



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del asentamiento humano El Bosque, Tumbes, metodología de Benedetti y Petrini, 2022

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

AUTORES:

Robles Riofrio, Jeison Asdrubal (ORCID: 0000-0002-7675-2546)

Ruiz Farfan, Boris Jefferson (ORCID: 0000-0003-3060-7519)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mis padres, porque estuvieron en cada paso de mi vida, brindándome su apoyo y sus consejos, porque todo lo que soy se lo debo a ellos.

También va dedicado a cada una de las personas que me han apoyado con sus conocimientos y me han brindado su ayuda en mis estudios.

Jeison

Dedico estas líneas en el corto transcurso del tiempo a nuestro ser supremo Dios quien me ha dado la fortaleza, motivación y sabiduría necesaria para terminar con esta investigación

Para Él va dedicado este avance, por acompañarme y darme la fortaleza suficiente para seguir adelante en todo lo que me proponga y sobre todo me ayuda a vivir confiado en Su presencia.

Boris

Agradecimiento

Agradezco al Señor todo poderoso, por otorgarme una familia maravillosa, porque me dieron el ejemplo de superación, humildad y sacrificio y aprender a valorar todo lo que tengo.

Agradezco a cada una de las personas por el apoyo para seguir adelante con mis estudios.

De todos ellos, espero que se sientan orgullosos de ver que he culminado con mi carrera

Jeison

A mis padres por supuesto por haberme acompañado en esta larga etapa de mi vida profesional pero más aún por haber confiado en mí

A la Universidad César Vallejo, por acogernos para lograr nuestra titulación. A nuestro asesor el Mg. Robert Sigüenza, por su apoyo, eficiencia y orientación en la elaboración de nuestra tesis.

En definitiva, a todas aquellas personas que directa o indirectamente han contribuido al desarrollo del presente trabajo de investigación brindándome apoyo moral para lograrlo.

Boris

Índice de Contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. Introducción	1
II. Marco Teórico	4
III. Metodología	20
3.1. Tipo y diseño de la investigación	21
3.2. Variables y su operacionalización.....	22
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	22
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	22
3.5 Procedimientos.....	23
3.6 Método de análisis de datos	24
3.7 Aspectos éticos	25
IV. Resultados.....	26
V. Discusión.....	41
VI. Conclusiones	46
VII. Recomendaciones	48
Referencias.....	50
Anexos.....	56

Índice de Tablas

Tabla 1 Coeficientes KiA para edificaciones de albañilería confinada	13
Tabla 2 Baremo para calificar el sistema resistente	14
Tabla 3 Baremo para la calificación de calidad del sistema resistente	14
Tabla 4 Rangos para la calificación de la resistencia de la estructura	15
Tabla 5 Baremo para la evaluación de la edificación y su cimentación	15
Tabla 6 Baremo para la evaluación del diafragma.....	16
Tabla 7 Intervalos de decisión para la configuración en planta	17
Tabla 8 Intervalos de valoración para la disposición en altura	17
Tabla 9 Baremo para la evaluación de los muros transversales	18
Tabla 10 Referencia para evaluar el estado de la cubierta.....	18
Tabla 11 Baremo para la evaluación de los elementos no estructurales.....	19
Tabla 12 Baremo para la evaluación de la conservación de la edificación.....	19
Tabla 13 Distribución de las edificaciones estudiadas.....	22
Tabla 14 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
Tabla 15 Cotas del relieve del suelo en el AA HH El Bosque.....	24
Tabla 16 Procedimientos realizados en la investigación	24
Tabla 17 Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones observadas	27
Tabla 18 Niveles de vulnerabilidad sísmica observados en el AA HH El Bosque	30
Tabla 19 Las edificaciones y sus características que comprometen su desempeño sismorresistente.....	31
Tabla 20 Clasificación del suelo de la calicata C1	33
Tabla 21 Resultado de la prueba de esfuerzo de corte en C1 – M3, (ASTM D3080).....	34
Tabla 22 Datos obtenidos de los gráficos	35
Tabla 23 Capacidad portante para el material de C1 – M3	36
Tabla 24 Clasificación del suelo de la calicata 2.....	36
Tabla 25 Prueba de esfuerzo de corte practicada en C2 – M2, (ASTM D3080).....	37
Tabla 26 Resultados obtenidos de la figura 9.....	38
Tabla 27 Capacidad portante para la muestra de C2 – M2 (1.35 m – 2.0 m).....	39

Tabla 28 Contratación de hipótesis.....	40
Tabla 29 Áreas transversales y longitudinales en la edificación E - 11	85
Tabla 30 Valores para determinar la capacidad portante de la de C2 – M2.....	104

Índice de Gráficos y Figuras

Figura 1: Anillo de Fuego del Pacífico	11
Figura 2: Perfiles para la evaluación en planta	16
Figura 3: Diseño de la investigación	21
Figura 4: El AA HH El Bosque, zona estudiada	23
Figura 5: Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones observadas	28
Figura 6: Categorización del nivel de vulnerabilidad en el AA HH El Bosque	30
Figura 7: Esfuerzo máximo e inicial para tres muestras de C1	34
Figura 8: Deformación tangencial y esfuerzo de corte para C1 - M3.....	35
Figura 9: Esfuerzo inicial y máximo para las tres muestras de la calicata C2	37
Figura 10: Deformación tangencial y esfuerzo de corte para la muestra de C2 – M2	38
Figura 11: Vista de la edificación E - 11.....	82
Figura 12: Vista lateral de la edificación E - 11.....	84
Figura 13: Ubicación de las dos calicatas practicadas en la investigación	88
Figura 14: Curva granulométrica para el material de la cantera C1 – M1	90
Figura 15: Curva granulométrica para el material de C1 – M2	92
Figura 16: Curva granulométrica para el material de C1 – M3	94
Figura 17: Granulometría del material de C2 – M1.....	96
Figura 18: Curva granulométrica del material de C2 – M2	98
Figura 19: Tesistas registrando las muestras de la calicata C1.....	118
Figura 20: Tesistas midiendo profundidad de la calicata	118
Figura 21; Tesistas verificando el cavado de la calicata C1	119
Figura 22: Tesistas verificando la elaboración de la calicata C1	119
Figura 23: Tesistas verificando excavado de la calicata C2	120
Figura 24: Verificando profundidad de la calicata C2	120
Figura 25: Tesistas verificando calicata C2	121
Figura 26: Excavado de la calicata C2.....	121
Figura 27: Preparando la máquina Casagrande	122
Figura 28: Observando resultados	122

Figura 29: Ordenando los tamices	123
Figura 30: Preparando muestra para el autoclave	123
Figura 31: Disponiendo para medición	124
Figura 32: Anotando pesos del material	124
Figura 33: Midiendo límite líquido en la máquina Casagrande	125
Figura 34: Observando características de la muestra	125
Figura 35: Anotando valores	126
Figura 36: Observando la cuchara de Casagrande	126

Resumen

En un contexto donde la prevención es la clave para evitar riesgos relativos a la integridad personal y patrimonial, la investigación se ha enfocado en cuantificar el nivel de daños que una edificación puede sufrir a causa de una demanda sísmica. Identificada la problemática del desconocimiento del nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el AA HH El Bosque en la ciudad de Tumbes, se planteó como objetivo su determinación empleando el método de Benedetti y Petrini, de amplia aceptación nacional y mundial. La hipótesis de trabajo señala un nivel de vulnerabilidad medio en las edificaciones en la zona, diseñándose para su contrastación un trabajo de campo consistente en la aplicación de una ficha de observación para recabar la información de cada edificación elegida intencionalmente dentro de la frecuente tipología de albañilería convencional. Los resultados muestran que un 50% de las edificaciones tiene un nivel de vulnerabilidad bajo, un 45% de nivel medio y un 5% alto. La componente suelo se definió realizando dos calicatas en zonas opuestas pero que cubren el espectro de conformaciones geológicas en la zona, encontrándose en ella, prevalencia de la arcilla y el limo inorgánico con arena.

Palabras clave: Edificaciones, Benedetti y Petrini, Tumbes, Vulnerabilidad sísmica.

Abstract

In a context where prevention is the key to avoiding risks related to personal and property integrity, research has focused on quantifying the level of damage that a building can suffer due to a seismic demand. Once the problem of not knowing the level of seismic vulnerability of the buildings in the AA HH El Bosque in the city of Tumbes was identified, its determination was set as an objective using the method of Benedetti and Petrini, widely accepted nationally and worldwide. The working hypothesis indicates a medium level of vulnerability in the buildings in the area, designing for its contrast a field work consisting of the application of an observation sheet to collect the information of each building intentionally chosen within the frequent typology of conventional masonry. The results show that 50% of the buildings have a low level of vulnerability, 45% a medium level and 5% a high level. The soil component was defined by making two pits in opposite areas but covering the spectrum of geological formations in the area, finding in it, prevalence of clay and inorganic silt with sand content.

Keywords: Buildings, Benedetti and Petrini, Tumbes, Seismic vulnerability.

I. INTRODUCCIÓN

Los movimientos sísmicos son los desastres naturales que más muertes y destrucción causan a nivel mundial (Organización Panamericana de la Salud, s/f), por lo que la prevención es una labor necesaria. En efecto, las actividades cotidianas desenfocan la atención a los desastres en la agenda nacional y mundial, y, muchas veces, esta desatención, resulta en numerosas pérdidas de vidas y cuantiosos daños materiales (Cruz Roja Colombiana, 2019).

Las acciones de prevención, en el ámbito de la ingeniería civil, se enfoca en desarrollar, aplicar y evaluar técnicas, procesos y materiales (Universidad San Ignacio de Loyola, 2022?) que permitan asegurar, hasta donde es posible, la integridad de las edificaciones de tal modo que las pérdidas en vidas y patrimonio se reduzcan a lo mínimo que el estado del arte del conocimiento en diseño sismorresistente lo permite (Arias, 2019).

En este contexto, se identificó la problemática del desconocimiento del nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el AA HH El Bosque en la ciudad de Tumbes, información que se considera relevante para que las autoridades y población en general puedan asumir, de ser el caso, las medidas correctivas pertinentes para reducir el nivel de daños que la edificación puede experimentar en una solicitación sísmica significativa. Habiéndose delimitado en tiempo y espacio el problema de investigación, la consulta del marco teórico y antecedentes permitió plantear la hipótesis de trabajo, que refiere un nivel medio de vulnerabilidad sísmica. Definidos estos constructos, se planteó el objetivo general de la investigación, orientado en la determinación del referido nivel de vulnerabilidad. El trabajo de campo fue observacional correspondiendo en este caso el empleo de una ficha de observación de vulnerabilidad sísmica basada en el método de Benedetti y Petrini y la norma nacional E.030 para diseño sismorresistente empleada para evaluar algunos parámetros del método italiano.

La investigación se justifica en virtud de las características de su resultado; efectivamente, su aplicación práctica es inmediata pues servirá para corregir de forma temprana aspectos de las edificaciones que deterioran su desempeño

sismorresistente, por ejemplo, la puesta en agenda de la construcción del diafragma faltante de la vivienda o la decisión oportuna de evitar las columnas chatas en aplicaciones estructurales, máxime si se trata de edificaciones con pocos muros transversales, etc. El resultado se justifica metodológicamente por haber sido obtenido empleando un diseño metodológico adecuado sustentado en una investigación del tipo de aplicación de conocimientos en un diseño no experimental y transversal en el tiempo. En atención al enfoque cuantitativo de la investigación el método de la investigación fue hipotético deductivo, lo cual significó que los datos de campo permitieron la contrastación de la hipótesis y subsecuentemente la elaboración de las deducciones que constituyeron finalmente las conclusiones de la investigación.

Asimismo, en el ámbito económico, la investigación se justifica por el ahorro significativo que significa prever en futuros proyectos la no comisión de errores de diseño que compromete la seguridad de la investigación, tales como el plantado de columnas en el techo o carencia de peralte en las columnas en edificaciones con escaso frente, situación muy frecuente en esta zona del país.

El resultado muestra que un 50% de las edificaciones tiene vulnerabilidad baja, 45% tiene vulnerabilidad media y solo una edificación, es decir el 5% obtuvo la calificación de vulnerabilidad alta. Estos resultados se categorizaron convenientemente para una más fácil lectura, mostrándose a manera de franjas donde se encuentran las puntuaciones de vulnerabilidad normalizada. El nivel promedio de dichas vulnerabilidades fue efectivamente de nivel medio, 21.49 exactamente, mientras que la desviación estándar fue de 11.5, valor relativamente bajo que se puede interpretar en el sentido que las causas o factores que incrementan el nivel de vulnerabilidad se repiten consistentemente, toda vez que un valor elevado de este estadístico significaría grandes variaciones en el nivel de vulnerabilidad, condición consistente con diferentes factores adversos.

II. MARCO TEÓRICO

Moposita et al. (2021) publicaron su artículo científico “Vulnerabilidad sísmica del edificio de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Universidad Estatal de Bolívar – 2019” en el cual se manifiesta la preocupación por la vulnerabilidad sísmica en relación con un duro sismo de abril de 2016 acontecido en Ecuador. Se señala que el riesgo sísmico está asociado con la amenaza sísmica (relacionada con los movimientos telúricos) y la vulnerabilidad sísmica (nivel de daños). En la investigación se señala como objetivo la medición de la resistencia del hormigón y la vulnerabilidad del edificio señalado en la parte introductoria.

Los autores refieren que la edificación se encuentra en un nivel medio de vulnerabilidad sísmica de acuerdo con la metodología PNUD, pudiendo resistir entonces un evento sísmico de regular magnitud. Los resultados obtenidos con la prueba esclerométrica muestran resultados de resistencia del concreto de un nivel aceptable, dentro de los 212 Kg/cm² a los 218 Kg/cm². Las losas o diafragmas muestran una vulnerabilidad menor en la planta baja y media-baja en la segunda y tercera, siendo las escaleras los elementos con menor resistencia, y, por tanto, mayor vulnerabilidad.

Del Gaudio et al. (2021) publicaron en inglés su investigación: “Evolution of the seismic vulnerability of masonry buildings based on the damage data from L’Aquila” enfatizando en la evolución de las tendencias en la vulnerabilidad sísmica debida a la mejora de las técnicas constructivas y mejora en materiales a través de los años, en atención al importante sismo ocurrido en el año 2009 en la ciudad de L’Aquila. Los datos se obtuvieron de la DAO recientemente publicados por el Departamento de Protección Civil en Italia. La metodología para obtener las curvas de vulnerabilidad comprendió métodos de optimización, reduciendo la desviación entre lo observado y lo predicho por los modelos matemáticos.

Los niveles de daño se definieron a través de la Escala Macro Sísmica Europea, obtenidos de las observaciones realizadas a las estructuras verticales y los daños observados. Los resultados muestran un incremento en la resistencia y dureza de la losa, escenario que contribuye al comportamiento tipo cajón de las edificaciones, lo

cual significa una mejora significativa respecto de las losas flexibles. De igual forma se reporta una reducción en la vulnerabilidad en general debido a la mejora en las técnicas de construcción de anclajes. Finalmente se señala una mejora en la distribución y reducción de las masas importantes en el aspecto sísmico, lo cual ha contribuido a la reducción de la vulnerabilidad sísmica.

Formisano et al. (2021) publicaron en inglés su investigación “Seismic vulnerability assessment and strengthening interventions of structural units of a typical clustered masonry buildings in the Campania region of Italy”, donde se realizaron observaciones a las diferentes características de las edificaciones de albañilería confinada que influyen en su desempeño sísmico.

Los autores encontraron numerosas características que degradan el rendimiento sismorresistente de las edificaciones, prevaleciendo en este caso las irregularidades en planta y/o en altura. Se observó de igual forma, una fuerte característica no lineal del sistema resistente en la tipología de albañilería confinada, lo cual puede conducir a errores en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la edificación. El estudio de un caso, una edificación de albañilería en Nápoles (Italia). El estudio comprendió análisis modal estudiando hasta el tercer periodo asociado con la edificación en estudio, encontrando que el empleo de albañilería de alta calidad influye en la reducción de la vulnerabilidad sísmica mediante el incremento de la rigidez, a la vez que las pobres características mecánicas incrementan el índice de vulnerabilidad

Ante ello, Burak (2020) en su investigación “Seismic vulnerability assessment of RC¹ buildings according to the 2007 and 2018 Turkish seismic codes” enfocó su estudio en el estudio de las curvas de fragilidad como instrumento de utilidad significativa para estimar la vulnerabilidad sísmica de una edificación. El objetivo de la investigación fue logrado a través del análisis numérico de siete edificaciones de concreto reforzado, empleando el Análisis Incremental Dinámico (IDA por sus siglas en inglés). Para ello, se compilaron once registros de aceleración escalados por factores que abarcaron un rango desde 0.2 g a 0.8 g. Para predecir no linealidades se empleó un modelo

¹ RC: Reinforced Concrete o concreto reforzado

pivotante distribuido que consideró características de los materiales y consideraciones geométricas de los elementos estructurales.

La estimación de los daños al concreto confinado y reforzado con barras de acero de elementos estructurales se obtuvieron considerando las demandas de los Códigos Sísmicos Turcos de los sismos ocurridos en los años 2007 y 2018. Los resultados muestran que la probabilidad de daños es mayor de acuerdo con los acelerogramas del año 2018 respecto de la obtenida a partir de los datos del año 2007.

Kassem et al. (2021) publicó su artículo: “Assessment of seismic building vulnerability using rapid visual screening method through web-based application for Malaysia” en inglés en la revista Buildings. En el estudio se realizó el tamizaje visual de 500 edificaciones de la parte norte y este de George Town en Malaysia, mediante Google Maps y Google Earth en vez del tradicional recuento visual en las calles. El estudio consideró diferentes tipologías constructivas, identificando los diversos parámetros de interés en el rendimiento sismorresistente, entre ellos: estado del sistema resistente, irregularidades en planta y altura, edad de la edificación y tipo de suelo.

