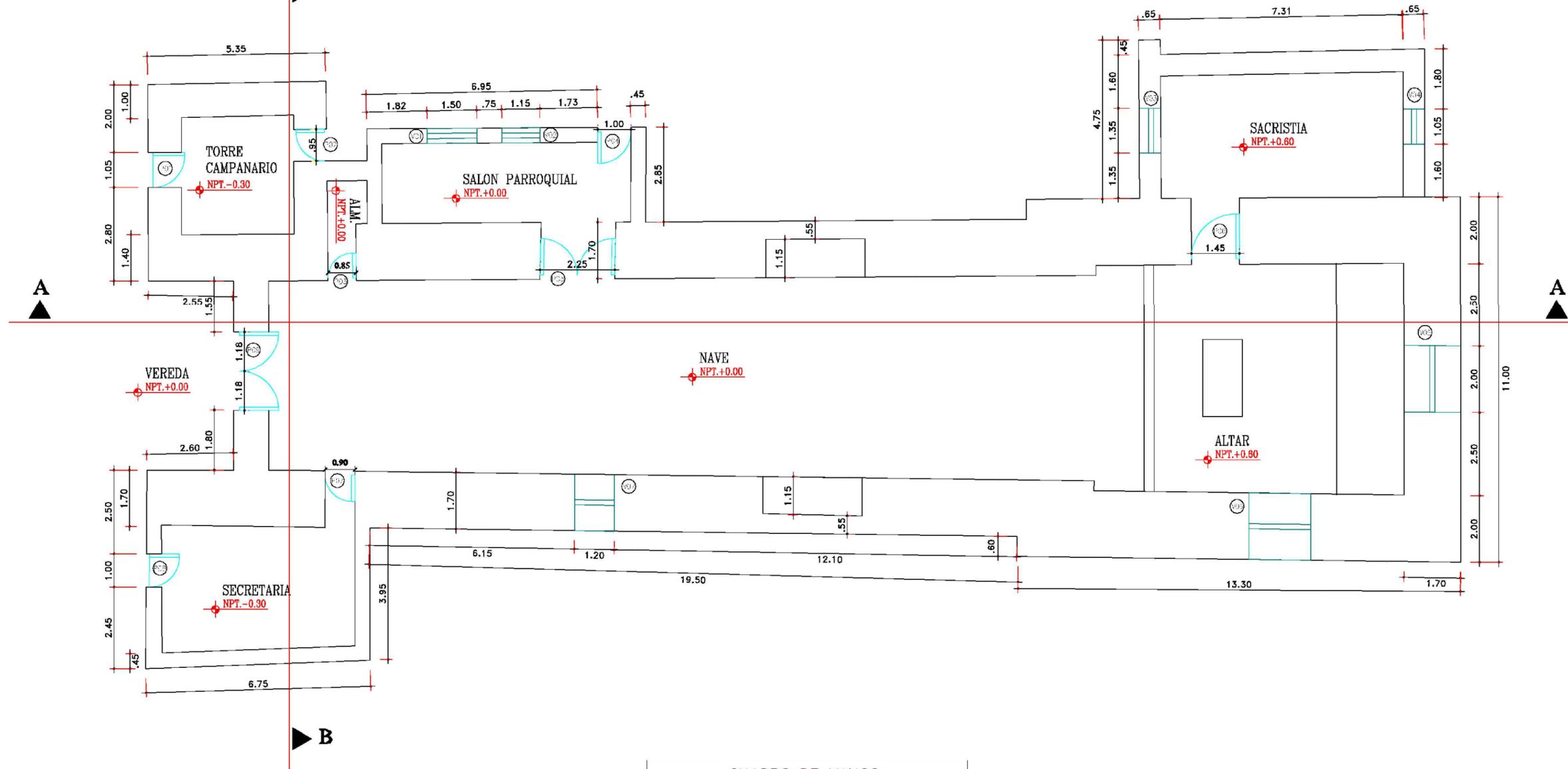
LAMINA:

U-1

Anexo N.º 14:

Plano en planta primera planta

# PRIMER PISO



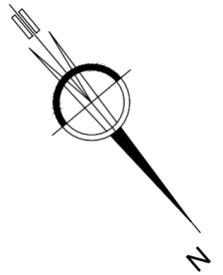
CUADRO DE VANOS

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEICER
PO1	1.00	2.20	
PO2	0.95	1.80	
PO3	0.85	1.75	
PO4	1.00	1.80	
PO5	2.25	3.00	
PO6	1.45	2.10	
PO7	0.90	1.80	
PO8	1.00	2.20	
PO9	2.36	3.10	
VO1	1.50	0.75	1.10
VO2	1.15	0.75	1.30
VO3	1.35	1.70	1.80
VO4	1.05	1.20	1.80
VO5	2.00	2.70	2.75
VO6	1.85	2.00	2.10
VO7	1.20	1.80	2.70

UNIVERSIDAD PRIVADA  
DEL NORTE



ORIENTACIÓN:



ELABORADO POR:

BACH.  
ELY ABEL  
SANGAY CABRERA

TESIS:

COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018.

ASESOR:

Dr. Ing.  
MIGUEL ANGEL  
MOSQUEIRA MORENO

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL  
NORTE

PLANO:

PLANO EN PLANTA  
PRIMER PISO

FECHA:

DICIEMBRE 2019

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

CAJAMARCA

ESCALA:

1/100

LAMINA:

A-1

Anexo N.º 15:

Plano en planta segunda planta



Anexo N.º 16:

Plano en planta tercer piso



ORIENTACIÓN:



ELABORADO POR:

BACH.  
ELY ABEL  
SANGAY CABRERA

TESIS:

COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018.