Los resultados indican que, en el 90% de los casos, las edificaciones necesitan trabajos de reforzamiento o reparaciones, y, que además, se necesitan mayores estudios para determinar el comportamiento sismorresistente y el nivel de daños que las edificaciones podrían experimentar debido a una demanda sísmica. En la mayoría de las edificaciones encuestadas u observadas, se espera daño de moderado a sustancial (D2) a severo (D3). Un mapa generado con los servicios ArcGis se compartió con la población a fin de alertar sobre los resultados y proporcionar punto sólido de inicio para futuras publicaciones.

Caján y Falla (2020) defendieron su investigación “Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini de las edificaciones categoría C descritas en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Reque, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque” en la Universidad de San Martín de Porres para titularse de ingenieros civiles. En ella se propusieron evaluar los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de las edificaciones de la zona señalada a fin de

determinar el nivel de daños que las edificaciones indicadas podrían experimentar ante una sollicitación sísmica. Para ello, además de los criterios de Benedetti y Petrini, consideraron la norma E.030 en lo atinente a las irregularidades en planta y en altura de las edificaciones.

Los autores encontraron que la vulnerabilidad predominante en las edificaciones observadas es alta o media, con los parámetros 2,4,5,8,9,10 y 11 como principales contribuyentes a esta condición adversa; de otro lado, los parámetros 6 y 7 relacionados con las configuraciones en planta y en altura respectivamente, tuvieron mejores calificaciones. Se reseña igualmente la elaboración del plano catastral de vulnerabilidad sísmica por niveles, donde las edificaciones de albañilería mostraron una vulnerabilidad prevalentemente media, las de adobe alta, y, los de concreto armado, baja.

Asimismo, Calle (2017) realizó la investigación "Vulnerabilidad estructural de la I. E. N° 10024 "Nuestra Señora de Fátima"" válida para titularse de ingeniero civil en la Universidad Señor de Sipán; en ella el autor realizó el inventario estructural de las instalaciones de la referida edificación destinada al servicio educativo, estudiando además el tipo de suelo donde se encuentra asentada la edificación, y, el estudio diamantino para determinar la resistencia a la compresión de los elementos resistentes de concreto armado mediante la referida prueba. Como método de análisis se empleó el tamizado estructural rápido (FEMA 154) y el análisis dinámico computacional modal de la norma E.030 para estudiar la rigidez y resistencia de la estructura para determinar las derivas de los entrepisos ante un sismo de consideración.

El autor encontró que los módulos de la I.E. construidos en 1950 no cumplen con las características de confiabilidad requeridas en un sismo, a diferencia de las construidas en el año 2001 que si lo demuestran. El estudio de suelo muestra que la capacidad portante del suelo es 0.54 Kg/cm² en una configuración de materiales arena y arcilla, adecuado para este tipo de edificaciones. La rigidez y resistencia de los pabellones más nuevos fue adecuada para soportar demandas sísmicas de consideración, siendo, por tanto, su nivel de seguridad aceptable y aptas para brindar el servicio educativo.

El autor recomendó la extensión de estos estudios a edificaciones similares a fin de elaborar un mapa de riesgo ante eventos sísmicos de edificaciones.

Ante ello, Núñez y Zamora (2021) desarrollaron su tesis “Identificación de los principales factores que influyen en la decisión de realizar autoconstrucción en el A. H. 18 de mayo del distrito, provincia y departamento de Piura” en la Universidad Nacional de Piura, presentada para titularse de ingenieros civiles. En ella, se enfocaron en varios aspectos de la población que orilla a la autoconstrucción, según se señala: el aspecto social y económico, conocimientos y desconfianza hacia los profesionales de la construcción.

Los autores concluyen señalando que los factores considerados como influyentes en la opción por la autoconstrucción, influyen en la decisión de los pobladores hacia este modo de construcción. En orden de importancia, el factor económico fue el más influyente al momento de decidir la autoconstrucción; en otra arista de enfoque, la desinformación y falta de conocimiento y criterio, también influyeron en su decisión. De otro lado, también se hizo manifiesta la desconfianza de los pobladores respecto de las habilidades y conocimientos demostrados por algunos profesionales de la construcción. Los autores recomiendan extender el estudio hacia el resto de la ciudad, considerando la importancia de la autoconstrucción, no solo en la ciudad de Piura, sino en todo el País.

También, Sabogal y Vásquez (2021) realizaron su investigación “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti Petrini en las edificaciones de la Urb. Covicorti del distrito de Trujillo, La Libertad” en la Universidad Antenor Orrego, donde se plantearon la formación de una ficha de evaluación para los 11 parámetros de método italiano; de igual forma se plantearon la realización de pruebas esclerométricas para conformar un levantamiento estructural los elementos del sistema resistente de las tres edificaciones evaluadas, encontrado las derivas de los entresijos de las edificaciones seleccionadas.

Los investigadores encontraron que las resistencias a la compresión de los elementos del sistema resistente de las edificaciones fue $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, en una configuración

de niveles de vulnerabilidad media en dos edificaciones y baja solo en una. Las pruebas de modos de vibración mostraron para todas las viviendas, comportamiento no adecuado ante un sismo, pues demostraron en un análisis modal movimientos traslacional en los ejes X y Y así como rotacional, con masas y periodos de vibración fuera de los rangos permitidos. De igual modo, las derivas se encontraron fuera de las tolerancias establecidas por la norma E.030 (0.005). Ante esto se sigue que las viviendas mostraron problemas de torsión y rigidez debido a la baja densidad de muros transversales. La comparación entre los métodos de Benedetti y Petrini y el computacional permitieron establecer los resultados de los niveles de vulnerabilidad sísmica señalados líneas arriba.

De otro lado, Saavedra (2021) desarrolló su investigación: “Nivel de riesgo sísmico basado en el índice de vulnerabilidad del método de Benedetti Petrini en las viviendas de San Antonio, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca” buscando graduarse de ingeniero civil. En ella se propuso la identificación y relacionar el método de Benedetti y Petrini con las exigencias del RNE en su conjunto, determinando además el índice de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de las tipologías de albañilería, adobe y concreto.

El autor encontró que la vulnerabilidad de las edificaciones de adobe y una buena parte de las de albañilería demostraban en un nivel alto de vulnerabilidad, mientras que las de concreto se encontraban en un nivel medio. Respecto de la concordancia de las normas peruanas de la construcción con el método de Benedetti y Petrini se da de la siguiente forma: con la norma E.020 en el Art. 6.2°; con la E.030 en los Art. 18°, 20° y 36°; con la norma E.050 en su Art. 24°; con la norma E.070 en sus Art. 5.3°, 14°, 15.1°, 15.3°, 18° y 19°; y, con la norma E.080 en sus Art. 1°, 2.3°, 4.2°, 5.1°, 6.2° y 6.5°. Se recomienda para el caso de las viviendas de adobe realizar los confinamientos respectivos y las distancias entre muros; para las de albañilería se recomendó mantener el espaciado mínimo entre columnas, evitando además los volados excesivos y diafragmas de tablas.

El cinturón o anillo de Fuego del Pacífico es una zona en forma de herradura que bordea buena parte del océano Pacífico, abarcando numerosos países, entre ellos, el Perú.

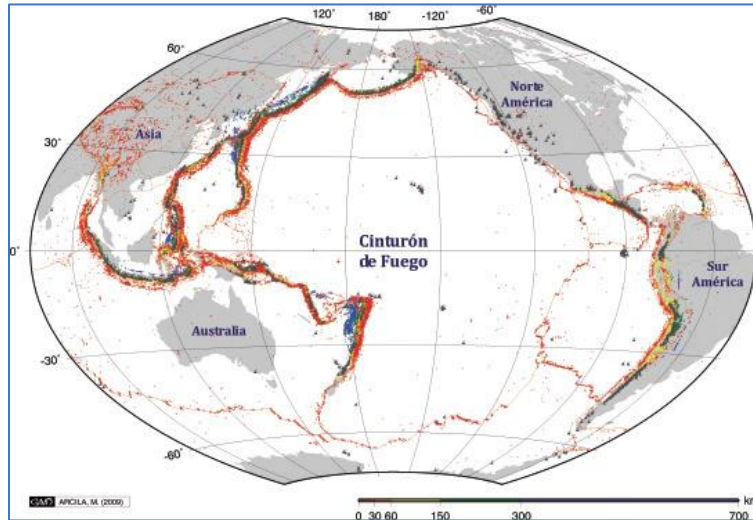


Figura 1: Anillo de Fuego del Pacífico

Fuente: Arcilla, (2009)

Esta zona de subducción alberga casi medio millar de volcanes y se caracteriza por ser altamente sísmica; de hecho, los sismos más violentos a escala mundial (80% de ellos y primer lugar a nivel mundial) se han registrado en estos confines (National Geographic, 2021). El lecho marino del océano pacífico descansa sobre varias placas tectónicas existiendo constante movimiento relativo entre ellos con enormes cantidades de tensiones originada por la fricción interplaca. La colosal dimensión de la zona, aunada a los supervolcanes y la intensa actividad tectónica, da como resultado que el 90% de la actividad sísmica global se produzca en esta zona (GeoEnciclopedia, 2022?).

En el Perú la actividad sísmica es un factor siempre a considerar; en este contexto, se afirma que la condición normal para la tierra es la constante actividad sísmica y volcánica y que corresponde a sus habitantes tomar los recaudos a fin de minimizar los efectos adversos de los desastres naturales (Tavera, 2020).

El método italiano de cálculo de la vulnerabilidad sísmica se desarrolló en 1982 para la inspección visual rápida de un número importante de edificaciones. Se sustenta en la observación de los efectos de sismos importantes ocurridos desde 1976 a edificaciones cuya vulnerabilidad sísmica había sido previamente determinada. Esta gran base de datos significa un importante soporte del método (Arellano & Cadillo, 2015). Se ha empleado a nivel internacional con resultados satisfactorios en España (años de 1993, 1994 y 1999); Italia (El GNDT lo ha adoptado como método oficial, aplicándose en varias localidades italianas); Zona EURO [Proyecto SERGIASI (1998)]; Croacia [Nikolic et al. (2021)], además de trabajos independientes [Caicedo (1993), Grimaz (1994), Angeletti et al. (1988), entre otros] (Guerrero, 2020).

El método se basa en la observación de once parámetros claves desde el punto de vista sismorresistente en las edificaciones en análisis, encontrando y evaluando diferencias y características dentro de una misma tipología constructiva, representando una ventaja respecto de otros métodos que analizan las edificaciones por tipología, edad o materiales empleados (Martínez, 2014). Cada uno de los once parámetros estudia al sistema resistente, su calidad, resistencia convencional, configuraciones en planta, altura, entre otras. A cada uno de estos parámetros se le asigna una calificación literal (de la A → D, donde A es mejor y D es peor), colocándose el resultado en una matriz de ponderación, que, para la tipología constructiva de albañilería confinada, adopta los siguientes valores (Mena Hernández, 2002):

En la tabla siguiente, se muestran los coeficientes K_iA para cada uno de los parámetros evaluados.

Tabla 1

Coefficientes K_iA para edificaciones de albañilería confinada

N	Parámetro	K_iA	K_iB	K_iC	K_iD	W_i
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Sistema resistente: Calidad	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia de la estructura	0	5	25	45	1.5
4	Suelo y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en altura	0	5	25	45	1.0
8	Distancia entre muros transversales	0	5	25	45	0.25
9	Cubierta	0	15	25	45	1.0
10	Elementos no fijos a la estructura	0	0	25	45	0.25
11	Conservación de la edificación	0	5	25	45	1.0

Nota: Benedetti y Petrini según se refiere en (Mena Hernández, 2002)

En esta tabla, W_i representa la ponderación o importancia de cada uno de los once parámetros de evaluación; el índice de vulnerabilidad total es la suma de los once parámetros; en estas condiciones (Páramo y Villegas, 2021):

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} k_i w_i$$

Índice de vulnerabilidad normalizado: A fin de poder comparar el índice inter-tipologías constructivas, este valor se normaliza, es decir se expresa como porcentaje del valor total máximo, de acuerdo con la siguiente relación:

$$I_{vn} = [\sum W_i] * 45 * \frac{I_v}{100} = 3.825 * I_v$$

Seguidamente se detallan los parámetros evaluativos de Benedetti y Petrini:

Parámetro primero: Organización del sistema resistente

En este parámetro se estudia cómo se organizan las columnas, vigas y diafragmas, valorando esta relación en su conjunto sin considerar materiales. Se valora la completitud de confinamientos y elementos resistentes verticales, así como la conexión entre ellos. Se califica de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2

Baremo para calificar el sistema resistente

Condición observada en la edificación	Clase
Sistema resistente completo con buena interconexión	A
Sistema resistente completo, pero con mala conexión	B
Sistema resistente incompleto y con buena conexión	C
Carencia de sistema resistente	D

Parámetro segundo: Sistema resistente: Calidad

Se valora la trabazón de los ladrillos, su disposición y condición del mortero. También se considera la uniformidad de materiales y verticalidad de muros.

Tabla 3

Baremo para la calificación de calidad del sistema resistente

Condición observada en la edificación	Clase
Materiales de calidad, buenas uniones, trabazón y mortero	A
Falta al menos una de las características anteriores	B
Faltan dos de las características anteriores	C
Faltan tres de las características anteriores	D

Parámetro tercero: Resistencia de la estructura

Se evalúa la resistencia que ofrece la estructura a una demanda sísmica. Queda a elección del investigador, la elección del indicador a emplear. En la investigación se empleó la demanda de ductilidad (DD) la cual relaciona la resistencia exigida por las condiciones externas (sismo y la consiguiente amplificación del suelo) y la resistencia propia de la edificación.

Tabla 4

Rangos para la calificación de la resistencia de la estructura

Condición observada en la edificación	Clase
Demanda de ductilidad < 0.5	A
$0.5 \leq$ Demanda de ductilidad < 1.0	B
$1.0 \leq$ Demanda de ductilidad < 1.5	C
$1.5 \leq$ Demanda de ductilidad < 2.0	D

Cuarto parámetro: Suelo y cimentación

Se evalúa el tipo de suelo, pendiente, humedad y contenido de sales. Con relación a la edificación se evalúa la condición de la cimentación (si se encuentra en pendiente).

Tabla 5

Baremo para la evaluación de la edificación y su cimentación

Condición observada en la edificación	Clase
S. rígido, no licuable por sismo y baja amplific. sísmica	A
S. medio, no licuable por sismo y media amplific. sísmica	B
S. suelto, no licuable por sismo y media amplific. sísmica	C
S. suelto, licuable por sismo y alta amplificación sísmica	D

Quinto parámetro: Diafragmas horizontales

Se estudian los diafragmas horizontales enfocándose en su continuidad, conexión con los muros y estado.

Tabla 6

Baremo para la evaluación del diafragma

Condición observada en la edificación	Clase
Diafrag. plano, entero, sin acero expuesto y fijado a muros	A
Igual que el anterior, pero sin una característica	B
Igual que el anterior, pero sin dos características	C
Ninguna de las condiciones de A	D

Sexto parámetro: Configuración en planta

Se estudia la forma de la planta, considerando que la forma perfectamente cuadrada es la ideal. Las entradas en esquina y cualquier geometría diferente, configura un factor adverso. En este caso se evalúa $\beta_1 = a/L$ y $\beta_2 = b/L$ siendo a y b las dimensiones menores y L la mayor.

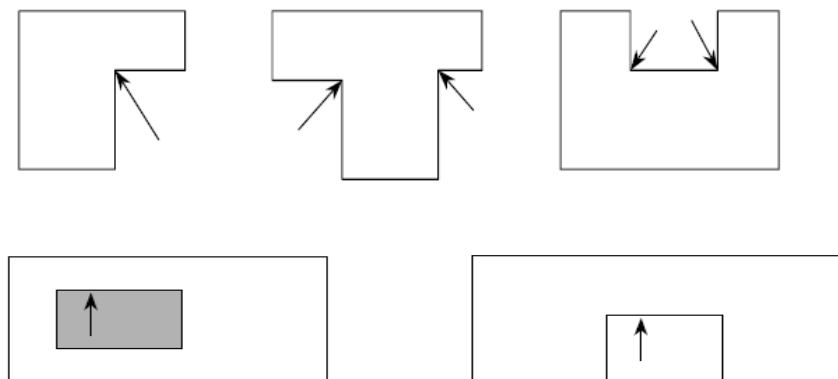


Figura 2: Perfiles para la evaluación en planta

Fuente: Calle Nizama (2017)

Tabla 7*Intervalos de decisión para la configuración en planta*

Condición observada en la edificación	Clase
$\beta_1 \geq 0.8$ y/o $\beta_2 \leq 0.1$	A
$0.6 \leq \beta_1 < 0.8$ y/o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$	B
$0.4 \leq \beta_1 < 0.6$ y/o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$	C
$\beta_1 < 0.4$ y/o $\beta_2 > 0.3$	D

Fuente: Yépez et al. (1995)

Sétimo parámetro: Configuración en altura

Se estudian las características en altura de la edificación, considerándose como una irregularidad todo alejamiento de la forma de cajón con distribución regular y uniforme conforme se avanza con la altura. Es así como se evalúa la variación de masa o área con la altura $\Delta M/M$ o $\Delta A/A$, referenciándola con respecto al piso anterior. Este criterio no aplica para azoteas. Aplican los intervalos de la siguiente tabla:

Tabla 8*Intervalos de valoración para la disposición en altura*

Condición observada en la edificación	Clase
Cuando $-\Delta A/A$ o $-\Delta M/M \leq 0.1$	A
Cuando $0.1 < -\Delta A/A$ o $-\Delta M/M \leq 0.2$	B
Cuando $0.2 < -\Delta A/A < 0.5$ o $-\Delta M/M > 0.2$	C
Cuando $-\Delta A/A > 0.5$ o $\Delta M/M > 0$	D

Octavo parámetro: Distancia entre muros transversales

El distanciamiento de los muros transversales determina en buena medida la consistencia de la edificación. Se evalúa la distancia entre muros dividiéndola entre el espesor del muro principal.

Tabla 9*Baremo para la evaluación de los muros transversales*

Condición observada en la edificación	Clase
Cuando L/S es menor a 15	A
Cuando L/S se encuentra entre 15 y 18	B
Cuando L/S está entre 18 y 25	C
Cuando L/S es mayor o igual a 25	D

Noveno parámetro: Cubierta

Se valora positivamente su ligereza, regularidad, uniformidad y fijación al sistema resistente de la edificación. El método de Benedetti y Petrini considera los siguientes criterios

Tabla 10*Referencia para evaluar el estado de la cubierta*

Condición observada en la edificación	Clase
Cubierta ligera, conservada, uniforme y fija a la edificación	A
Cubierta ligera, conservada, uniforme y con partes sueltas	B
Cubierta ligera, descuidada, uniforme y con partes sueltas	C
Cubierta ligera, descuidada, no uniforme y suelta	D

Décimo parámetro: Elementos no fijos a la estructura [ENFE]

Los elementos sueltos pueden, durante un sismo caer o proyectarse, causando daño a los ocupantes de una edificación. Se consideran en este caso: balcones, parapetos, avisos, carteles y demás elementos que se colocan con diversos fines. Se evalúa de acuerdo con el siguiente baremo:

Tabla 11

Baremo para la evaluación de los elementos no estructurales

Condición observada en la edificación	Clase
Todos los ENFE están asegurados al sistema resistente	A
Un elemento no cumple la condición anterior	B
Dos elementos no cumplen la primera condición	C
Más de dos elementos no cumplen la primera condición	D

Décimo primer parámetro: Conservación de la edificación

Las edificaciones, al igual que cualquier dispositivo, precisa de mantenimiento. Es así como las diversas patologías que se presentan en el tiempo deben subsanarse a fin de conservar la integridad del sistema resistente, muros y demás elementos de la edificación. Este parámetro se evalúa de acuerdo con la siguiente tabla, observando las fisuras y patologías observables.

Tabla 12

Baremo para la evaluación de la conservación de la edificación

Condición observada en la edificación	Clase
Buena conservación, no se aprecian grietas ni patologías	A
Como la anterior pero con fisuras	B
Medianamente conservada pero con grietas	C
Mal conservada, con grietas y diversas patologías visibles	D

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de la investigación

En referencia al tipo de la investigación, esta fue de aplicación de conocimientos en la solución de problemáticas acontecidas en la comunidad (Hernández, 2018); en este caso, la obtención de información sistemática y confiable respecto de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el A.H. El Bosque en la ciudad de Tumbes. En atención a la naturaleza numérica de los datos involucrados, el enfoque de la investigación se definió como cuantitativo (Tresierra, 2010).

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación corresponde al siguiente esquema:

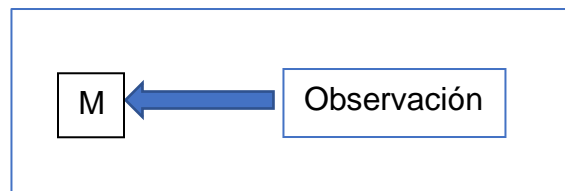


Figura 3: Diseño de la investigación

En la figura anterior, M representa la muestra de las edificaciones, y, la flecha, la observación realizada en ella. De acuerdo con el enfoque cuantitativo de la investigación, el método investigativo que correspondió fue el hipotético-deductivo, lo cual implicó la realización de deducciones a partir de la hipótesis contrastada con los datos de campo. De acuerdo con el número de oportunidades de recojo de datos en el trabajo de campo, la investigación fue transversal (Ñaupas, 2013).

3.2. Variables y su operacionalización

Variable de la investigación: Nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones

Definición conceptual: Es el nivel de daños que una sollicitación sísmica puede ocasionar en una edificación

Definición operacional: La variable se operativizó mediante una ficha de observación de vulnerabilidad sísmica

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Las edificaciones de albañilería confinada del A. H. El Bosque en Tumbes

Criterio de selección: Tipología constructiva de albañilería confinada

Unidad de análisis: Cualquiera de las edificaciones de albañilería confinada en el A. H. El Bosque en la ciudad de Tumbes

Muestreo: El muestreo se realizó de acuerdo con el número de pisos de las edificaciones que cumplieron con el criterio de selección

Tabla 13

Distribución de las edificaciones estudiadas

Número de pisos de la edificación				Edificaciones varias	Observaciones
1 piso	2 pisos	3 pisos	Más de 3 pisos		
3	7	3	3	4	20

Muestra: 20 edificaciones de albañilería confinada en el A. H. El Bosque en la ciudad de Tumbes

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

En la tabla siguiente se resumen las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleadas en la investigación:

Tabla 14

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Información recolectada
Observación	Ficha de observación de la vulnerabilidad sísmica	Datos relevantes de la edificación atinentes a su vulnerabilidad sísmica
Recopilación bibliográfica	Ficha de recopilación bibliográfica	Conceptos, conocimientos e información atinente a la temática de la investigación

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimientos

El lugar de estudio -de trama urbana cuadriculada- se señala en la figura siguiente. Sus medidas son: en sentido horizontal (D – A y C - B), 215.07 m y en vertical (A – B y D - C), 437.05 m, comprendiendo un área de 9.40 Ha. Se ubica a la derecha entrando por la Av. Fernando Belaunde (marcada en amarillo en el mapa y la carretera Panamericana Norte [1N] fácilmente observable en la figura.

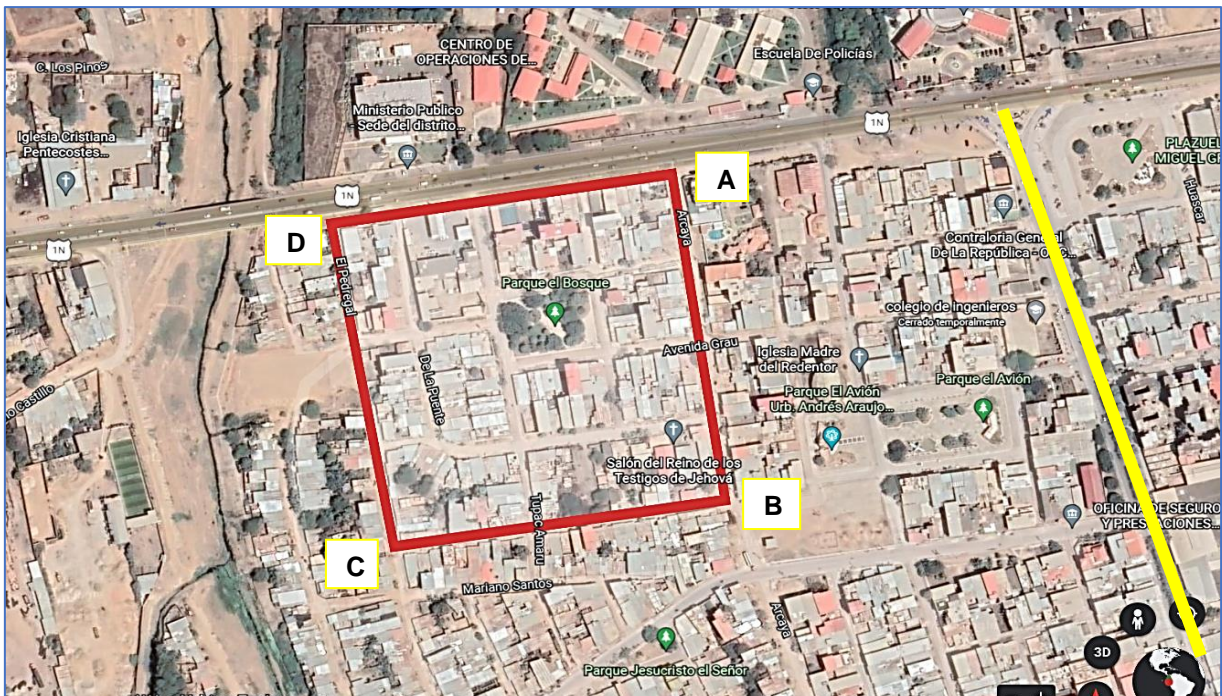


Figura 4: El AA HH El Bosque, zona estudiada

En la tabla siguiente se señala el relieve del suelo en la zona de estudio. Obsérvese la caída hacia la quebrada Pedregal.

Tabla 15

Cotas del relieve del suelo en el AA HH El Bosque

Punto	msnm
A	20
B	22
C	16
D	17

En el desarrollo de la investigación se desarrollaron los siguientes procedimientos.

Tabla 16

Procedimientos realizados en la investigación

Orden	Actividad realizada
1	Selección de las edificaciones a estudiar
2	Observación de las edificaciones empleando una ficha de observación
3	Anotación de las características observadas
4	Tabulación de observaciones
5	Análisis de observaciones realizadas
6	Obtención de resultados
7	Análisis de resultados
8	Prueba de hipótesis
9	Planteo de deducciones

3.6 Método de análisis de datos

Los datos campo recogidos con la ficha de observación correspondientes a la fase de ingeniería se procesaron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Los cálculos aritméticos de valor numérico adicionales menores se ejecutaron manualmente.

Una vez consolidados los datos de campo, se procesaron en Microsoft Excel y los gráficos se generaron en Microsoft Word.

3.7 Aspectos éticos

Durante el proceso de la investigación se han respetado los derechos de las personas, informándoles previamente a las acciones, la naturaleza académica y el objetivo de la investigación, previa identificación plena de los investigadores con su documentación personal.

De igual forma, para la toma de las placas fotográficas, se ha solicitado la anuencia del ocupante de la edificación fotografiada, a quien se le explicó el fin de la investigación, indicando claramente su fin académico.

IV. RESULTADOS

Objetivo general

El objetivo general determinó la vulnerabilidad sísmica de 20 edificaciones elegidas intencionalmente en el AA HH El Bosque en la ciudad de Tumbes. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 17

Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones observadas

Edificación N°	Índice de vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad normalizado	Nivel
1	97.50	25.49	Media
2	42.50	11.11	Baja
3	68.75	17.97	Baja
4	87.50	22.88	Media
5	190.00	49.67	Alta
6	117.50	30.72	Media
7	115.00	30.07	Media
8	92.50	24.18	Media
9	22.50	5.88	Baja
10	57.50	15.03	Baja
11	87.50	22.88	Media
12	47.50	12.42	Baja
13	141.25	36.93	Media
14	52.50	13.73	Baja
15	92.50	24.18	Media
16	148.75	38.89	Media
17	48.75	12.75	Baja
18	70.00	18.30	Baja
19	22.50	5.88	Baja
20	47.50	12.42	Baja

Promedio \bar{x} = 21.49

Desviación estándar s = 11.63

En la siguiente figura se observa la vulnerabilidad sísmica normalizada de las 20 edificaciones estudiadas. Un 50% de las edificaciones demuestra un nivel bajo, 45 % un nivel medio, y, 5% uno alto.

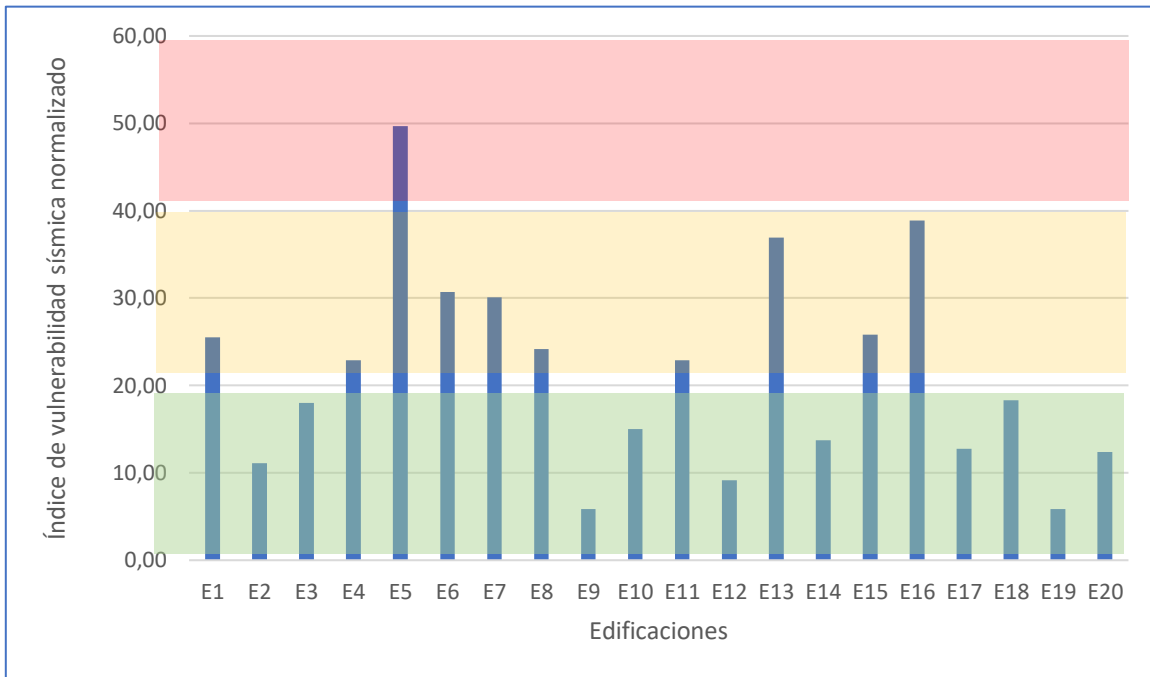


Figura 5: Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones observadas

Se observa que la mayoría de las edificaciones tiene una vulnerabilidad sísmica media o baja, lo cual puede interpretarse como una mejora en las técnicas y procedimientos constructivos y diseño, en el caso de construcciones con asesoría profesional.

Objetivo específico 1

En este objetivo específico se analiza la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones observadas.

Los resultados de la Tabla 17 muestran que el nivel promedio de vulnerabilidad (\bar{x} = 21.49) es de valor medio pero cercano a bajo. Esto se puede interpretar como un probable acercamiento de profesionales de la construcción a la dirección de procesos constructivos, alejando la autoconstrucción tan arraigada en esta dinámica actividad

económica. La desviación estándar de los valores de vulnerabilidad normalizada (s), 11.63, poco más de la mitad del valor mitad del rango de baja vulnerabilidad, conllevan a pensar en una amplia gama de factores adversos recurrentes que incrementan la vulnerabilidad sísmica en el AA HH El Bosque.

El hecho que solo una edificación califique con alta vulnerabilidad sísmica permite suponer que las continuadas capacitaciones a los profesionales y técnicos en la construcción hacen diferencia, reduciendo significativamente el número de factores de construcción y/o diseño que deterioran el desempeño sismorresistente de la edificación. De igual forma el hecho que la mitad de las edificaciones muestren baja vulnerabilidad, abunda en el resultado señalado líneas arriba.

El hecho que una zona del AA HH El Bosque esté conformado hasta una profundidad de 1.35 m por basura mezclada con tierra, lleva a pensar que es un área otrora basureo, corroborando su cercanía con la quebrada Pedregal que discurre muy cerca del área estudiada. Esta realidad influye negativamente en el desempeño sismorresistente de la edificación por la alta amplificación sísmica que acontece producto de suelos sueltos como este caso donde el suelo inapropiado se extiende en la profundidad de cimientos de una vivienda de limitada envergadura.

Objetivo específico 2

Este objetivo categorizó los niveles de vulnerabilidad observados en el AA HH El Bosque en la ciudad de Tumbes.

La categorización por niveles de vulnerabilidad proporciona una apreciación de conjunto de las características de la población estudiada en forma de franjas que muestran de manera rápida la distribución de estos indicadores. Efectivamente, los porcentajes de vulnerabilidad normalizada categorizan los niveles bajo en la mitad de las edificaciones, medio en el 45% y alto, 5%. En la tabla y gráfico siguientes se resume este indicador de desempeño sismorresistente de las edificaciones.

Tabla 18

Niveles de vulnerabilidad sísmica observados en el AA HH El Bosque

Edificación N°	%	Rango del índice normalizado de vulnerabilidad (InV)	Categoría
2, 3, 9, 10, 12, 14, 17, 18, 19, 20	50	$0 < InV < 20$	Baja
1, 4, 6, 7, 8, 11, 13, 15, 16,	45	$20 \leq InV < 40$	Media
5	5	$InV \geq 40$	Alta

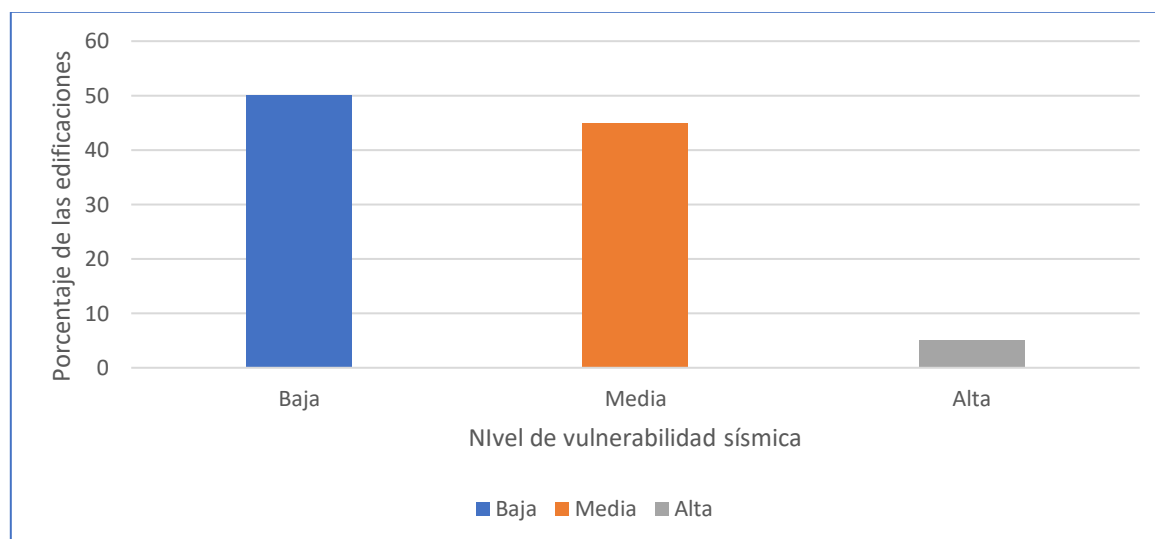


Figura 6: Categorización del nivel de vulnerabilidad en el AA HH El Bosque

Objetivo específico 3

Este objetivo se enfoca en resumir por edificación, los factores de construcción, suelo, diseño y conservación que comprometen el rendimiento sismorresistente de las edificaciones en el AA HH El Bosque.