ASESOR:

Dr. Ing.  
MIGUEL ANGEL  
MOSQUEIRA MORENO

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL  
NORTE

PLANO:

PLANO EN PLANTA  
TERCER PISO

FECHA:

DICIEMBRE 2019

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

CAJAMARCA

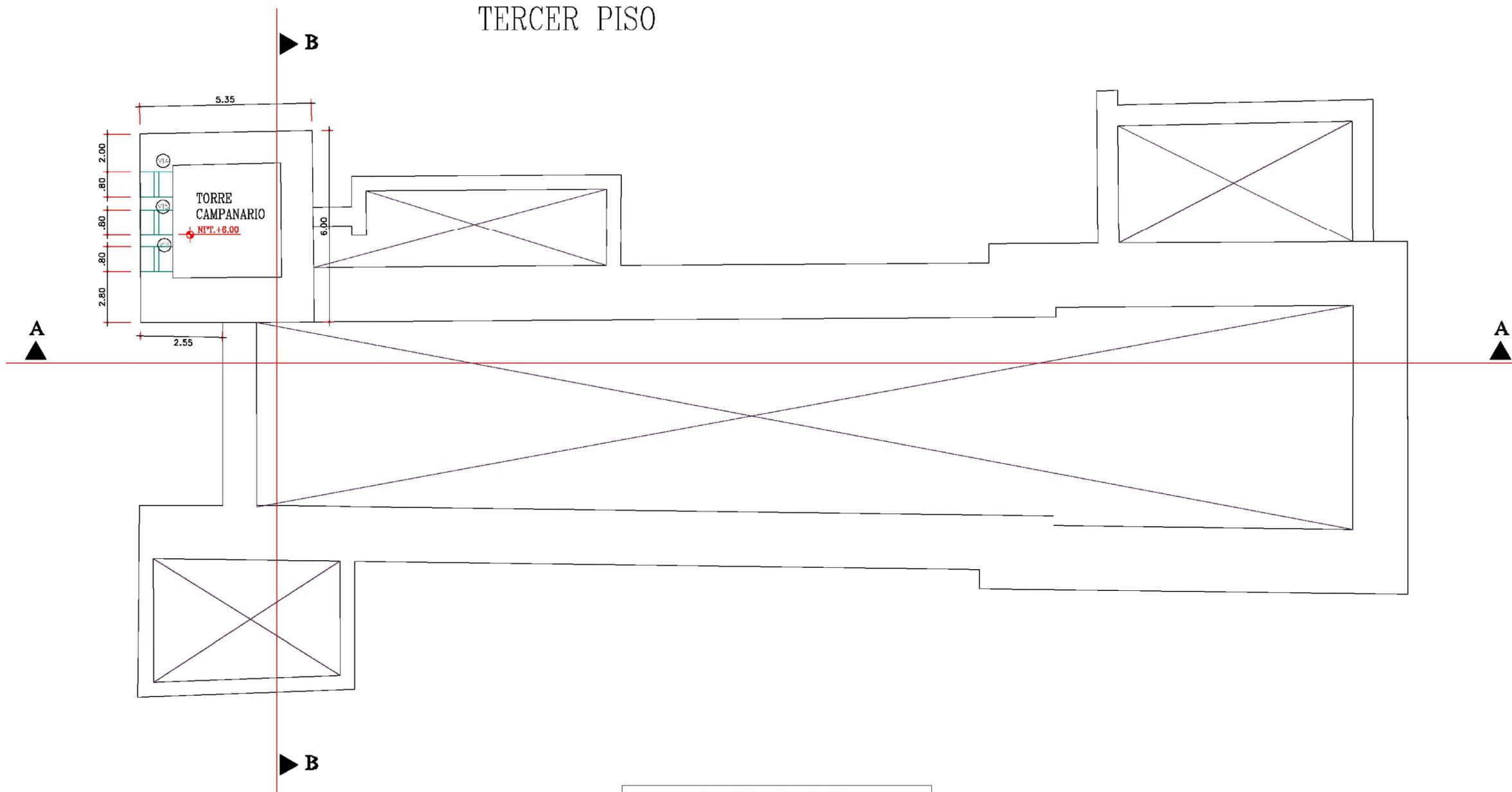
ESCALA:

1/100

LAMINA:

A-3

TERCER PISO



CUADRO DE VANOS

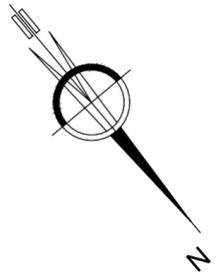
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEICER
V4	0.80	1.70	0.10
V5	0.80	1.70	0.10
V6	0.80	1.70	0.10

Anexo N.º17:

Plano esquema de ambientes



ORIENTACIÓN:



ELABORADO POR:

BACH.  
ELY ABEL  
SANGAY CABRERA

TESIS:

COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018.

ASESOR:

Dr. Ing.  
MIGUEL ANGEL  
MOSQUEIRA MORENO

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL  
NORTE

PLANO:

PLANO ESQUEMA  
DE AMBIENTES

FECHA:

DICIEMBRE 2019

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

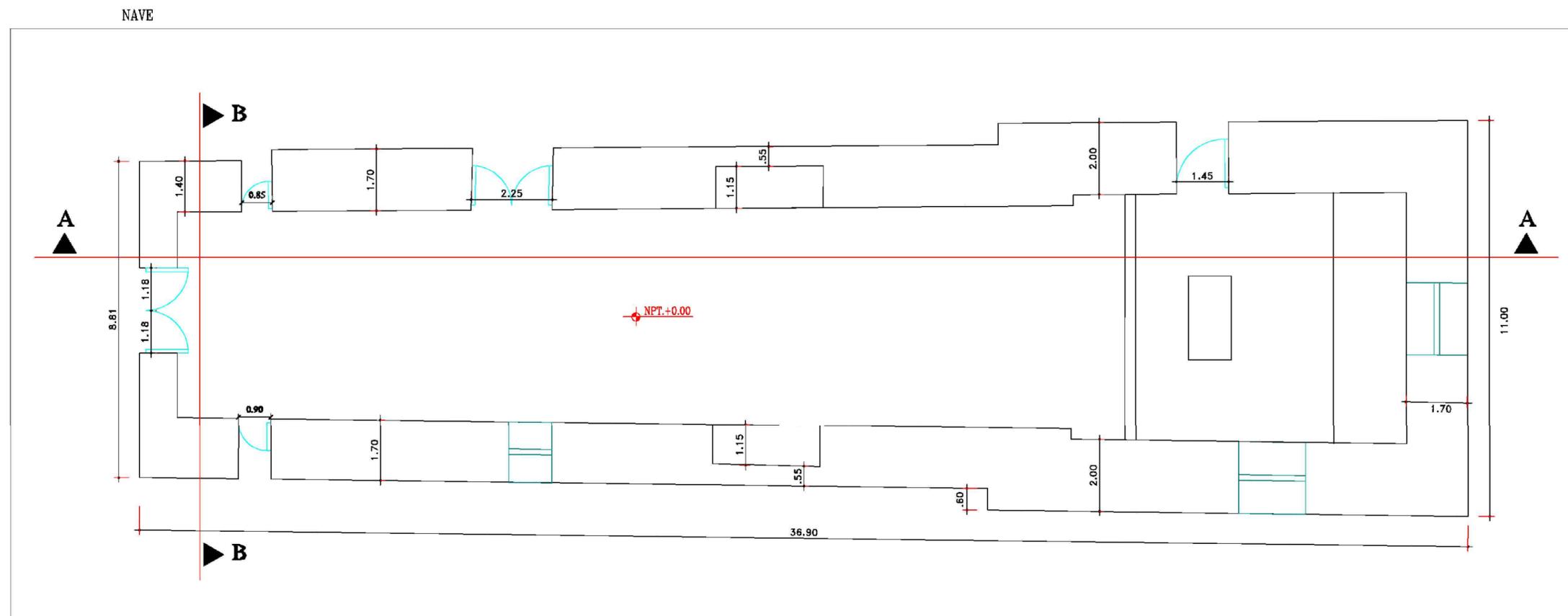
CAJAMARCA

ESCALA:

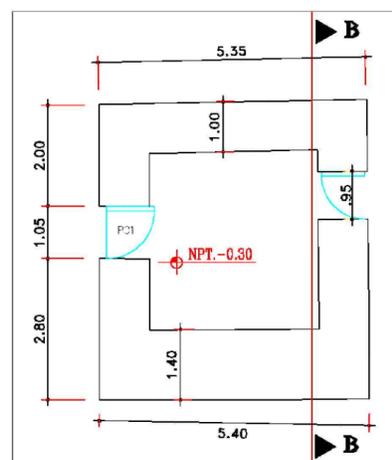
1/100

LAMINA:

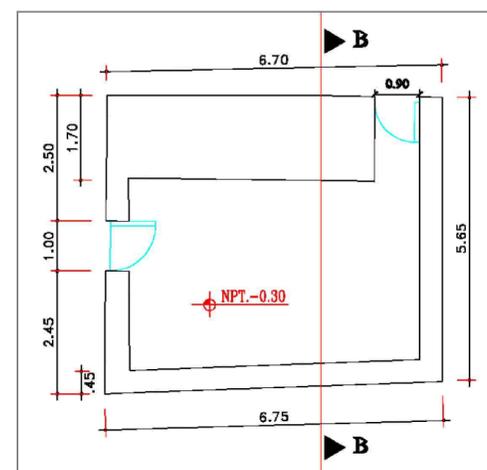
E-1



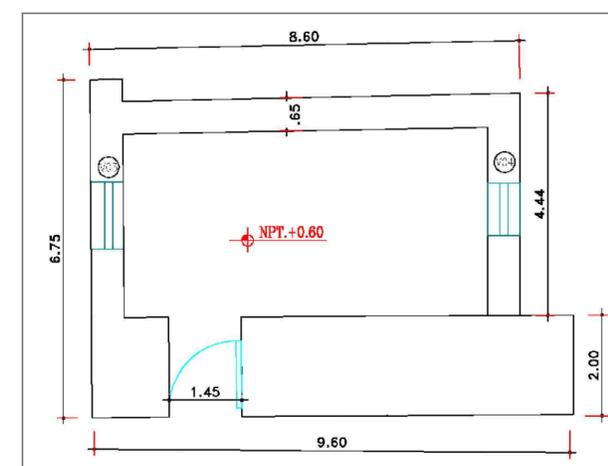
TORRE CAMPANARIO



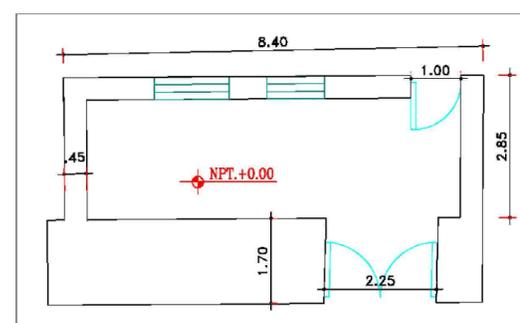
SECRETARIA



SACRISTIA



SALON PARROQUIAL



ÁREA TECHADA	
AMBIENTE	ÁREA
TORRE CAMPANARIO	31.78
SALON PARROQUIAL	40.78
SACRISTIA	58.35
SECRETARIA	39.83
NAVE	398.95
ÁREA TOTAL	572.69

Anexo N.º18:

Plano de cortes y elevaciones



ORIENTACIÓN:



ELABORADO POR:

BACH.  
ELY ABEL  
SANGAY CABRERA

TESIS:

COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018.

ASESOR:

Dr. Ing.  
MIGUEL ANGEL  
MOSQUEIRA MORENO

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL  
NORTE

PLANO:

PLANO DE CORTES  
ELEVACIONES

FECHA:

DICIEMBRE 2019

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

CAJAMARCA

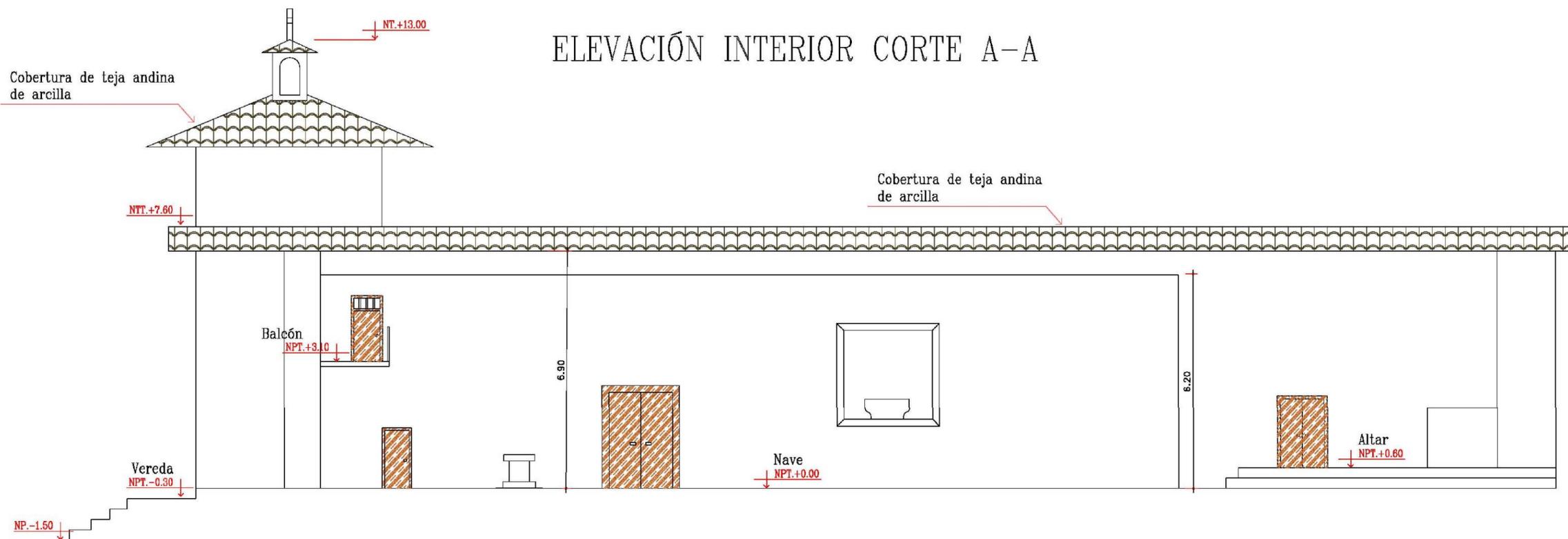
ESCALA:

1/100

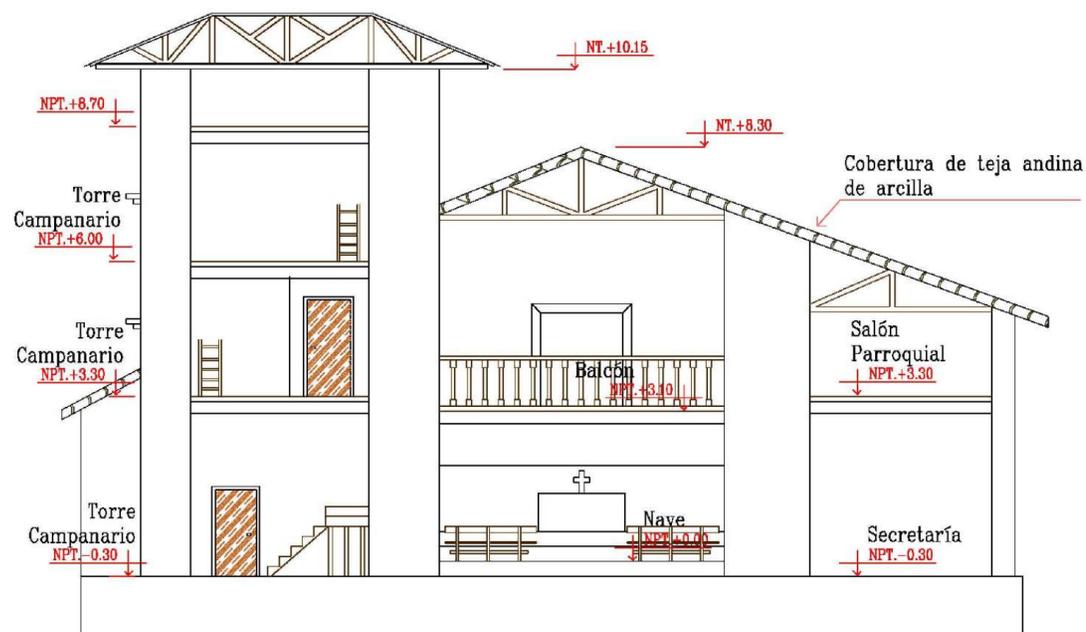
LAMINA:

E-2

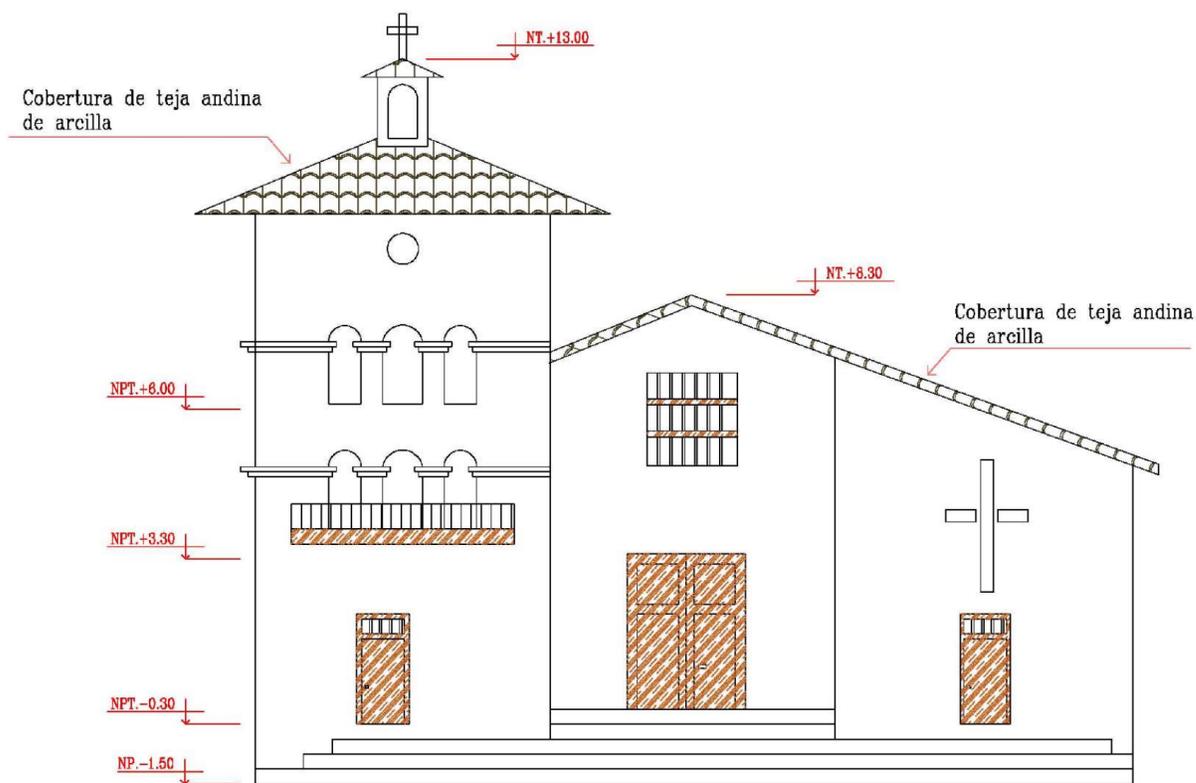
## ELEVACIÓN INTERIOR CORTE A-A



## ELEVACIÓN INTERIOR CORTE B-B



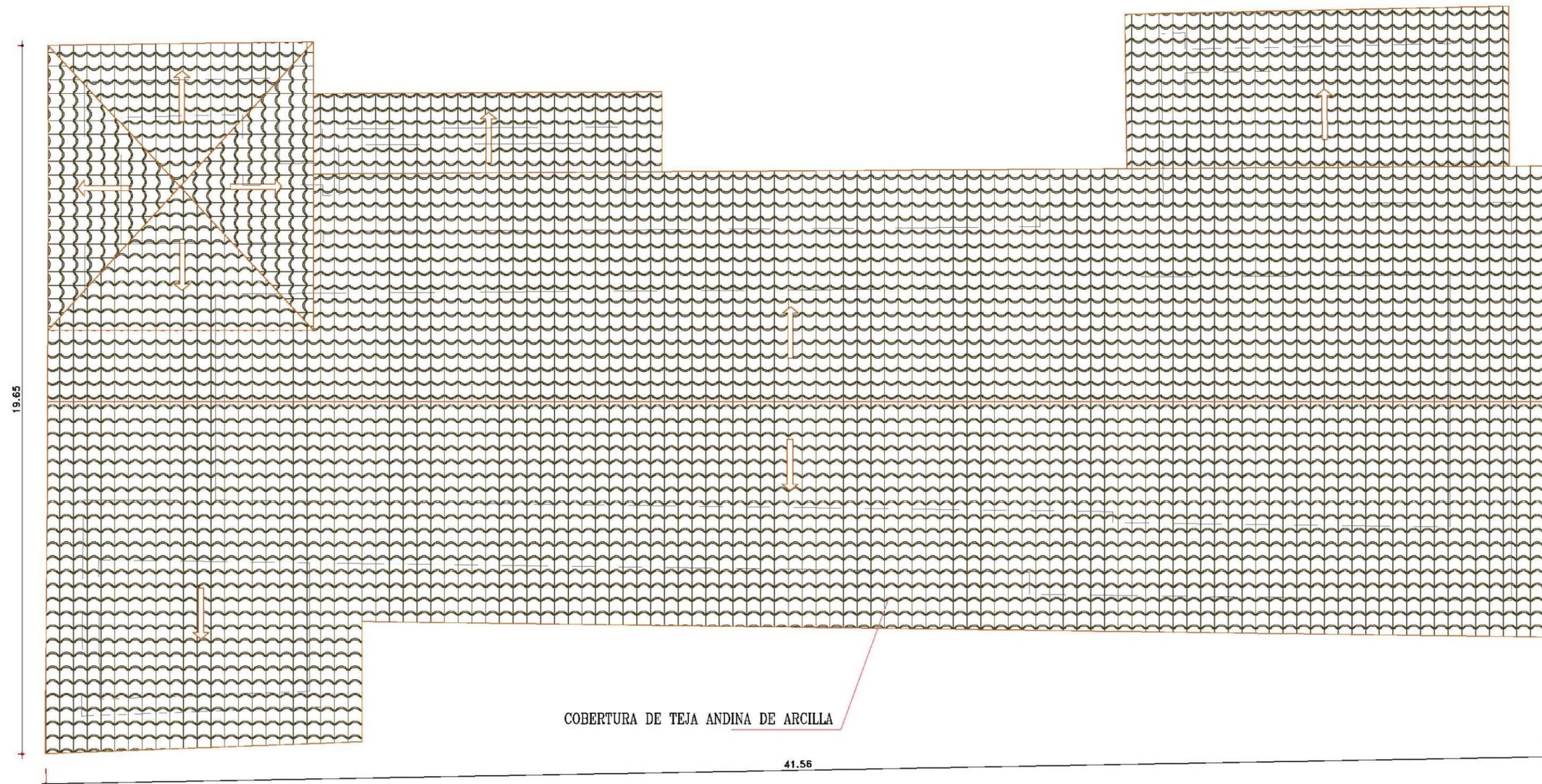
## ELEVACIÓN PRINCIPAL FACHADA



Anexo N.º19:

Plano de techos

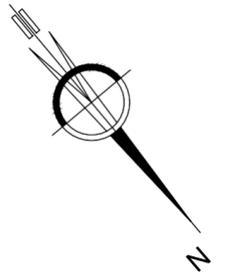
# TECHO IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA



UNIVERSIDAD PRIVADA  
DEL NORTE



ORIENTACIÓN:



ELABORADO POR:

BACH.  
ELY ABEL  
SANGAY CABRERA

TESIS:

COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS  
DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA  
IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO  
DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018.

ASESOR:

Dr. Ing.  
MIGUEL ANGEL  
MOSQUEIRA MORENO

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL  
NORTE

PLANO:

PLANO TECHO  
IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA

FECHA:

DICIEMBRE 2019

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

CAJAMARCA

ESCALA:

1/100

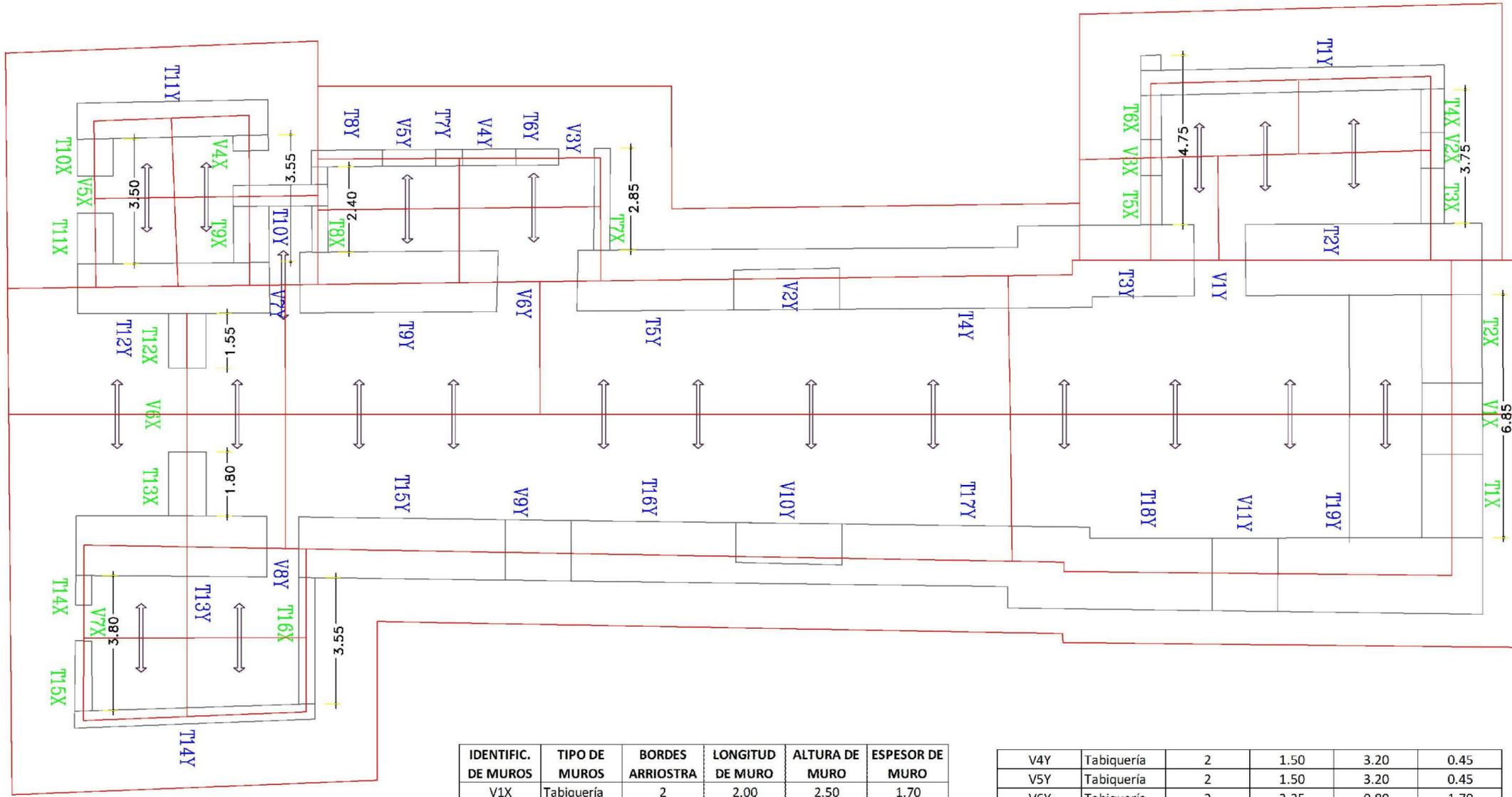
LAMINA:

T-1

Anexo N.º20:

Plano de áreas tributarias primer piso

# PRIMER PISO



**LEYENDA**

T1X	MUROS FN X
T1Y	MUROS Y
(Red line)	ÁREA TRIBUTARIA
(Black line)	PERIMETRO

IDENTIFIC. DE MUROS	TIPO DE MUROS	BORDES ARRIOSTRA	LONGITUD DE MURO	ALTURA DE MURO	ESPESOR DE MURO
V1X	Tabiquería	2	2.00	2.50	1.70
V2X	Tabiquería	2	1.00	2.60	0.65
V3X	Tabiquería	2	1.35	2.10	0.60
V4X	Tabiquería	2	1.40	1.75	1.00
V5X	Tabiquería	2	1.00	1.60	1.00
V6X	Tabiquería	2	2.36	0.70	1.00
V7X	Tabiquería	2	1.00	1.60	0.45
T1X	Tabiquería	1	2.35	3.80	1.70
T2X	Tabiquería	1	2.50	3.80	1.70
T3X	Tabiquería	1	1.55	3.80	0.65
T4X	Tabiquería	1	1.20	3.80	0.65
T5X	Tabiquería	1	1.39	3.80	0.60
T6X	Tabiquería	1	1.25	3.80	0.60
T7X	Tabiquería	1	2.85	3.80	0.45
T8X	Tabiquería	1	1.80	3.80	0.45
T9X	Tabiquería	1	1.58	3.80	1.00
T10X	Tabiquería	1	1.02	3.80	1.00
T11X	Tabiquería	1	1.43	3.80	1.00
T12X	Tabiquería	1	1.55	3.80	1.00
T13X	Tabiquería	1	1.80	3.80	1.00
T14X	Tabiquería	1	0.85	3.80	0.45
T15X	Tabiquería	1	2.00	3.80	0.48
T16X	Tabiquería	1	3.55	3.80	0.45
V1Y	Tabiquería	2	1.45	1.80	2.00
V2Y	Tabiquería	2	3.00	0.80	1.13
V3Y	Tabiquería	2	1.00	2.20	0.45

V4Y	Tabiquería	2	1.50	3.20	0.45
V5Y	Tabiquería	2	1.50	3.20	0.45
V6Y	Tabiquería	2	2.25	0.80	1.70
V7Y	Tabiquería	2	0.85	2.05	1.70
V8Y	Tabiquería	2	0.90	2.05	1.70
V9Y	Tabiquería	2	1.85	1.30	1.70
V10Y	Tabiquería	2	3.00	0.80	1.13
V11Y	Tabiquería	2	1.85	1.30	2.00
T1Y	Tabiquería	1	8.53	3.80	0.65
T2Y	Tabiquería	1	6.63	3.80	2.00
T3Y	Tabiquería	1	4.95	3.80	2.00
T4Y	Tabiquería	1	5.00	3.80	1.70
T5Y	Tabiquería	1	4.40	3.80	1.70
T6Y	Tabiquería	1	1.20	3.80	0.45
T7Y	Tabiquería	1	0.75	3.80	0.45
T8Y	Tabiquería	1	2.00	3.80	0.45
T9Y	Tabiquería	1	5.52	3.80	1.70
T10Y	Tabiquería	1	2.65	3.80	0.60
T11Y	Tabiquería	1	5.35	3.80	1.00
T12Y	Tabiquería	1	5.40	3.80	1.40
T13Y	Tabiquería	1	5.35	3.80	1.70
T14Y	Tabiquería	1	6.75	3.80	0.45
T15Y	Tabiquería	1	5.80	3.80	1.70
T16Y	Tabiquería	1	4.60	3.80	1.70
T17Y	Tabiquería	1	4.70	3.80	1.70
T18Y	Tabiquería	1	5.74	3.80	2.00
T19Y	Tabiquería	1	5.75	3.80	2.00

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE



ORIENTACIÓN:



ELABORADO POR:

BACH. ELY ABEL SANGAY CABRERA

TESIS:

COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018.