Tabla 19

*Las edificaciones y sus características que comprometen su desempeño
sismorresistente*

Edificación	Características que incrementan la vulnerabilidad sísmica de la edificación
1	Falta de diafragma en el segundo piso Edificación parcial y significativa en el segundo piso Diafragma incompleto en el primer piso
2	Poco ancho del terreno para el largo Falta diafragma del segundo piso
3	Columnas sin peralte en edificación con poco frente Terreno con escaso frente para el fondo Falta de diafragma en el segundo piso
4	Terreno muy delgado (escasa dimensión en el eje x respecto de la Y) Regular conservación Sistema resistente incompleto Carencia de diafragma en el segundo piso
5	Incremento significativo del área con la altura Cubierta deteriorada Elementos sueltos de peso importante Patología por corrosión en columna Sistema resistente discontinuo en el segundo piso
6	Muro discontinuo Columnas con patología corrosiva Falta diafragma en el segundo piso
7	Mala calidad de materiales Muros y mochetas sin confinar en segundo piso Humedad y desprendimiento en paredes Falta de diafragma que distribuya la fuerza sísmica en todas las columnas
8	Humedad en paredes Carencia de muros transversales
9	La forma del terreno no cuadrada influye negativamente en la calificación Falta diafragma en el segundo piso
10	Relativa falta de muros en X Terreno en pendiente

Continuación

	Falta de diafragma en segundo piso
11	Suelo suelto hasta la profundidad normal de cimentación Escasa dimensión en el eje X Baja densidad de muros transversales
12	No hay Falta de diafragma en segundo piso
13	Calidad de mano de obra no idónea Suelo suelto R hasta la profundidad de cimentación Patología por eflorescencia en muros Muros construidos post columnas
14	Terreno muy delgado Probable carencia de muros transversales Diafragma parcial en segundo piso
15	Unión y disposición caprichosa de vigas y columnas Elementos pesados sueltos en el segundo nivel Humedad en paredes Falta de diafragma en el primer piso
16	Suelo suelto R conformado por basura y tierra hasta profundidad de cimentación Terreno sumamente delgado Carencia de muros en X
17	No hay espacio entre edificaciones Edificación con escaso frente Mas de una columna está plantada en el diafragma
18	Sistema resistente vertical discontinuo Muros sin confinar
19	No hay
20	Falta diafragma en el segundo piso

Objetivo específico 4

Este objetivo se enfoca en el tipo de suelo y su capacidad portante en la zona de estudio.

Considera los resultados de dos calicatas, C1 y C2 practicadas en la zona y lo encontrado en los ensayos de laboratorio. Los resultados muestran que el suelo en la ubicación de C1 es mejor que C2 --ver Anexo 8 para su localización-- debido a que esta última mostró la existencia de una gruesa franja de material inapropiado R hasta 1.35 m de profundidad, cota usual de cimentación para edificaciones de menor envergadura.

CALICATA 1

Aspectos generales, humedad, límites de Atterberg y SUCS

Para la calicata C1 el tipo de suelo encontrado fue una capa de 10 cm de basura con tierra; seguidamente y hasta 1.20 m, suelo CL; y, hasta los 2 m de profundidad, suelo tipo ML.

Tabla 20

Clasificación del suelo de la calicata C1

Calicata 1 AA HH El Bosque - Tumbes			
Muestra	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Profundidad (m)	0.0 – 0.10	0.10 – 1.20	1.20 – 2.00
% pasante por malla N° 200		73.0	85.0
Límite líquido (ASTM D – 423)	Relleno conformado por basura y tierra (Inapropiado)	42.5	22.7
Límite plástico (ASTM D – 424)		22.9	18.9
Índice de plasticidad		19.6	3.8
Contenido de humedad (ASTM D – 422)		8.3	11.8
Clasificación S.U.C.S.	R	CL	ML

Ensayo de corte directo (ASTM D3080)

La prueba de esfuerzo para los materiales de la calicata C1 – M3 mostró un valor de corte máximo de 0.865 para el espécimen E3, 0.61 para E2, y, 0.355 para E1. Estos datos (en máquina de corte directo) se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 21

Resultado de la prueba de esfuerzo de corte en C1 – M3, (ASTM D3080)

Resultados de la prueba de esfuerzo			
Espécimen	E 1	E 2	E 3
Esfuerzo inicial	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo	0.355	0.61	0.865

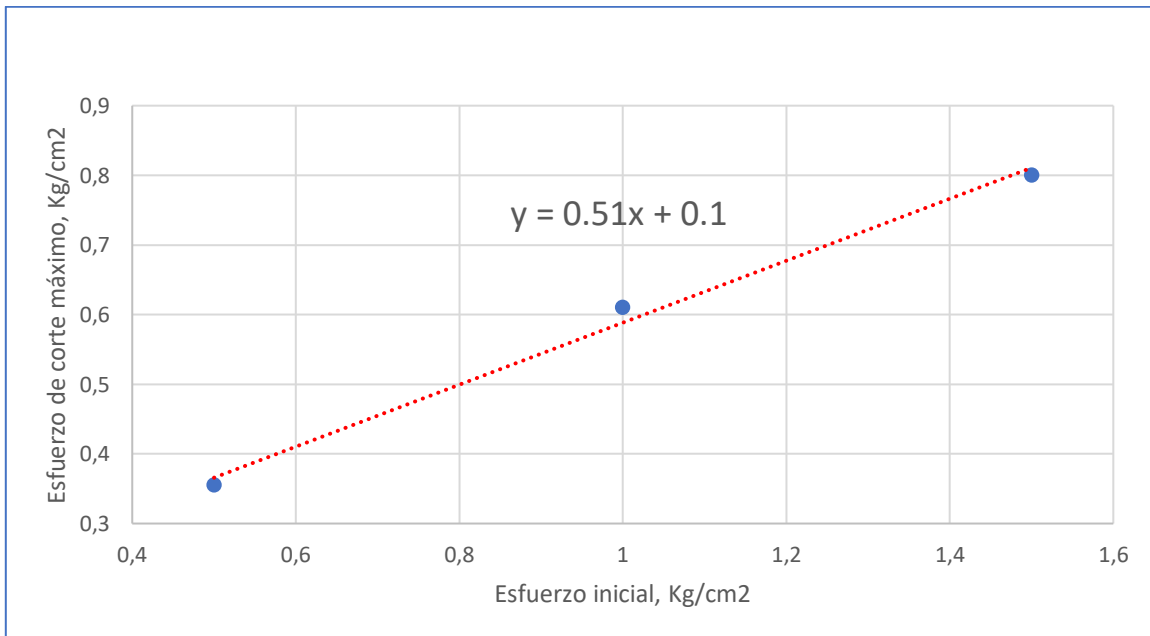


Figura 7: Esfuerzo máximo e inicial para tres muestras de C1

En la gráfica siguiente se observa el ploteo del esfuerzo de corte y la deformación tangencial asociada para la calicata C1 – M3

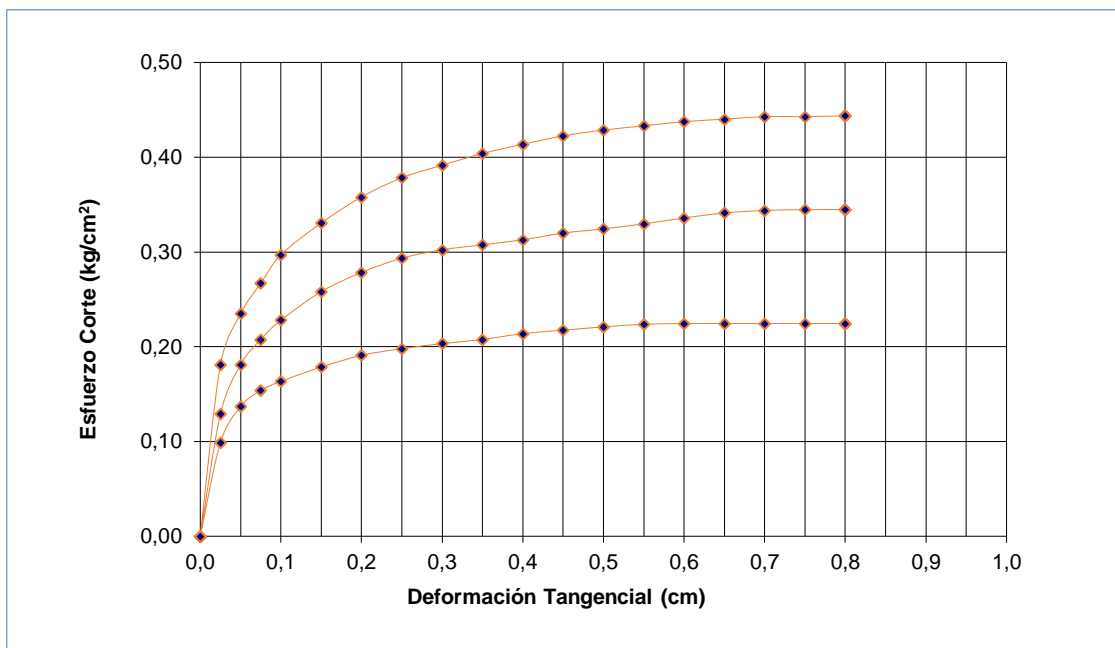


Figura 8: Deformación tangencial y esfuerzo de corte para C1 - M3

De ambos gráficos se consolidan los datos de la tabla siguiente. La diferencia de ordenadas a diferencia de abscisas define el valor de la tangente de \emptyset . La función inversa el ángulo de fricción, resultó en 27° ; la cohesión, valor del esfuerzo contante máximo cuando el esfuerzo inicial es nulo, midió 0.10 Kg/cm^2 .

Tabla 22

Datos obtenidos de los gráficos

Ítem	Valor
Ángulo de fricción interno	27°
Cohesión (intercepto con eje Y)	0.10 Kg/cm^2
Tangente de \emptyset	0.51

Capacidad portante

Con los datos anteriores, se obtiene ahora la capacidad portante de la muestra de C1 - M3, calculada en la capacidad de soportar una fuerza de 0.88 Kg por cada cm² de suelo.

Tabla 23

Capacidad portante para el material de C1 – M3

Tipo de suelo	B	Df	Parámetros geométricos			Parámetros de carga			Qult	Fs	Qadm
			y Gr/cm3	φ °	C Kg/cm2	Nc	Nq	Ny			
ML	1.0	1.0	1.53	27	0.10	16.2	7.1	4.2	2.65	3	0.88

CALICATA 2

Aspectos generales, humedad, límites de Atterberg y SUCS

En la tabla siguiente se muestra el tipo de suelo y características mecánicas para las dos muestras obtenidas según los estratos encontrados.

Tabla 24

Clasificación del suelo de la calicata 2

Calicata 2 AA HH El bosque - Tumbes		
Muestra	Muestra 1	Muestra 2
Profundidad (m)	0.0 – 1.35	1.35 – 2.00
% pasante por malla N° 200		79.0
Límite líquido (ASTM D – 423)	Relleno	39.1
Límite plasticidad (ASTM D – 424)	conformado por basura y tierra	21.6
Índice de plasticidad	(Inapropiado)	17.5
Contenido de humedad (ASTM D – 422)		10.80
Clasificación S.U.C.S.	R	CL

Prueba de corte directo (ASTM D3080)

En base a especímenes E1, E2 y E3 se muestran a continuación los resultados de la prueba de esfuerzo practicada a los materiales de C2 – M2, empleando la máquina de corte directo.

Tabla 25

Prueba de esfuerzo de corte practicada en C2 – M2, (ASTM D3080)

Resultados de la prueba de esfuerzo			
Especímen	E1	E2	E3
Esfuerzo inicial	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo	0.36	0.54	0.72

Los datos del esfuerzo inicial y esfuerzo de corte máximo de la tabla anterior se grafican en la figura siguiente.²

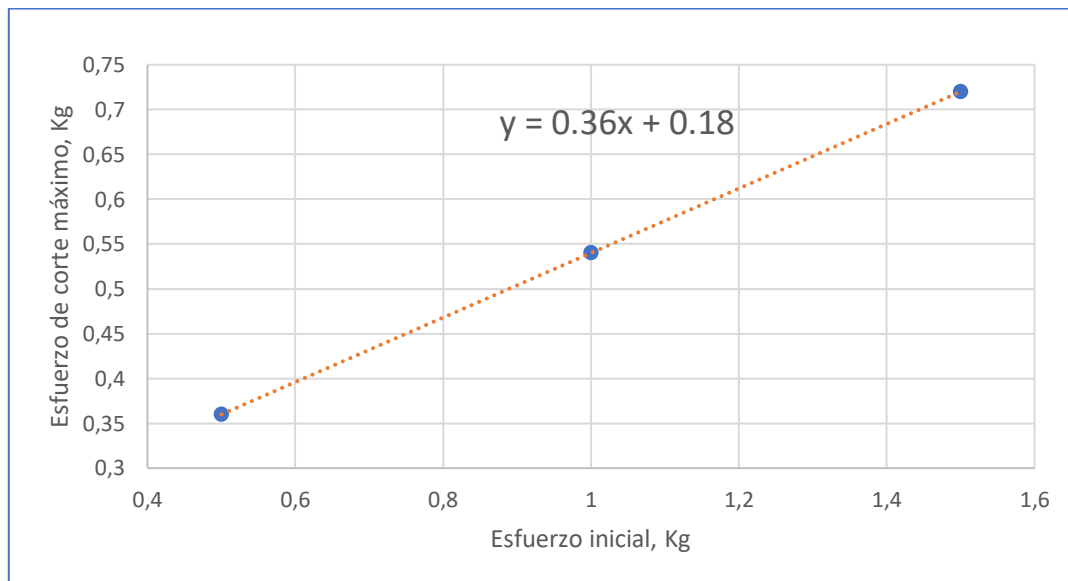


Figura 9: Esfuerzo inicial y máximo para las tres muestras de la calicata C2

² La aproximación lineal se ha realizado con Microsoft Excel

En la figura siguiente se grafica la deformación tangencial y el esfuerzo de corte

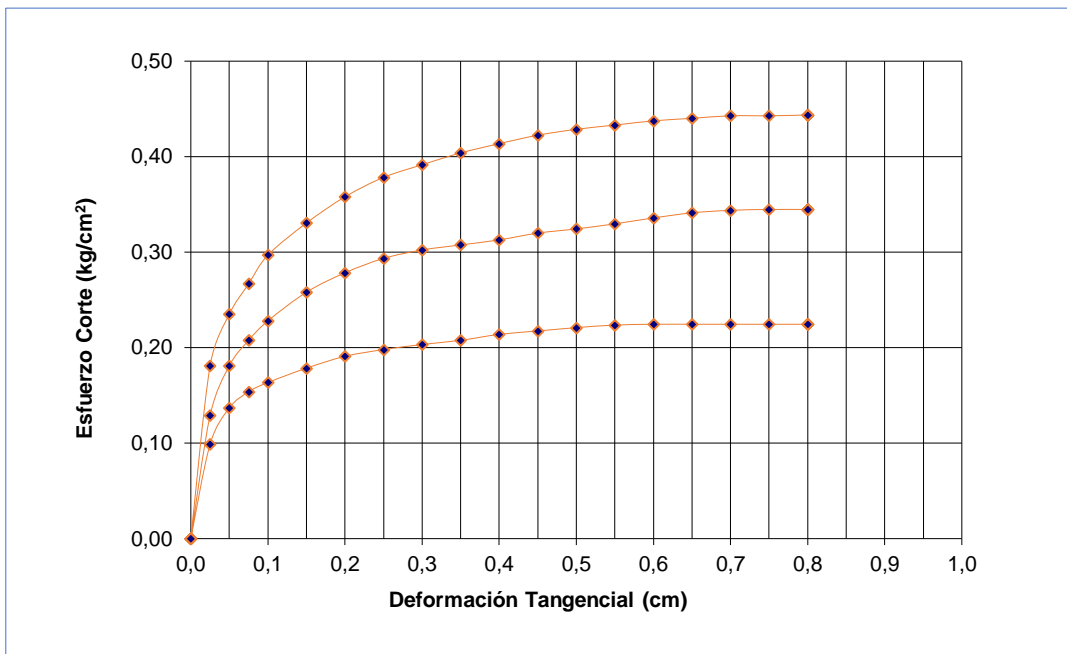


Figura 10: Deformación tangencial y esfuerzo de corte para la muestra de C2 – M2

De la Figura 9 se tabulan a continuación valores de importancia para C2 - M2. El ángulo de fricción interno resultó en 20°, la cohesión, 0.18 Kg/cm² y la pendiente fue de 0.36.

Tabla 26

Resultados obtenidos de la figura 9

Ítem	valor
Ángulo de fricción interno	20 °
Cohesión	0.18 Kg/cm ²
Tangente de Ø	0.36

El resultado de esfuerzo máximo para el espécimen E3 resultó de 0.72 Kg mientras que para los otros dos E1 y E2 los valores máximos fueron 0.36 Kg y 0.54 Kg respectivamente.

Los resultados muestran que el suelo de la zona donde se desarrolló la calicata 1, la más alejada de la quebrada, tiene mejores características que la más cercana a esta. En efecto, la capacidad de esfuerzo máximo del suelo en C1 es 20.13% mayor que el correspondiente al suelo de la calicata C2, significando ello la necesidad de una mejor cimentación, empleando, por ejemplo, pilotes pequeños hincados hasta suelo firme.

Capacidad portante

La capacidad portante medida resultó en 0.84 Kg/cm². Esto indica que cada centímetro cuadrado del suelo en esta zona puede soportar una carga o fuerza de 0.84 Kg. En la tabla siguiente se resumen los valores intervinientes en la determinación de la capacidad portante. La relación empleada se encarta en el Anexo 10.

Tabla 27

Capacidad portante para la muestra de C2 – M2 (1.35 m – 2.0 m)

Tipo de suelo	B	Df	Parámetros geométricos			Parámetros de carga			Qult	Fs	Qadm
			y Gr/cm ³	∅ °	C Kg/cm ²	Nc	Nq	Ny			
CL	1.0	1.0	1.65	20	0.18	12.0	3.5	1.2	2.52	3	0.84

Contrastación de hipótesis

La hipótesis se contrasta comparando el resultado obtenido con la hipótesis planteada.

Así:

Tabla 28

Contrastación de hipótesis

Hipótesis planteada	Resultado obtenido	Contrastación	Condición
El nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el A. H. El Bosque, Tumbes, en el año 2022, es medio	Nivel promedio de vulnerabilidad sísmica Promedio = 21.49	De acuerdo al baremo de Benedetti y Petrini, una calificación de 21.49 de vulnerabilidad sísmica es de nivel medio	La hipótesis de trabajo se considera y aceptada

V. DISCUSIÓN

Los resultados muestran una clara tendencia a una reducción de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el AA HH El Bosque. Efectivamente, la presencia profesional en la construcción ha conseguido mejorar la tradicional tendencia a la autoconstrucción que se observa a nivel nacional y, por supuesto, local (Universidad de Piura, 2016). Con un 50% de edificaciones en baja vulnerabilidad y 45% en media, el grueso de los casos, el 95% denota cuidado en la construcción y conservación de la edificación.

En un contexto de tipología constructiva donde prima la albañilería confinada la mayoría de las edificaciones dispone de sus muros y columnas a las distancias más o menos adecuadas, lo que confiere seguridad relativa en el sentido sismorresistente de la edificación. De otro lado, las observaciones realizadas in situ también muestran carencias constructivas que reducen el desempeño de la edificación en este aspecto tales como carencia de diafragma, sistema resistente y muros discontinuos, columnas plantadas en diafragmas, etc. evidencia que revela desconocimiento por parte del maestro constructor o encargado de la construcción o su diseño de aspectos constructivos que son muy sencillos de corregir al momento de la construcción y muy difíciles, costosos y peligrosos cuando ya todo está realizado.

Aunando y complementando los criterios previos se colige una cierta preparación en temas constructivos por parte de los involucrados en el tema, principalmente los maestros de obra quienes se enteran y actualizan de ordinario mediante cursos y talleres organizados por las empresas líderes en ramo de la construcción (Instituto CCIP, 2022). Esto se considera beneficioso, recomendándose su impulso a fin de ingresar en un circuito de mejoras y reducción de factores de diseño que comprometan la seguridad de la vivienda en caso de sismo.

Otro aspecto remarcable es el del control de las autoridades sobre la ubicación de las viviendas y su proceso constructivo. En efecto y respecto del primer punto, en el límite del AA HH estudiado, la instalación de viviendas en zona inundable o colapsable por su cercanía a la quebrada Pedregal denota o muestra un problema cotidiano de índole o competencia municipal que es una constante a nivel nacional y que año a año origina numerosas víctimas y cuantiosos daños en épocas de avenidas (Andina Noticias, 2020). Esta condición es consistente con lo encontrado por el estudio de suelos que la presente investigación ha realizado, donde se ha observado que una gruesa capa de basura mezclada con tierra (1.35m de profundidad) sirve de sustento a las edificaciones más allá de cierto punto en esta zona de Tumbes, entendiéndose que a fin de ganar terreno a la quebrada se ha removido y mezclado basura con material de desecho proviniendo, probablemente, de nivelaciones realizadas en otras partes más altas en la zona.

El segundo punto se refiere al control municipal durante el proceso constructivo, requisito regulado por ley y que se orienta a la verificación profesional de los diseños y procesos orientados a mejorar el nivel de seguridad de las edificaciones a la par de respetar y contribuir con el ornato y debida presentación de la ciudad (Ministerio del Ambiente, 2003). La comuna edil ejerce su función regulatoria y de control mediante la licencia de construcción (Presidencia del Consejo de Ministros, 2019), trámite obligado para construir pero que no se respeta, quedando muchas veces la responsabilidad, y de hecho, la seguridad personal de sus ocupantes en manos de los conocimientos de un maestro de obra, escenario en el que una inadecuada capacitación del profesional o encargado de la construcción pone en serio riesgo la integridad de sus ocupantes en caso de sismo, situación que no es extraña en países con ubicaciones como el Perú que descansa sobre el cinturón de fuego del Pacífico con los riesgos de fuertes y repetidos sismos que periódicamente asolan el territorio nacional (Instituto Geofísico del Perú, 2020). En este punto es de recordar que se vive en un prolongado silencio sísmico y que es cuestión de tiempo para que un sismo de grandes consecuencias se produzca en el territorio nacional (Sociedad Geológica del Perú, 2019).

La contrastación de resultados con los encontrados por los autores de los antecedentes, con Moposita (2021) se discrepa en el enfoque que da a la vulnerabilidad sísmica, pues se enfoca solo en la resistencia de la edificación, sin considerar que el criterio sismorresistente considera a la vivienda o edificación en conjunto observando por ejemplo las irregularidades en planta y/o altura, geometría, suelo en un contexto de amplificación sísmica y posibilidad de licuación, etc. (Ingegeek, 2021). Con Del Gaudio et al. (2021) se concuerda en la necesidad de incorporar mejoras en las técnicas y procesos constructivos así como en el diseño de las viviendas y edificios. Se reliva la aseveración por parte los autores respecto de la forma acajonada de las edificaciones y lo ventajoso que resulta en el desempeño sísmico de la edificación. Con Formisano et al. (2021) se concuerda en lo perjudicial que resulta para la edificación las irregularidades en planta y/o altura, así como en el comportamiento no lineal de las edificaciones de albañilería confinada lo cual puede llevarla al colapso antes de haber llegado a la deriva calculada en caso de sismo. Se concuerda también en el factor calidad de la construcción, lo cual contribuye decisivamente en la adecuada respuesta sísmica de la edificación. Con Burak (2020) se concuerda en lo apropiado y ventajoso que es la prevención y búsqueda de cada vez mejores modelos que permitan predecir el comportamiento sismorresistente de una edificación, el cual varía también y de manera importante, de acuerdo al tipo de aceleración que el sismo imprima en el sistema resistente del edificio. Con Kassem et al. (2021) se comparte el interés por realizar evaluaciones de vulnerabilidad y compartir los resultados con la comunidad a fin de que adopten las medidas correctivas o de mantenimiento en la búsqueda de soluciones en el marco de una cultura de prevención. A diferencia del autor que encontró la mayoría de las edificaciones con graves riesgos en caso de sismo, en el presente estudio, la gran mayoría mostró una vulnerabilidad baja o media. Contrastando en el ámbito nacional con Caján y Falla (2020) se concuerda en lo apropiado del método de Benedetti y Petrini en conjunción con la norma E.030 para mejorar los alcances del método de evaluación. Se concuerda además en lo señalado respecto a los parámetros de calidad y conservación de la edificación y su significativa importancia en su seguridad en caso de sismo. Con Calle (2017) se concuerda en lo ventajoso de prevenir y remediar los problemas de diseño

o conservación. De igual modo se concuerda en la aplicación de la normativa sismorresistente para estudiar las edificaciones, discrepando sin embargo al considerar el suelo solo como un medio de soporte y no como un ente dinámico que modifica los efectos del sismo al amplificarlo y también, la consideración de la posibilidad de licuación del suelo, factor a tener siempre presente en la medida que en la costa, la mayoría de suelos son aluviales y anexos a cauces de ríos que pueden aportar el componente hídrico desencadenante de una licuación en un evento sísmico. Con Núñez y Zamora (2021) se concuerda en lo riesgoso que resulta la autoconstrucción, principalmente cuando esta se realiza en zonas inundables o de riesgo como a la rivera de ríos o quebradas que en caso de un evento climático como “El Niño” se activan poniendo en riesgo la integridad personal y patrimonial (Ministerio del Ambiente, 2014). Con Sabogal y Vásquez (2021) se concuerda en la adaptación del método italiano de la investigación a la normativa nacional y métodos avanzados de evaluación de resistencia del concreto. A diferencia de *nos*, los resultados encontrados por los investigadores muestran una alta vulnerabilidad, medida por las derivas excesivas mostradas por los programas de ordenador respecto del desempeño de la edificación bajo la aceleración sísmica. Con Saavedra (2021) se concuerda en la aplicación de la normativa nacional a los métodos observacionales, tomando dicho antecedente como referencia por el extenso análisis comparativo realizado contrastando el método de Benedetti y Petrini con el Reglamento Nacional de Edificaciones.

VI. CONCLUSIONES

1. El nivel de vulnerabilidad sísmica prevalente es el bajo con un 50% de las edificaciones observadas, seguido por un 45% con vulnerabilidad media, y, un 5% de ellas con valor alto.
2. El análisis de la vulnerabilidad sísmica sugiere una mejora en la preparación de los profesionales de la construcción en el enfoque sismorresistente.
3. La categorización por niveles de los índices normalizados de vulnerabilidad sísmica muestran 10 edificaciones con baja vulnerabilidad, 9 con media y 1 con alta.
4. Los factores prevalentes de construcción y/o contexto que deterioran el desempeño sismorresistente de una edificación son: terreno muy delgado, columnas chatas en el sistema estructural, falta de muros en la dirección transversal y falta de diafragma.
5. Las calicatas practicadas muestran en la zona más distal del AA HH estudiado, respecto a la quebrada Pedregal, suelo tipo R hasta 0.1 m, CL hasta 1.20 m y más allá suelo tipo ML. En este caso, el esfuerzo cortante máximo fue de 0.865 Kg/cm² y su capacidad portante de 0.88Kg/cm². En la zona próxima a la quebrada, la estratigrafía mostró suelo R hasta 1.35 m y más allá, suelo tipo CL. Para la muestra de la calicata 2, el esfuerzo de corte máximo fue de 0.72 Kg/cm² y la capacidad portante de 0.84 Kg/cm².
6. El estudio de suelos en una zona del AA HH El Bosque cerca de la quebrada Pedregal evidenció material inadecuado hasta una profundidad de 1.35m, lo que revelaría una posible habilitación inapropiada de terreno en dicha zona.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la autoridad municipal mayor control en las invasiones o ocupaciones cerca de terrenos inundables, evitando así dificultades en épocas de avenidas.
2. Se recomienda a la autoridad municipal mayor celo en el otorgamiento de licencias de construcción, así como la supervisión de cumplimiento con dicho trámite en el caso de edificaciones en curso.
3. Se recomienda a los comunicadores sociales y autoridades la difusión de los resultados aquí encontrados con miras a una labor de prevención ante una demanda sísmica de consideración.
4. Se recomienda a los propietarios y/o encargados de edificaciones la adopción de medidas de reparación y mantenimiento de acuerdo a norma de las edificaciones a fin de conservar sus capacidades de resistencia y prestaciones, alargando su vida útil.
5. A los involucrados o relacionados con el sector construcción se recomienda su capacitación permanente a fin de aplicar de manera idónea las técnicas y procedimientos adecuados en todo el proceso constructivo.
6. Se recomienda a los investigadores interesados en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones por zonas relativamente amplias, la continuación del presente trabajo hasta conseguir una cobertura total de la ciudad de Tumbes..

REFERENCIAS

- Andina Noticias. (2020). *Reconstrucción de viviendas en zonas de riesgo será ilegal, advierte ministro* . <https://andina.pe/agencia/noticia-reconstruccion-viviendas-zonas-riesgo-sera-ilegal-advierte-ministro-663729.aspx>
- Arcilla, M. (2009). El cinturón de fuego del Pacífico. *ResearchGate - Instituto Colombiano de Geología y Minería*. Instituto Colombiano de Geología y Minas: <https://www.researchgate.net/publication/266202647>
- Arellano Herrera, F. L., & Cadillo Villón, J. L. (2015). *Análisis del riesgo sísmico en edificaciones de albañilería mediante fichas de evaluación sistematizadas en una plataforma geoespacial en el sector 19, 20, 21 y 22, distrito de Chorrillos*. Universidad Ricardo Palma:
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2230/arellano_fl-cadillo_jl.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arias Salazar, José Andrés. (2019). *Metodología de diseño de edificios con muros de corte. Aplicación a zonas sísmicas*. Universidad Politécnica de Madrid:
<https://1library.co/document/y816x50z-metodologia-diseno-edificios-muros-corte-aplicacion-zonas-sismicas.html>
- Burak, Y. (2020). *Seismic vulnerability assessment of RC buildings according to the 2007 and 2018 Turkish seismic codes*.
doi:<https://doi.org/10.12989/eas.2020.18.6.709>

- Caján Hernández, N. A., & Falla Lecca, X. d. (2020). *Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini de las edificaciones categoría C descritas en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Reque, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*. Universidad de San Martín de Porres: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7467>
- Calle Nizama, C. E. (2017). *Vulnerabilidad estructural de la I. E. N° 10024 "Nuestra Señora de Fátima"*. Universidad Señor de Sipán: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4228>
- Centro de información en transformación digital. (2019). *Metodologías para el análisis de la vulnerabilidad sísmica*. Universidad Nacional de Ingeniería: <https://vulnerabilidad-sismica.uni.edu.pe/Metodologia>
- Cruz Roja Colombiana. (2019). *Manejo de desastres*. <https://www.cruzrojacolombiana.org/gestion-del-riesgo-de-desastres-grd/manejo-de-desastres/>
- Del Gaudio, C., Scala, S. A., Ricci, P., & Verderame M, G. (2021). *Evolution of the seismic vulnerability of masonry buildings based on the damage data from L'Aquila*. Bulletin of Earthquake Engineering: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10518-021-01132-x>
- Formisano, A., Chieffo, N., & Vaiano, G. (2021). *Seismic vulnerability assessment and strengthening interventions of structural units of a typical clustered masonry buildings in the Campania region of Italy*. Geo Hazards: <https://www.mdpi.com/2624-795X/2/2/6>
- GeoEnciclopedia. (2022?). *Cinturón de Fuego del Pacífico*. <https://www.geoenciclopedia.com/cinturon-de-fuego-del-pacifico/>

- Google. (2013). *Google Maps*. https://www.google.com/maps/@-3.5548035,-80.4311675,3a,75y,289.51h,94.68t/data=!3m1!1e1!3m8!1sG5A47_ZObNIhNoT2jBY-CA!2e0!6shttps:%2F%2Fstreetviewpixels-pa.googleapis.com%2Fv1%2Fthumbnail%3Fpanoid%3DG5A47_ZObNIhNoT2jBY-CA%26cb_client%3Dmaps_sv.tactile.gps
- Guerrero Yrene, J. D. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti Petrini en el PPJJ San Martín de Porres, Lambayeque*. Universidad Pedro Ruiz Gallo: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8205>
- Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill Education.
- Ingegeek. (2021). *¿Qué es la licuefacción del suelo ?/ causas, efectos y tips*. Universidad Politécnica de Madrid: <https://www.ingegeek.site/2021/05/04/que-es-la-licuefaccion-del-suelo-causas-efectos-y-tips/#:~:text=%C2%ABSe%20llama%20Licuefacci%C3%B3n%20a%20un,se%20comporte%20como%20un%20l%C3%ADquido.%C2%BB>
- Instituto CCIP. (2022). *Curso Análisis y diseño sismorresistente de edificios*. <https://ccipperu.com/producto/curso-analisis-y-diseno-sismorresistente-de-edificios-con-aislamiento-de-base/>
- Instituto Geofísico del Perú. (2020). *Cinturón de Fuego del Pacífico: ¿activación en cadena?* <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/127394-cinturon-de-fuego-del-pacifico-activacion-en-cadena/>
- Kassem, M. M., Beddu, S., Hao Ooi, J., Chee, G. T., El-Maissi, A. M., & Nazri, F. M. (2021). *Assessment of seismic building vulnerability using rapid visual screening method through web-based application for Malaysia*. doi:<https://doi.org/10.3390/buildings11100485>

- Martínez Cuevas, S. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación, aplicación en la ciudad de Lorca, Región de Murcia*. Universidad Politécnica de Madrid: <https://core.ac.uk/download/pdf/148669897.pdf>
- Mena Hernández, U. (Julio de 2002). *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas*. Universidad Politécnica de Cataluña: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93534/01INDICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma Técnica E-030 Diseño Sismorresistente*.
- Ministerio del Ambiente. (2003). *Ley organica de municipalidades*. [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BCD316201CA9CDCA05258100005DBE7A/\\$FILE/1_2.Compendio-normativo-OT.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BCD316201CA9CDCA05258100005DBE7A/$FILE/1_2.Compendio-normativo-OT.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Evolución de la definición de El Niño*. <https://www.minam.gob.pe/fenomenodelnino/que-es-el-nino-y-que-factores-determinan-su-intensidad/evolucion-de-la-definicion-de-el-nino/>
- Moposita, E., Guaranga, C., Mas, M., & Noboa, G. (2021). *Vulnerabilidad sísmica del edificio de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Universidad Estatal de Bolívar - 2019*. Universidad Estatal de Bolívar: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/257>
- National Geographic. (2021). *¿Qué es el Cinturón de Fuego del Pacífico y por qué es la zona sísmica por excelencia?* El Mundo: <https://www.ngenespanol.com/el-mundo/cinturon-de-fuego-del-pacifico-que-es-y-por-que-genera-tantos-sismos/>
- Nikolic, Z., Runjic, L., Skomrlj, N. O., & Benvenuti, E. (2021). Seismic vulnerability assessment of historical Masonry Buildings in Croatian coastal area. doi:<https://doi.org/10.3390/app11135997>