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

PLANO:

PLANO ÁREAS TRIBUTARIAS PRIMER PISO

FECHA:

DICIEMBRE 2019

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

CAJAMARCA

ESCALA:

1/100

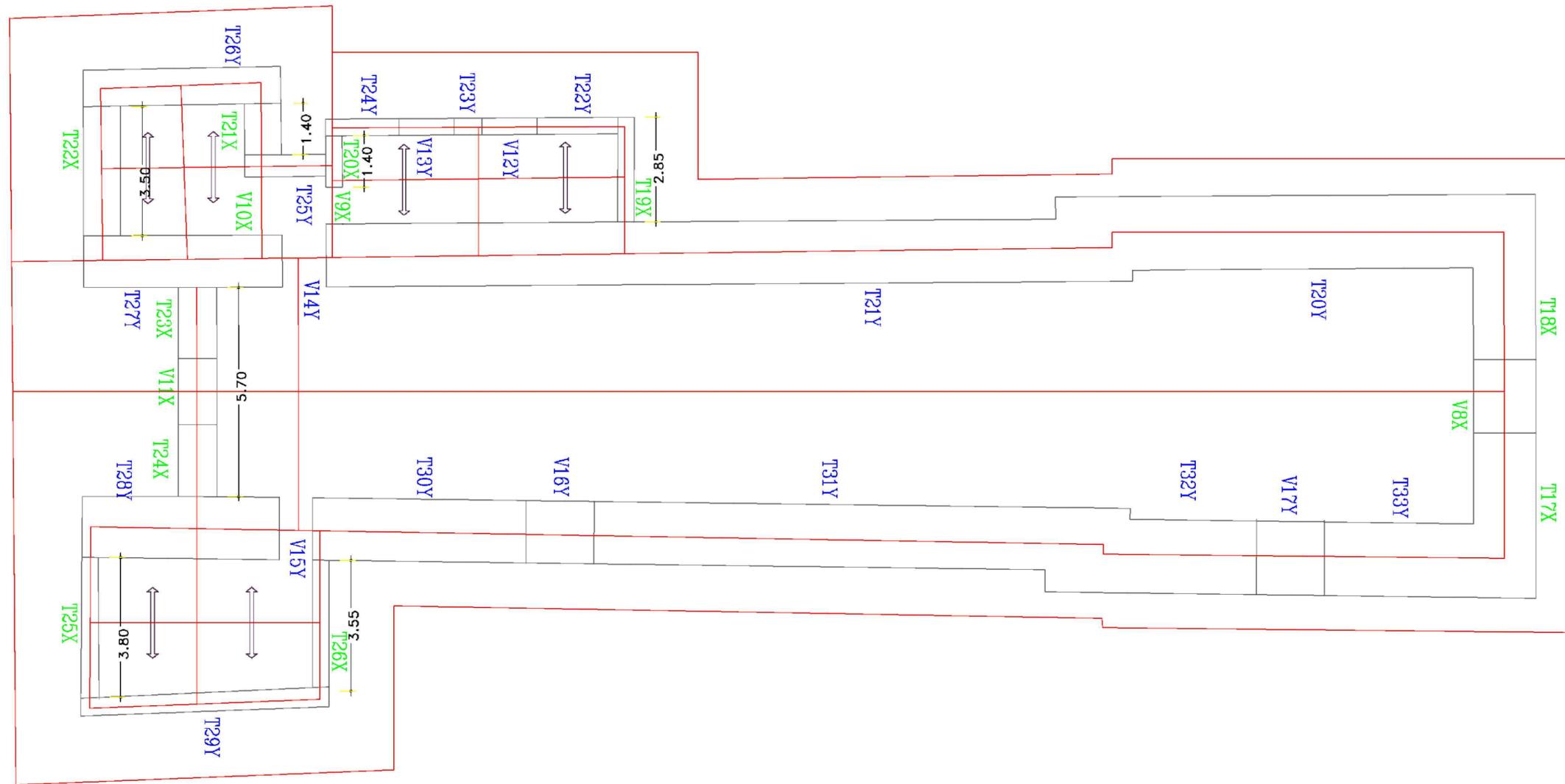
LAMINA:

H-1

Anexo N.º21:

Plano de áreas tributarias segundo piso

# SEGUNDO PISO



LEYENDA	
T17X	MUROS EN X
T20Y	MUROS Y
(Red line)	ÁREA TRIBUTARIA
(Black line)	PERIMETRO

IDENTIFIC. DE MUROS	TIPO DE MUROS	BORDES ARRIOSTRA	LONGITUD DE MURO	ALTURA DE MURO	ESPESOR DE MURO
V8X	Tabiquería	2	2.00	3.50	1.70
V9X	Tabiquería	2	1.00	2.00	0.45
V10X	Tabiquería	2	1.60	1.75	1.00
V11X	Tabiquería	2	1.80	2.00	1.00
T17X	Tabiquería	1	4.47	3.80	1.70
T18X	Tabiquería	1	4.50	3.80	1.70
T19X	Tabiquería	1	2.85	3.80	0.45
T20X	Tabiquería	1	1.85	3.80	0.45
T21X	Tabiquería	1	2.40	3.80	1.00
T22X	Tabiquería	1	3.50	3.80	1.00
T23X	Tabiquería	1	1.95	3.80	1.00
T24X	Tabiquería	1	1.95	3.80	1.00
T25X	Tabiquería	1	3.80	3.80	0.48
T26X	Tabiquería	1	3.55	3.80	0.45
V12Y	Tabiquería	2	1.50	3.20	0.45
V13Y	Tabiquería	2	1.50	3.20	0.45
V14Y	Tabiquería	2	0.85	2.05	1.70

V15Y	Tabiquería	2	0.90	2.05	1.70
V16Y	Tabiquería	2	1.85	1.30	1.70
V17Y	Tabiquería	2	1.85	1.30	1.70
T20Y	Tabiquería	1	9.25	3.80	2.00
T21Y	Tabiquería	1	21.90	3.80	1.70
T22Y	Tabiquería	1	2.20	3.80	0.45
T23Y	Tabiquería	1	0.75	3.80	0.45
T24Y	Tabiquería	1	2.00	3.80	0.45
T25Y	Tabiquería	1	2.20	3.80	0.60
T26Y	Tabiquería	1	5.36	3.80	1.00
T27Y	Tabiquería	1	3.37	3.80	1.40
T28Y	Tabiquería	1	5.35	3.80	1.70
T29Y	Tabiquería	1	6.75	3.80	0.50
T30Y	Tabiquería	1	5.80	3.80	1.70
T31Y	Tabiquería	1	12.25	3.80	1.70
T32Y	Tabiquería	1	5.74	3.80	2.00
T33Y	Tabiquería	1	4.05	3.80	2.00

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE



ORIENTACIÓN:



ELABORADO POR:

BACH.  
ELY ABEL  
SANGAY CABRERA

TESIS:

COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018.