- Núñez, J. A., & Zamora, A. P. (2021). *Identificación de los principales factores que influyen en la decisión de realizar autoconstrucción en el A. H. 18 de mayo del distrito, provincia y departamento de Piura*. Universidad Nacional de Piura: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2716>
- Ñaupas Paitán, H. (2013). *Metodología de la investigación*. Ediciones de la U.
- Organización Panamericana de la Salud. (s/f). *Acerca de los Terremotos*. <https://www.paho.org/es/emergencias-salud/terremotos>
- Páramo Cruz, K. F., & Villegas Zuluaga, L. F. (2021). *Estudio del desempeño sísmico y mejoramiento estructural de las viviendas de emergencia techo en las localidades de Ciudad Bolívar y Usme de Bogotá D. C.*. Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26264/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%201.pdf>
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2019). *Guía para gobiernos locales*. <https://sgp.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2019/05/Licencias-de-Edificaci%C3%B3n.pdf>
- Saavedra Rubio, A. (2021). *Nivel de riesgo sísmico basado en el índice de vulnerabilidad del método de Benedetti Petrini en las viviendas de San Antonio, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca*. Universidad Privada del Norte: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28366>
- Sabogal Díaz, L. A., & Vásquez Pajares, G. A. (2021). *Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti Petrini en las edificaciones de la Urb. Covicorti del distrito de Trujillo, La Libertad*. <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7673>
- Sociedad Geológica del Perú. (2019). *Perú, un país altamente sísmico*. Peligro sísmico: <https://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico/>

- Tavera, H. (2020). *Cinturón de fuego del Pacífico: ¿Activación en cadena?* Instituto geofísico del Perú: <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/127394-cinturon-de-fuego-del-pacifico-activacion-en-cadena/>
- Tresierra Aguilar, A. E. (2010). *Metodología de la Investigación Científica*. Trujillo, Perú: Biociencia.
- Universidad de Piura. (2016). *La autoconstrucción planificada determina la vivienda habitable*. <https://www.udep.edu.pe/hoy/2016/01/la-autoconstruccion-planificada-determina-la-vivienda-habitable/>
- Universidad San Ignacio de Loyola. (2022?). *La ingeniería Civil y su influencia en el desarrollo de la infraestructura mejorando la calidad de vida de las sociedades*. <https://facultades.usil.edu.pe/ingenieria/la-ingenieria-civil-y-su-influencia-en-el-desarrollo-de-la-infraestructura-mejorando-la-calidad-de-vida-de-las-sociedades/>
- Yépez Moya, F., Barbat, A. H., & Canas, J. A. (1995). *Simulación de escenarios de daño sísmico en zonas urbanas*. https://www.researchgate.net/publication/271586799_Simulacion_de_escenarios_de_dano_para_estudios_de_riesgo_sismico

ANEXOS


Anexo 1. Matriz de consistencia

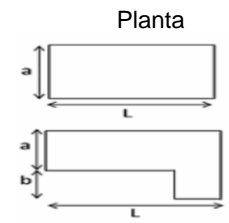
Título	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología de la investigación
Nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del asentamiento humano El Bosque, Tumbes, metodología de Benedetti y Petrini, 2022	¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el A. H. El Bosque Tumbes en el año 2022?	<p>General</p> <p>Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el A. H. El Bosque Tumbes en el año 2022</p>	El nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el A. H. El Bosque, Tumbes, en el año 2022, es medio	Nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones	Alcance: Descriptivo
	¿Cómo es la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el A. H. El Bosque, Tumbes?	<p>Específicos</p> <p>Analizar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el A. H. El Bosque, Tumbes</p>	Los objetivos específicos son netamente descriptivos, no corresponde el planteo de hipótesis en consecuencia		Enfoque: Cuantitativo
	¿Cómo se categoriza por niveles la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el A. H. El Bosque, Tumbes?	Categorizar por niveles la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el A. H. El Bosque, Tumbes			Tipo: Aplicación de conocimientos a una problemática específica
	¿Cuáles son las características de las edificaciones que incrementan su vulnerabilidad sísmica?	Señalar las características de las edificaciones que incrementan su vulnerabilidad sísmica			Método de investigación: Hipótesis – Deducción
¿Cuál es la capacidad portante del suelo en la zona de estudio?	Determinar la capacidad portante del suelo en la zona de estudio			Técnica de recojo de datos: Observación del comportamiento de la variable	
					Instrumento de recojo de datos: Ficha de observación
					Población: Las edificaciones de albañilería confinada del A. H. El Bosque en Tumbes
					Muestra: 20 edificaciones de la población
					Muestreo: intencionado

Anexo 2. Matriz de operacionalización de la variable

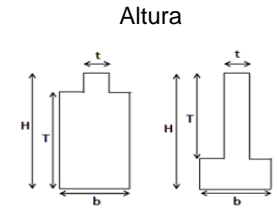
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones	Es el nivel de daños que una solicitación sísmica puede ocasionar en una edificación (Centro de información en transformación digital, 2019)	La variable se operativizó mediante una ficha de observación de vulnerabilidad sísmica	Nivel bajo	Razón
			Nivel medio	Razón
			Nivel alto	Razón

Anexo 3: Ficha de observación

		FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Generalidades	Parámetro	Criterios de evaluación	
Fecha:	1 Sistema resistente: Tipología y organización	Sistema resistente completo con buena interconexión	
Dirección:.....		Sistema resistente completo pero con mala conexión	
.....		Sistema resistente incompleto y con buena conexión	
.....		Carencia de sistema resistente	
Uso de la edificación:	2 Sistema resistente: Calidad	Materiales de calidad, buenas uniones, trabazón y mortero	
.....		Falta al menos una de las características anteriores	
.....		Faltan dos de las características anteriores	
.....		Faltan tres de las características anteriores	
	3 Resistencia de la estructura	Demanda de ductilidad < 0.5	
		0.5 ≤ Demanda de ductilidad < 1.0	
		1.0 ≤ Demanda de ductilidad < 1.5	
		1.5 ≤ Demanda de ductilidad < 2.0	
	4 Suelo	S. rígido, no licuable por sismo y baja amplific. sísmica	
		S. medio, no licuable por sismo y media amplific. sísmica	
		S. suelto, no licuable por sismo y media amplific. sísmica	
		S. suelto, licuable por sismo y alta amplificación sísmica	
	5 Diafragmas horizontales	Diafrag. plano, entero, sin acero expuesto y fijado a muros	
		Igual que el anterior pero sin una característica	
		Igual que el anterior pero sin dos características	
	6 Configuración en planta	Ninguna de las condiciones de A	
		$\beta_1 \geq 0.8$ y/o $\beta_2 \leq 0.1$	
		$0.6 \leq \beta_1 < 0.8$ y/o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$	
		$0.4 \leq \beta_1 < 0.6$ y/o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$	
	7 Configuración en altura	$\beta_1 < 0.4$ y/o $\beta_2 > 0.3$	
		Cuando $-\Delta A/A$ o $-\Delta M/M \leq 0.1$	
		Cuando $0.1 < -\Delta A/A$ o $-\Delta M/M \leq 0.2$	
		Cuando $0.2 < -\Delta A/A < 0.5$ o $-\Delta M/M > 0.2$	
	8 Distancia entre muros transversales	Cuando $-\Delta A/A > 0.5$ o $\Delta M/M > 0$	
		Cuando L/S es menor a 15	
		Cuando L/S se encuentra entre 15 y 18	
		Cuando L/S está entre 18 y 25	
		Cuando L/S es mayor o igual a 25	
	9 Cubierta	Cubierta ligera, conservada, uniforme y fija a la edificación	
		Cubierta ligera, conservada, uniforme y con partes sueltas	
		Cubierta ligera, descuidada, uniforme y con partes sueltas	
		Cubierta ligera, descuidada, no uniforme y suelta	
	10 Elementos no fijos a la estructura	Todos los ENFE están asegurados al sistema resistente	
		Un elemento no cumple la condición anterior	
		Dos elementos no cumplen la primera condición	
		Más de dos elementos no cumplen la primera condición	
	1 Conservación de la edificación	Buena conservación, no se aprecian grietas ni patologías	
		Como la anterior pero con fisuras	
		Medianamente conservada pero con grietas	
		Mal conservada, con grietas y diversas patologías visibles	



$\beta_1 = a/L = \dots =$
 $\beta_2 = b/L = \dots =$



$\Delta A/A =$
 $\Delta M/M =$

Continúa

Ficha de revisión bibliográfica

Título:.....

Autor:.....

Año:.....

Fecha:.....

Editorial:.....

Información

Información

Anexo 4: Resumen del análisis de las edificaciones

Condensado de Edificación

E - 1

Parámetro

- 1 C El sistema resistente se encuentra incompleto. En efecto, en el segundo nivel se observa falta de columnas y vigas debido probablemente a un estado inconcluso de la edificación; en consecuencia, se calificó con C
- 2 A Aunque con carencia en el sistema resistente, se aprecia buena trabazón de los ladrillos a decir de los dientes dejados en el segundo nivel. Los encuentros de muros se han trabado adecuadamente por lo que se calificó con A
- 3 A La demanda de ductilidad calculada de 0.13 califica el tercer parámetro como A
A 61.2m de ubicación de la edificación se ha encontrado [con la calicata C2] una capa de basura de 1.35m de profundidad, sin embargo, la diferencia de cotas con la calle de la edificación en estudio es 2m por lo que se considera no afectada por la capa de basura. La edificación además se encuentra a 1.8 por encima del nivel de la calle, por lo que se considera suelo CL con media amplificación sísmica y no licuable por sismos. Considerando esto, la calificación fue C debido a la posibilidad de que la cimentación no de halla ejecutado correctamente con pilotines hasta zona firme.
- 4 C El diafragma horizontal abarca cerca de la mitad de la edificación considerándose entonces incompleto, pero plano y bien fijo a los muros, calificándose luego con B
- 5 B El frontis de 8.8 m se ha dividido en dos unidades independientes en lo funcional, aunque no en lo estructural, por lo que el cociente $\beta_1 = a/L = 8.8/18.5 = 0.48$ calificado con C.
- 6 C Sin embargo, se observa que hay irregularidad por discontinuidad del diafragma ya que su carencia alcanza o excede la mitad de él. Luego $I_p = 0.85$, que afecta a R en el parámetro 3.
En este caso el área del diafragma, que subtiende el 2do nivel, es 87.3 m^2 mientras que el área de la primera planta es 162.8 m^2 , luego el cociente $\Delta A/A = 0.46$, con lo que $P_7 = C$. Se observa también una irregularidad en altura por la discontinuidad del sistema resistente, por lo que $I_A = 0.8$, lo que se reflejara en R en P_3 .
- 7 C De acuerdo a la disposición lateral se puede inferir en 5 el número de columnas en esta dirección. Luego, el espaciado entre muros es $18.5/4 = 4.62 \text{ m}$. Haciendo el cociente $L/S = 4.62/.15 = 30.83$, con lo que $P_8 = D$
- 8 D La cubierta se observa plana, conservada y fija a la edificación, lo que se calificó con A
- 9 A No se observan elementos no estructurales sueltos, por lo que este parámetro se calificó con A
- 10 A La conservación de la edificación se calificó con B debido a fisuras observadas en la parte derecha de la edificación



Ubicación: Mz: A - Lote 08
Medidas 8.8 m x 18.5 m



Resistencia convencional

Área diafragma	87.3 m ²	Peso edificación	115.52 Tn
Área cubierta	88.20 m ²	CSR	4.55
Área muros X	92.94 m ²	CSE	0.58
Área muros Y	128.76 m ²	Demanda Ductilidad	0.13

Condensado de Edificación

Parámetro

- 1 **B** El sistema resistente de la edificación se encuentra completo y bien adherido a los muros y diafragma; sin embargo, en la azotea el muro bajo se observa construido después del vaciado de la columna, probablemente con mechas, por ello P₁: B
- 2 **A** Se observan materiales y proceso constructivo de buena calidad, sin desplomes en muros o en el sistema resistente, calificándose con A este parámetro
- 3 **A** El valor de la demanda de ductilidad, 0.16 corresponde a una calificación de A para este parámetro
- 4 **B** El suelo tiene la clasificación CL en la escala SUCS con mediana amplificación sísmica y baja posibilidad de licuación del suelo por sismo. Se calificó con B
- 5 **A** El diafragma se observa entero, plano, bien construido y adherido a los muros. Se calificó con A
- 6 **D** La disposición en planta define el indicador $\beta_1 = 8/23 = 0.35$ correspondiendo entonces la calificación D
En altura se observa una reducción en el peso a decir del tercer piso vacío, ya que probablemente las habitaciones privadas se encuentran en los pisos inferiores. El peso del piso 2do es 1.23 veces del 3ro no llegando al 1.5 que fija la norma E.030 para ser considerado irregularidad. La evaluación de la variación en peso entre el 2do y 3er piso $\Delta M/M$ resulta $(164.66-202.96)/202.96 = -0.19$ con lo que P₇ = B
- 7 **B** El distanciado entre muros transversales, según se observa en la fotografía de la edificación, es de aprox 3 m; de otro lado S, el espesor del muro en Y es 0.15, con lo que L/S = 20 y P₈ = C
- 8 **C** La cubierta se observa completa, ligera, plana y bien adherida o fijada al sistema resistente, por lo que P₉ = A
- 9 **A** Aun en construcción no se observan elementos no estructurales sueltos en la edificación por lo que P₁₀ = A
- 10 **A** El estado de la edificación es nuevo, no observándose fisuras. Se calificó con A
- 11 **A**



Ubicación: Mz. A – Lote 02
Medidas: 8 m x 27 m



Resistencia convencional

Área diafragma	184.0 m ²	Peso edificación	527.80 Tn
Área cubierta	184.0 m ²	CSR	2.48
Área muros X	219.47 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	413.54 m ²	Demanda Ductilidad	0.16

Parámetro

- 1 C La edificación presenta el sistema resistente incompleto por carecer de diafragma en el segundo piso, por lo demás, el sistema resistente está completo. Se califica con C
- 2 D Los materiales se observan de variada calidad, sin embargo las columnas chatas -sin peralte o pinto- no son adecuadas en este caso debido a la carencia de muros transversales que caracteriza a edificaciones con escaso frente. Se calificó con D
- 3 A El valor calculado de demanda de ductilidad resultó 0.11, correspondiendo por tanto la calificación de A para este parámetro.
- 4 B La clasificación para el suelo es CL, teniendo por tanto mediana amplificación sísmica, poca probabilidad de licuefacción sísmica, por lo que se calificó con B
- 5 A El diafragma es plano, completo y con buena conexión a muros. Se calificó con A
- 6 D El indicador $\beta_1 = a/L = 4/20 = 0.2 < 0.4$ por alejarse del cuadrado ideal, ciertamente no es bueno, luego la calificación fue D. No hay irregularidades que se puedan identificar en este punto para emplearlas en la evaluación del parámetro 3
- 7 B No se observan irregularidades en altura de acuerdo a E.030, sin embargo, la carencia de muros en el frontis del 1^{er} piso aunado al escaso ancho del terreno y columnas chatas de la edificación, limitan severamente su altura debido a la posibilidad de movimiento de vaivén que exceda el límite de distorsión en caso de sismo. Se calificó con B
- 8 C El distanciamiento entre muros se observa en promedio de 3.3 m, por lo que si $S = 0.15$ m, luego $L/S = 3.3/0.15 = 22.22$, con lo que $P8 = C$
- 9 A La cubierta se observa ligera, plana, bien conservada y completa, por lo que se calificó con A
- 10 A No se observan elementos no estructurales sueltos o precariamente fijados al sistema resistente, por lo que se calificó con A este parámetro
- 11 A El estado de la edificación es bueno, no observándose fisuras o grietas. Tampoco se observaron fierros corroídos. Se calificó igualmente con A



Ubicación: Mz B – Lote 04
Medidas: 4 m x 20 m



Resistencia convencional

Área diafragma	80.0 m ²	Peso edificación	131.07 Tn
Área cubierta	84.0 m ²	CSR	3.61
Área muros X	68.43 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	212.80 m ²	Demanda Ductilidad	0.11

Parámetro

- 1 C La edificación, a excepción del diafragma de segundo piso, se encuentra completa, por ello se calificó con C
- 2 A La calidad del sistema resistente se observa adecuada, por lo que se calificó con A
- 3 A La demanda de ductilidad resultó 0.14 calificándose este parámetro con A
- 4 B La clasificación SUCS del suelo de la zona es CL con poca probabilidad de licuación por evento sísmico y mediana amplificación sísmica. Se calificó con B
- 5 A El diafragma existente está bien unido a los muros, es plano y se encuentra completo. Se calificó con A
- 6 D La muy delgada planta de la edificación genera un $\beta_1 = a/L = 4.75/13 = 0.37$ lo cual se califica con D.
- 7 C En altura se observa un incremento pronunciado de la masa con la altura; así evaluando $\Delta M/M = (59.74-30.22)/59.74 = 0.49$, luego a P7 le corresponde C. Del lado de la norma E.030, la dimensión de la pared lateral superior es 1.75 veces mayor que la inferior, teniéndose una irregularidad geométrica vertical con lo que $I_A = 0.9$
- 8 D El distanciamiento entre muros es 4 m y $S = 0.15$, con lo que $L/S = 4/0.15 = 26.67$, luego P8: D
- 9 A La cubierta se observa plana, ligera, completa y debidamente adherida al sistema resistente, calificándose este parámetro con A
- 10 A No se observan elementos no estructurales sueltos o protruyendo la estructura, calificándose en consecuencia con A
- 11 B La conservación de la edificación es regular, observándose algunas fisuras en muros, sin patologías visibles. Se calificó con B