ASESOR:

Dr. Ing.  
MIGUEL ANGEL  
MOSQUEIRA MORENO

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

PLANO:

PLANO ÁREAS TRIBUTARIAS SEGUNDO PISO

FECHA:

DICIEMBRE 2019

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

CAJAMARCA

ESCALA:

1/100

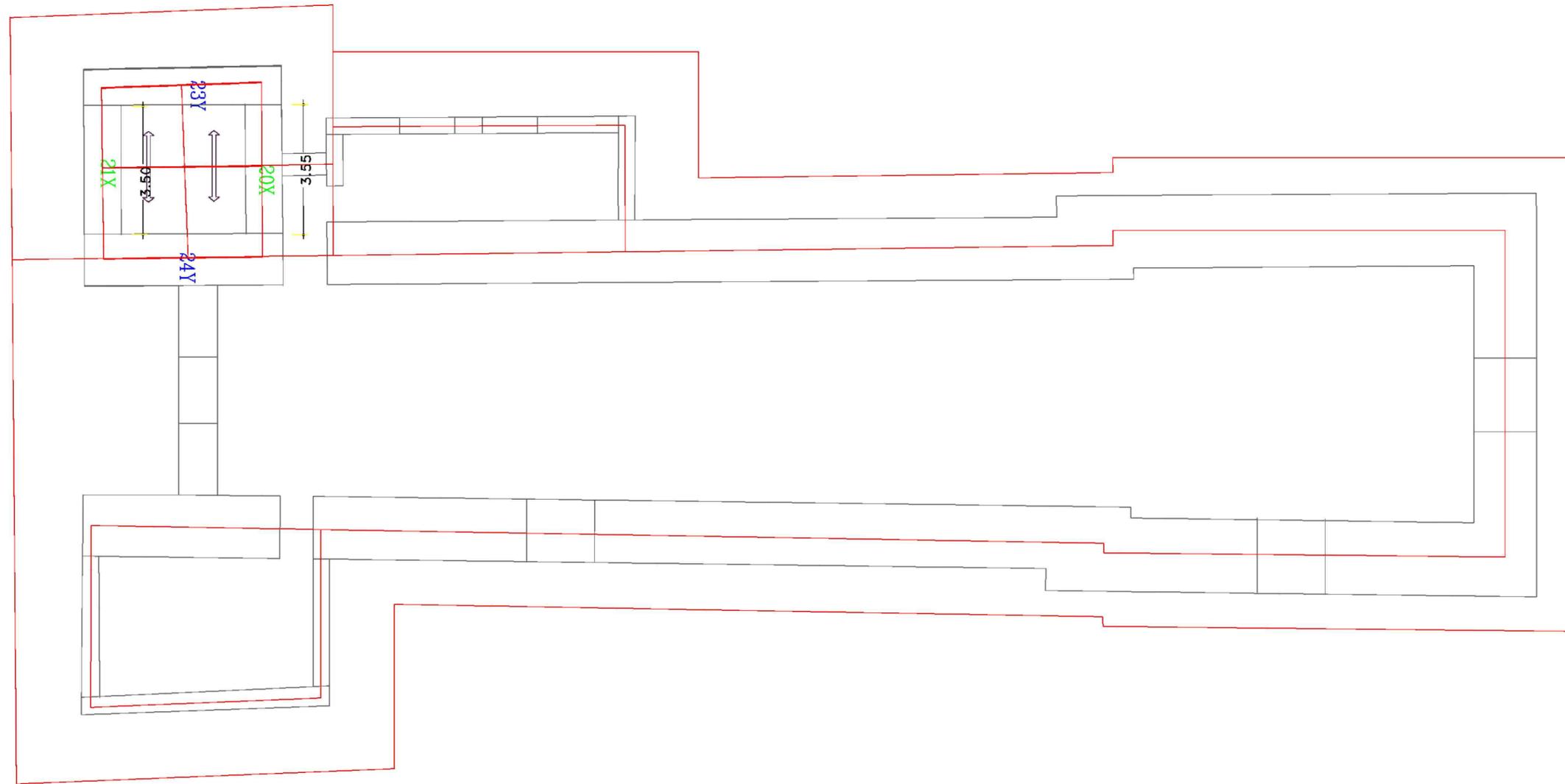
LAMINA:

H-2

Anexo N.º22:

Plano de áreas tributarias tercer piso

# TERCER PISO



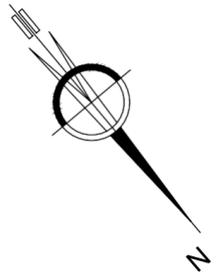
IDENTIFIC. DE MUROS	TIPO DE MUROS	BORDES ARRIOSTRA	LONGITUD DE MURO	ALTURA DE MURO	ESPESOR DE MURO
20X	Tabiquería	1	3.55	3.95	1.00
21X	Tabiquería	1	3.50	3.95	1.00
23Y	Tabiquería	1	5.38	3.95	1.00
24Y	Tabiquería	1	5.38	3.95	1.00

LEYENDA	
20X	MUROS 20 X
23Y	MUROS Y
(Red line)	ÁREA TRIBUTARIA
(Grey line)	PERÍMETRO

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE



ORIENTACIÓN:



ELABORADO POR:

BACH.  
ELY ABEL  
SANGAY CABRERA

TESIS:

COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018.

ASESOR:

Dr. Ing.  
MIGUEL ANGEL  
MOSQUEIRA MORENO

UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

PLANO:

PLANO ÁREAS TRIBUTARIAS  
TERCER PISO

FECHA:

DICIEMBRE 2019

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

CAJAMARCA

ESCALA:

1/100

LAMINA:

H-3