Ubicación: Mz D – Lote 04
Medidas: 4.75 m x 13 m



Resistencia convencional

Área diafragma	66.5 m ²	Peso edificación	89.96 Tn
Área cubierta	75 m ²	CSR	3.13
Área muros X	43.76 m ²	CSE	0.44
Área muros Y	132.2 m ²	Demanda Ductilidad	0.14

Condensado de Edificación

Parámetro

- 1 C Se observa que el sistema resistente está incompleto, dispuesto en el segundo nivel por una pared con arriostres por trabazón de ladrillos. Se calificó con C
- 2 C Los materiales se observan de calidad no adecuada a decir de la eflorescencia, la cual puede provenir del suelo, como también por agregados con exceso de sal. Se calificó C
- 3 A La demanda de ductilidad evaluada según parámetros del inserto inferior derecho es $0.11 < 0.5$, por lo que este parámetro se calificó con A
- 4 C El suelo de la zona es CL con mediana amplificación sísmica y nivelado. La presencia de sales visible en el muro debilita la cimentación. Se calificó con C
- 5 A El diafragma se muestra plano, completo, adecuadamente adherido a muros, calificándose en consecuencia con A
- 6 C En planta, el indicador $\beta_1 = a/L = 8/16 = 0.5$ califica P_6 con C. No se observan irregularidades en planta
- 7 C En altura, el cociente $\Delta M/M = (49.82 - 141.42)/141.42 = -0.65$ califica el parámetro con C. El peso del primer piso respecto del segundo es 2.8 veces > 1.5 (límite establecido por E.030) veces en peso, por lo que $I_A = 0.9$
- 8 C El distanciado entre muros transversales es $16/5 = 3.2m$ y $S = 0.15m$, luego $L/S = 21.3$ calificando el parámetro 8 con C
- 9 D La cubierta se observa deteriorada, incompleta y precariamente fijada al sistema resistente, calificando con D el parámetro
- 10 D Se observan numerosos elementos sueltos en el segundo piso, por lo que este parámetro se calificó con D
- 11 D El cuidado de la edificación es inadecuado, observándose patologías por eflorescencia y señales de corrosión por levantamiento del concreto en columna. Se calificó con D



Ubicación: Mz G – Lote 02
Medidas: 8m x 20 m



Resistencia convencional

Área diafragma	153 m ²	Peso edificación	190.48 Tn
Área cubierta	38 m ²	CSR	4.15
Área muros X	128.24 m ²	CSE	0.44
Área muros Y	202.72 m ²	Demanda Ductilidad	0.11

Condensado de Edificación

Parámetro

- 1 D El sistema resistente, al igual que el muro lateral, se encuentran incompletos en el segundo piso, no obstante se observa buena conexión entre este y los muros. Se calificó con D
- 2 A Los materiales empleados se observan de buena calidad así como la trabazón y labor de aparejo en soga; las columnas y muros están a plomo. Calificado con A
- 3 A La demanda de ductilidad calculada en 0.07 califica con A para la resistencia convencional de la edificación
- 4 B El relieve del terreno se observa nivelado con una altura de 3 m por encima de la zona con relleno de basura. La conformación geológica corresponde a un suelo CL con mediana amplificación sísmica. Se observan sales o humedad en los muros con patología corrosiva en columna del primer piso. Calificado con B
- 5 A El diafragma se observa plano, continuo y regular. Su unión con los muros es buena. Se calificó con A
- 6 C El indicador $\beta_1 = 8/20 = 0.4$ corresponde a una calificación con C. No se observan irregularidades en planta
- 7 B En altura, no se observa incremento con la altura en masa o en peso. La discontinuidad del muro del segundo piso no configura una irregularidad de resistencia ya que si bien la resistencia a la cortante del muro superior es la mitad de la del inferior, la norma E.030 requiere que el piso inferior sea menor que la del superior. Se calificó con B debido a la discontinuidad de muro observada.
- 8 C El cociente $L/S = (20/7)/0.15 = 19$, valor al que le corresponde una calificación de C de acuerdo al baremo de Benedetti y Petrini
- 9 A La cubierta se observa plana, completa y bien fija al sistema resistente de la edificación. Se calificó con A
- 10 A No se observan elementos no estructurales sueltos, desprendidos o precariamente unidos a la edificación. Se calificó con A
- 11 D La edificación, a excepción de la patología por corrosión del acero con desprendimiento del concreto, se observa en buen estado. Se calificó sin embargo con D por la patología visible



Ubicación: Mz F – Lote 05
Medidas: 8m x 20m



Resistencia convencional

Área diafragma	166.4 m ²	Peso edificación	232.02 Tn
Área cubierta	170.4 m ²	CSR	5.45
Área muros X	168.45 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	274.18 m ²	Demanda Ductilidad	0.07

Condensado de Edificación

Parámetro

- 1 C El sistema en el segundo nivel se encuentra incompleto y con falta de diafragma. La conexión de muros no es adecuada. Se calificó con C
- 2 D La calidad de los materiales empleados se observa de regular a mala así como el asentado de ladrillo. En el primer piso se observan vigas y columnas curvadas y mal trabajadas. La calificación fue D
- 3 A La demanda de ductilidad 0.09 ubica este parámetro en A
- 4 B El suelo es CL con mediana amplificación sísmica. Se observan problemas de sales y humedad en las partes bajas del primer piso. Se calificó con B
- 5 A El diafragma se observa plano, bien adherido a muros y completo. Se calificó con A
- 6 C El cociente indicador $\beta_1 = 8/20 = 0.4$ que de acuerdo al baremo establecido corresponde a una calificación de C. No se observan irregularidades en planta
- 7 B No se observan irregularidades en altura, tampoco incrementos de masa o área con la altura. Se calificó con B debido a las mochetas sueltas en el segundo nivel
- 8 C El indicador $L/S = (20/6)/0.15 = 22.22$ se califica con C según el baremo de Benedetti y Petrini
- 9 A La cubierta se observa en buen estado de conservación, plana y bien fija al sistema resistente. Se calificó con A
- 10 D Existen numerosos elementos no estructurales sueltos o precariamente unidos al sistema resistente, por ejemplo el cerramiento de la ventana del segundo piso con ladrillos sin trabazón. Se calificó con D
- 11 D En general la edificación se observa mal cuidada, mostrando por ejemplo la pared lateral con ladrillos carcomidos por la humedad. Se calificó con D



Ubicación: Mz G – 8 Medidas: 8m x 20m



Resistencia convencional

Área diafragma	183.04 m ²	Peso edificación	238.99 Tn
Área cubierta	193.44 m ²	CSR	4.63
Área muros X	154.76 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	274.18 m ²	Demanda Ductilidad	0.09

Condensado de Edificación

Parámetro

- 1 C El sistema resistente se encuentra incompleto debido a la carencia de diafragma. En estas condiciones, en un evento sísmico, la fuerza y movimiento será diferente y desfasado para cada columna. Se calificó con C
- 2 A La calidad de materiales se presume buena a decir de la estimación brindada a la vivienda. Se calificó con A
- 3 A Con una demanda de ductilidad de 0.02, el tercer parámetro se califica con A
- 4 B El suelo es CL con baja posibilidad de licuación y mediana amplificación sísmica. Se calificó con B
- 5 D No hay diafragma horizontal. Se calificó con D
- 6 C El indicador $\beta_1 = 8/20 = 0.4$ califica este parámetro en C. No hay irregularidades en altura
- 7 A Solo hay un piso. No hay problemas en altura, se califica con A
- 8 C Al evaluar $L/S = (20/6)/0.15 = 22.22$ lo cual califica en C según la ficha de observación
- 9 A La cubierta se encuentra bien adherida al sistema resistente, es plana, está completa y bien conservada. Se calificó con A
- 10 A No se observan elementos no estructurales en la edificación. Se calificó con A
- 11 B La edificación está razonablemente bien cuidada, observándose humedad en una zona de la pared lateral, probablemente por corresponder a un baño. Se calificó con B



Ubicación: Mz F – Lote 09
Medidas: 8m x 20m



Resistencia convencional

Área diafragma	0 m ²	Peso edificación	61.15 Tn
Área cubierta	184.5 m ²	CSR	18.08
Área muros X	73.70 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	134.40 m ²	Demanda Ductilidad	0.02

Parámetro

- 1 A El sistema resistente se observa completo y con buena interconexión a muros. Se calificó con A
- 2 A La calidad de los materiales, trabazón de los ladrillos, uniones y revoques se observan bien logrados. Se calificó con A
- 3 A La demanda de ductilidad resultó 0.13 por lo que el tercer parámetro se calificó con A
- 4 B El suelo de la zona es CL arcilloso con mediana amplificación sísmica y baja posibilidad de licuación. El relieve es plano y no se observa humedad en paredes. Se califica con B
- 5 A Ambos diafragmas se observan planos, completos y bien adheridos a muros. Se calificó con A
- 6 C Al evaluar $\beta_1 = 8/20 = 0.4$ se califica con C este parámetro. No se observan irregularidades en planta
- 7 A No se observan variaciones con la altura ni pisos débiles. Se calificó con A
- 8 C Al evaluar $L/S = (20/6)/0.15 = 22.22$ se consulta en el baremo del parámetro 8, calificándose con C
- 9 A La cubierta se encuentra bien conservada, es plana, ligera y bien fija al sistema resistente. Se calificó con A
- 10 A No se observan elementos no estructurales sueltos o precariamente fijados al sistema resistente y/o paredes. Se calificó con A
- 11 A En general la edificación se observa bien conservada, sin fisuras o patologías. Se calificó con A



Ubicación: Mz F – Lote 4
Medidas: 8m x 20m



Resistencia convencional

Área	Peso		
diafragma	164.80 m ²	edificación	353.79 Tn
Área cubierta	168.00 m ²	CSR	3.12
Área muros X	180.99 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	330.51 m ²	Demanda Ductilidad	0.13

Parámetro

- 1 C El sistema resistente se observa incompleto por la carencia del diafragma del segundo piso. Sin embargo, hay buena conexión a muros. Se calificó con C
- 2 A En general la calidad de materiales y mano de obra se observa buena; el tramado de los ladrillos es el adecuado así como su unión a las columnas y vigas. No se observan desplomes de muros. Se calificó con A
- 3 A Al calcular la demanda de ductilidad el resultado fue 0.09 por lo que el parámetro se evaluó con A
- 4 C Por encontrarse 1 m por encima de la zona con franja de material inapropiado y de acuerdo a la calicata C2, el suelo es CL, arcilloso de alto límite líquido con mediana amplificación sísmica, se observa sin embargo una pendiente en el relieve del terreno por lo que se calificó con C este parámetro
- 5 A El diafragma es plano, se observa completo y bien unido a los muros. Se califica con A
- 6 C Al evaluar el parámetro $\beta_1 = 8/20 = 0.4$ con lo cual el parámetro se califica con C. No se observan irregularidades en planta
- 7 A No hay variaciones importantes de masa o área con la altura, así como tampoco irregularidades en esta dirección. Se calificó con A
- 8 C El cociente que mide la presencia de muros transversales $L/S = (20/6)/0.15 = 22.22$ determina que el parámetro 8 se califique con C
- 9 A La cubierta se observa bien conservada, es ligera, plana y debidamente sujeta al sistema resistente de la edificación. Se calificó con A
- 10 A Los elementos no estructurales de la edificación se observan bien fijos al sistema resistente por lo que este parámetro se evaluó con A
- 11 A Aparte de falta de pintado de la edificación, esta se observa bien cuidada, sin fisuras ni patologías visibles por lo que el parámetro se calificó con A



Ubicación: Mz E–Lote 12
Medidas: 8mx 20m



Resistencia convencional

Área diafragma	160	Peso edificación	222.50 Tn
Área cubierta	168	CSR	4.56
Área muros X	135.36	CSE	0.39
Área muros Y	288.00	Demanda Ductilidad	0.09

Parámetro

- 1 C El sistema resistente de la edificación se encuentra completo a excepción de la falta de diafragma en el segundo nivel, por ello se calificó con C el primer parámetro
- 2 A La calidad de los materiales y mano de obra se considera adecuada a decir del tramado de los ladrillos, por lo que el parámetro se calificó con A
- 3 A El valor encontrado de 0.09 califica el parámetro 3 con A
- 4 D El suelo en la zona es R hasta 1.35 m, más allá es CL. Tiene escasa pendiente y mediana amplificación sísmica. Se observa sin embargo humedad en la parte baja de la pared por lo que el parámetro se calificó con D
- 5 A El diafragma es plano, se observa bien adherido a muros y además está completo. Se calificó con A
- 6 D Las dimensiones del terreno definen el indicador $\beta_1 = 6/20 = 0.3$ que califica este parámetro con D. De otro lado, no se observan irregularidades en planta ya que la entrada a la izquierda del frontis no excede el 20% de la longitud del muro lateral
- 7 A No se observan variaciones significativas en masa o área con la altura, por lo que $\Delta A/A = 0$; y, en consecuencia el parámetro se calificó con A.
- 8 C La presencia de los muros transversales se evalúa con el cociente $L/S = (20/6)/0.15$ obteniéndose 22.22, determinando la calificación C para el parámetro
- 9 A La cubierta es ligera, plana, se encuentra en buen estado y bien fija a la estructura de la edificación por lo que corresponde A para este parámetro
- 10 A No hay elementos no estructurales sueltos o mal adheridos o fijados a la estructura/muros. Se califica con A el parámetro
- 11 B La edificación se encuentra en buen estado de conservación, no hay patologías visibles aunque la humedad de la parte baja de la fachada sugiere humedad en el suelo, aunque no pasa lo mismo con la pared lateral que se observa seca. Se calificó con B



Ubicación: Mz L – Lote 04
Medidas: 6 m x 20 m



Resistencia convencional

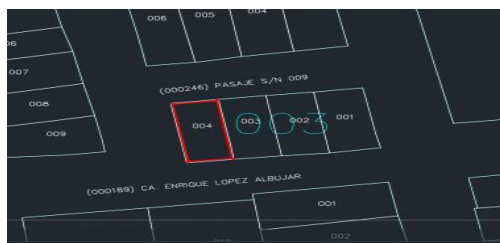
	Área	Peso	
diafragma	124.80 m ²	edificación	189.03 Tn
Área cubierta	126.00 m ²	CSR	4.39
Área muros X	110.54 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	274.18 m ²	Demanda Ductilidad	0.09

Parámetro

- 1 A La edificación de un solo nivel se observa con el sistema resistente completo por lo que se calificó con A este parámetro
- 2 A La calidad de los materiales y mano de obra se encuentran adecuados a decir del asentado y trabado de los ladrillos. No se observan paredes, columnas y vigas desplomadas o desalineadas. Se calificó con A el parámetro
- 3 A El valor de 0.04 para la demanda de ductilidad califica con A este parámetro
- 4 D El suelo es R hasta 1.35 m más allá de esta profundidad, es CL con amplificación sísmica moderada. No se observa pendiente importante. El parámetro se calificó con D debido a que la franja de material inapropiado probablemente es mayor en esta zona más cerca de la quebrada, ex botadero de desmorte
- 5 A El único diafragma horizontal se observa plano, completo y bien adherido a los muros. Se calificó con A
- 6 A Al determinar el indicador de planta $\beta_1 = a/L = 7/7.5 = 0.93$, de acuerdo al baremo se evaluó el parámetro 6 con una A. No se observan irregularidades en planta
- 7 A Dado que no existe segundo piso y la edificación tiene sus muros regulares, la calificación del parámetro es A. Desde luego, no hay irregularidades en altura
- 8 B La evaluación del cociente $L/S = (7.5/3)/0.15 = 16.7$ determina para el parámetro la calificación B
- 9 A No hay cubierta, por cuanto se califica con A el parámetro
- 10 A No se observan elementos no estructurales en la edificación, por ello, la calificación es A
- 11 A Aparte de la falta de enlucido de las paredes, la edificación se encuentra en buen estado, sin fisuras visibles ni patologías observables. Se calificó con A



Ubicación: Ca. López Albújar -04
Medidas: 7 m x 7.5 m



Resistencia convencional			
Área		Peso	
diafragma	58.8 m ²	edificación	61.67 Tn
Área		CSR	
cubierta	0 m ²		8.96
Área muros		CSE	
X	36.85 m ²		0.39
Área muros		Demanda	
Y	50.40 m ²	Ductilidad	0.04

Parámetro

- 1 C El sistema resistente se encuentra incompleto debido a la falta del diafragma del piso construido, calificándose por tanto con C
- 2 C Los materiales y la calidad de mano de obra se observan con problemas. Respecto de la mano de obra, es notorio el hilado no adecuado en la unión con la cubierta. Se calificó con C
- 3 A La demanda de ductilidad de 0.02 califica a la edificación con A
El suelo hasta 1.35m es R, inapropiado. Más allá de este punto es CL con amplificación sísmica de nivel intermedio, observándose además problemas de humedad que han pulverizado los ladrillos artesanales empleados en la construcción. Se observa una pendiente mayor al 12%, calificándose con D
- 4 D No hay diafragma. Se califica en este caso con D
La relación de aspecto $\beta_1 = a/L$ logra una buena puntuación por la forma cuadrada de la edificación, esto es $\beta_1 = 8m/8m = 1$, calificándose con A. No se observan irregularidades en planta
- 5 D Por ser un solo piso, no hay incrementos con la altura ni irregularidades en esta dirección. Se califica con A
- 6 A El cociente L/S resulta en $(8/2)/0.15 = 26.7$, calificándose este parámetro con D
- 7 A La cubierta se observa ligera, plana, mantenida y bien fija al sistema resistente. Se calificó con A
- 8 A No se observan elementos no estructurales en la edificación calificándose con A este parámetro
- 9 C Se observa patología por eflorescencia – humedad en la parte de la pared lateral. Se calificó con C



Ubicación: Mz LL – Lote 01
Medidas: 8 m x 8 m



Resistencia convencional

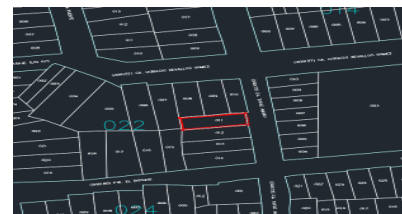
Área	Peso		
diafragma	0	edificación	25.10 Tn
Área cubierta	77.44 m ²	CSR	18.88
Área muros X	31.58 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	53.76 m ²	Demanda Ductilidad	0.02

Parámetro

- 1 C La edificación se observa completa en su sistema resistente, el cual se observa bien logrado, ortogonal y adherido a muros. Se calificó con C debido a los muros tipo alféizar contruidos post columnas en el segundo piso, probablemente con mechas de ¼"
- 2 A La calidad de los materiales se observa buena, así como el hilado o tramado del alféizar en el segundo nivel. Se calificó con A
- 3 A El valor calculado para la demanda de ductilidad, 0.06, califica este parámetro con A
- 4 B La edificación se encuentra 2 m por encima de la zona con franja de material de desecho, por ello el suelo es CL de consistencia media, con regular amplificación sísmica. El relieve del terreno es plano y no se observa humedad. Se calificó con B
- 5 A El diafragma se observa plano, completo y bien adherido a muros. Se calificó con A
- 6 D El indicador $\beta_1 = 7/22 = 0.32$, lo cual califica este parámetro con D. No se observan irregularidades en planta
- 7 A Debido a la carencia, a la fecha, de segundo piso, este parámetro se califica con A. No se observan irregularidades en altura
- 8 C El cociente indicador de los muros transversales $L/S = (22/7)/0.15 = 20.92$ califica este parámetro con C
- 9 A La cubierta se observa bien conservada, es ligera, plana y bien adherida al sistema resistente. Se calificó con A
- 10 B Todos los elementos no estructurales están bien fijos al sistema resistente o muros. Un ladrillo de cemento se observa en el techo colocado aparentemente a manera de arriostre del muro construido post columna. Se calificó entonces con B
- 11 A La edificación se observa bien mantenida, sin fisuras visibles. Se calificó con A



Ubicación: Ca. Túpac Amaru - 11
Medidas: 22 m x 7 m



Resistencia convencional

Área diafragma	159.6 m ²	Peso edificación	194.08 Tn
Área cubierta	172.50 m ²	CSR	6.10
Área muros X	99.6 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	224.4 m ²	Demanda Ductilidad	0.06

Parámetro

- 1 C El sistema resistente de la edificación se observa incompleto debido al techado parcial de la segunda losa. Aparte de ello, no se observan carencias en este sentido. Se calificó con C
- 2 A La calidad de los materiales, así como la labor constructiva, se observa de buena calidad. También los muros y sistema resistente vertical se muestra bueno. Se calificó con A
- 3 A Una demanda de ductilidad de 0.09 califica con A este parámetro
- 4 B El suelo en la zona es CL, de consistencia media y con regular amplificación sísmica. El relieve del suelo es plano y a decir de lo focalizado de la humedad en la pared, puede inferirse que se debe a un problema interno de la edificación. Se calificó con B
- 5 A El diafragma se encuentra debidamente adherido a muros, es plano y sin gradas. Se calificó con A
- 6 C El indicador $\beta_1 = 6/20 = 0.3$ califica a este parámetro con C. No se muestran irregularidades en planta
- 7 D De acuerdo al método de Benedetti y Petrini no se evidencia variación importante de masa o área con la altura, sin embargo, se observa en el segundo piso, construcción por etapas de manera no planificada, resultando en un aparejo caprichoso de vigas con los elementos resistentes verticales que, a falta de diafragma que reparta las cargas en todo el sistema resistente, la vulnerabilidad de la edificación se incrementa significativamente si en estas condiciones ocurre un sismo. Se calificó con D este parámetro
- 8 C El parámetro $L/S = (20/7)/0.15 = 19.05$ lo cual ubica el parámetro en C
- 9 A No hay cubierta. Se califica con A, a fin de que la calificación no incremente el índice de vulnerabilidad
- 10 C Existen varios elementos propios de la construcción en el segundo piso que se observan sueltos, por ello, se calificó con C
- 11 B La conservación de la edificación es regular, observándose pequeñas fisuras en muros, calificándose con B



Ubicación: Mz K – Lote 10
Medidas: 6m x 20 m



Resistencia convencional

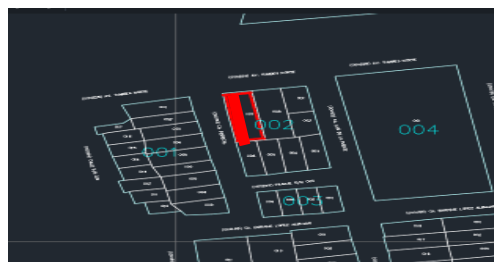
Área diafragma	180 m ²	Peso edificación	220.06 Tn
Área cubierta	0	CSR	4.31
Área muros X	130.64 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	246.4 m ²	Demanda Ductilidad	0.09

Parámetro

- 1 C El sistema resistente se encuentra incompleto debido a la carencia del diafragma horizontal. Aparte de ello, las vigas de la pared lateral no están completas ni continuadas. Se calificó por ello con C
- 2 D Los materiales se observan de calidad no adecuada al igual que la mano de obra de la edificación, notándose la continuación de tramado de muros sin indentación y desalineamiento del sistema resistente horizontal. Se calificó con D
- 3 A La demanda de ductilidad calculada en 0.03 califica la edificación con A
- 4 D Suelo R hasta 1.35 por lo que se calificó con D. Pasando la capa R se encuentra suelo CL arcilloso de alto límite líquido, mediana amplificación sísmica y velocidad de propagación de la onda sísmica y baja posibilidad de licuación. Se calificó con D
- 5 D No hay diafragma horizontal, por lo que se calificó con D
- 6 D Al evaluar el coeficiente $\beta_1 = a/L$ se obtiene $5/20 = 0.25$ por lo que el parámetro se calificó con D. No se observan irregularidades en planta debido a la forma sencilla de la edificación
- 7 A Como la edificación carece de segundo piso no hay elementos que contribuyan negativamente en lo vertical. Se calificó con A
- 8 D El distanciamiento entre muros transversales se califica con $L/S = (20/5)/0.15 = 26.67$, y, al contrastar en el baremo del marco teórico, la calificación obtenida es D
- 9 A La cubierta se observa ligera, plana, completa y bien adherida a los muros de la edificación. Se calificó con A
- 10 A No se observan elementos no estructurales a excepción del soporte de la cubierta en el frontis de la edificación el cual está en buen estado. Se calificó con A
- 11 B El cuidado de la edificación se observa regular sin patologías visibles, aunque algunas fisuras ligeras. Se calificó con B



Ubicación: Av. Tumbes Norte – 07
Medidas: 5 m x 20m



Resistencia convencional

Área diafragma	0	Peso edificación	44.33 Tn
Área cubierta	115.5 m ²	CSR	13.36
Área muros X	39.48 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	112.00 m ²	Demanda Ductilidad	0.03

Parámetro

- 1 A El sistema resistente se encuentra completo y con buena conexión a muros. Se calificó con A el primer parámetro
- 2 D Los materiales se observan de buena calidad al igual que la labor desplegada en su construcción; sin embargo, debido a su contigüidad con la edificación de la derecha, se calificó con D.
- 3 A La demanda de ductilidad calculada en 0.22 califica a la edificación con A
- 4 B Suelo CL hasta 1.20 y ML pasando esa profundidad, mediana amplificación sísmica y baja capacidad de licuación. Se calificó con B
- 5 A Los diafragmas horizontales se encuentran completos, y aparentemente bien unidos a los muros. Se calificó con A
- 6 D En planta la evaluación compulsa $\beta_1 = 4/20 = 0.4$, lo cual se califica con D según la teoría. No hay irregularidades en planta
- 7 A En altura no hay incrementos de área ni masa por lo que el parámetro se calificó con A
- 8 D La evaluación del cociente $L/S = (20/5)/0.15 = 26.67$ califica con D el parámetro
- 9 A La cubierta es plana, ligera, bien fija al sistema resistente y cuidada. Se calificó con A
- 10 A La edificación no presenta elementos no estructurales sueltos, en consecuencia, se calificó con A
- 11 A En general la edificación está bien cuidada, no tiene fisuras ni patologías observables. Se calificó con A



Ubicación: Mz B – Lote 9
Medidas: 4 m x 20 m



Resistencia convencional

Área diafragma	80 m ²	Peso edificación	262.88 Tn
Área cubierta	105 m ²	CSR	1.80
Área muros X	90.75 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	296.80 m ²	Demanda Ductilidad	0.22

Condensado de Edificación

Parámetro

- 1 C El sistema resistente se encuentra completo. Sin embargo los parapetos y construcción en los volados han obligado a plantar columnas confiadoras, faltando algunas de ellas. Calificado con C
- 2 D La edificación se observa realizada con materiales de buena calidad, sin embargo, la mano de obra se considera deficiente debido a las columnas plantadas en el techo del segundo piso sin sustento en el primero. Se calificó con D
- 3 A La demanda de ductilidad calculada en 0.12, califica el tercer parámetro con A
- 4 B Suelo tipo CL hasta 1.20 m y después ML de alto límite líquido, mediana amplificación sísmica y velocidad de propagación de la onda sísmica. Baja posibilidad de licuación. Se calificó con B
- 5 A Los diafragmas se observan planos, completo y bien adherido a los muros. Se calificó con A
- 6 C Evaluando $\beta_1 = 8/20 = 0.4$ lo cual la teoría califica con C. No se observan irregularidades en planta
- 7 B Evaluando el área del segundo piso se obtiene $A_2 = 20.8 \times 8.8 = 183.04 \text{ m}^2$, $A_1 = 8 \times 20 = 160 \text{ m}^2$ por lo que $\Delta A/A_1 = 0.14$ lo cual la teoría califica con B. Se observa irregularidad de discontinuidad del sistema resistente por las dos columnas centrales en segundo piso sin sustento en el primero. En estas condiciones soportan más del 10% del peso de la zona de la losa que les corresponde, transmitiendo dicho esfuerzo por hincado en el primer diafragma. $I_A = 0.8$
- 8 C El distanciado entre muros transversales se evalúa con $L/S = (20/6)/0.15 = 22.22$ lo cual se califica con C
- 9 A No hay cubierta. Se califica con A
- 10 C La edificación tiene algunas paredes sueltas, es decir sin confinamiento y en peligro de caer en caso de sismo, por lo que se califica con C
- 11 B La edificación recibe una conservación regular, se observan algunas fisuras aunque no patológicas. Se calificó con B



Ubicación: Mz B – Lote 8
Medidas: 8 m x 20 m



Resistencia convencional

Área diafragma	183.04 m ²	Peso edificación	329.55 Tn
Área cubierta	0	CSR	3.35
Área muros X	143.39 m ²	CSE	0.49
Área muros Y	235.2 m ²	Demanda Ductilidad	0.15

Condensado de Edificación
Parámetro

- 1 A La edificación tiene su sistema resistente completo por lo que se calificó con A
- 2 A Los materiales y mano de obra se observan de buena calidad por lo que se calificó con A
- 3 A La demanda de ductilidad calculada en 0.15 califica con A este parámetro
- 4 B Suelo tipo CL arcillo de alto límite líquido hasta 1.2 m y ML después, mediana amplificación sísmica y velocidad de propagación de la onda sísmica. Se calificó con B
- 5 A Los diafragmas se encuentran completos, planos y sin acero expuesto. Se calificó con A
- 6 C El cociente $\beta_1 = 9.4/20 = 0.47$ calificándose el parámetro con C. No se observan irregularidades en planta
- 7 A No se observan variaciones importantes en área o masa con la altura, por lo que se calificó con A. No hay irregularidades en altura
- 8 C El distanciado entre muros se estima con el cociente L/S de tal modo que $(20/7)/0.15 = 19.05$ correspondiendo una calificación de C
- 9 A La cubierta es ligera, plana, completa y en buen estado. Se calificó con A
- 10 A No hay elementos no estructurales sueltos, calificándose por tanto con A este parámetro
- 11 A La edificación se encuentra bien mantenida, no observándose patologías y/o fisuras visibles. Se califico con A



Ubicación: Mz A – Lote 14
Medidas: 9.40 x 20

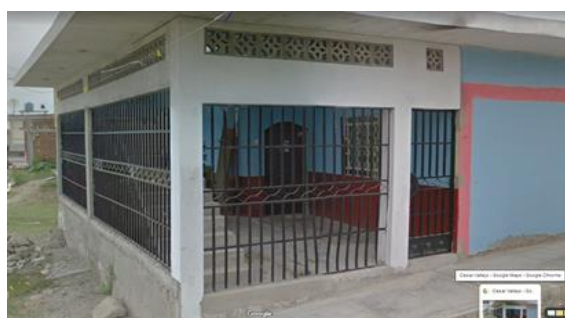


Resistencia convencional

Área diafragma	193.64 m ²	Peso edificación	1590.48 Tn
Área cubierta	50 m ²	CSR	2.56
Área muros X	318.10 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	587.52 m ²	Demanda Ductilidad	0.15

Parámetro

- 1 C A excepción del diafragma el segundo piso, el sistema resistente se encuentra completo. Se calificó con C
- 2 A Los materiales y mano de obra se observan de buena calidad. Se calificó con A
- 3 A La demanda de ductilidad calculada en 0.07 valora con A este parámetro
- 4 B Suelo tipo CL hasta 1.2 m -arcilloso de alto límite líquido- y ML después. Su amplificación sísmica es media al igual que la velocidad de propagación de la onda sísmica. Se calificó con B
- 5 A El diafragma se observa completo, plano y bien adherido a muros. Se calificó con A
- 6 C El cociente $\beta_1 = a/L = 9.40/18 = 0.52$ califica al parámetro con C. No se observan irregularidades en planta
- 7 B En altura, el valor $\Delta A/A = (191.76 - 169.20)/169.20 = 0.13$ se confronta en el baremo calificándose con B
- 8 C El distanciamiento entre muros se estima con el cociente $L/S = (18/6)/0.15 = 20$, lo que se califica con C
- 9 A La cubierta se encuentra entera, plana, bien mantenida y fija al sistema resistente. Se calificó con A
- 10 A Los elementos no estructurales se encuentran bien fijos al sistema resistente por lo que se calificó con A
- 11 A La edificación se encuentra bien conservada sin fisuras visibles ni patologías. Se calificó con A



Fuente: Google (2013)

Ubicación: Mz A – Lote 03
Medidas: 9.40m x 18m



Resistencia convencional

Área diafragma	191.76 m ²	Peso edificación	243.96 Tn
Área cubierta	197.60 m ²	CSR	5.32
Área muros X	180.55 m ²	CSE	0.39
Área muros Y	247.30 m ²	Demanda Ductilidad	0.07

Anexo 5: Matriz de resultados de las vulnerabilidades observadas

N°	Parámetro de Benedetti y Petrini											Iv	Ivn	Nivel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	C	A	A	C	B	C	C	D	A	A	B	97.5	25.49	Media
2	B	A	A	B	A	D	B	C	A	A	A	42.5	11.11	Baja
3	C	D	A	B	A	D	B	C	A	A	A	68.75	17.97	Baja
4	C	A	A	B	A	D	C	D	A	A	B	87.5	22.88	Media
5	C	C	A	C	A	C	C	C	D	D	D	190	49.67	Alta
6	D	A	A	B	A	C	B	C	A	A	D	117.5	30.72	Media
7	C	D	A	B	A	C	B	C	A	D	D	115	30.07	Media
8	C	A	A	B	D	C	A	C	A	A	B	92.5	24.18	Media
9	A	A	A	B	A	C	A	C	A	A	A	22.5	5.88	Baja
10	C	A	A	C	A	C	A	C	A	A	A	57.5	15.03	Baja
11	C	A	A	D	A	D	A	C	A	A	B	87.5	22.88	Media
12	A	A	A	D	A	A	A	B	A	A	A	35	9.15	Baja
13	C	C	A	D	D	A	A	D	A	A	C	141.25	36.93	Media
14	C	A	A	B	A	D	A	C	A	B	A	52.5	13.73	Baja
15	C	A	A	B	A	C	D	C	A	C	B	98.75	25.82	Media
16	C	D	A	D	D	D	A	D	A	A	B	148.75	38.89	Media
17	A	D	A	B	A	D	A	D	A	A	A	48.75	12.75	Baja
18	C	D	A	B	A	C	B	C	A	C	B	70	18.30	Baja
19	A	A	A	B	A	C	A	C	A	A	A	22.5	5.88	Baja
20	C	A	A	B	A	C	B	C	A	A	A	47.5	12.42	Baja

Anexo 6: Cálculo del parámetro 3 del método de Benedetti y Petrini

El parámetro 3 del método de Benedetti y Petrini evalúa la resistencia de la edificación. Una forma de realizar esta evaluación es mediante la demanda de ductilidad. Este indicador reporta la fracción entre la fuerza exigida a la edificación debida al sismo y la fuerza resistente que es capaz la edificación de oponer. La fuerza debida al sismo se evalúa conociendo las características del suelo, zona sísmica, factor de uso, y el primer y más alto valor de C o factor estructural dinámico, R o coeficiente de reducción sísmica.

A forma de ejemplo, se desarrollará el proceso de cálculo del tercer parámetro para la edificación E - 19



Figura 11: Vista de la edificación E - 11

1. Demanda de ductilidad [DD]

Numéricamente la demanda de ductilidad se expresa de la siguiente manera:

$$DD = \frac{CSE}{CSR} \dots \text{Ecuación 1}$$

Donde: CSE es el coeficiente sísmico exigido y CSR es el coeficiente sísmico resistente

2. Cálculo del CSE

Para el cálculo de este valor se emplea la relación siguiente (tomada de la norma E.030)

$$CSE = ZUS \cdot \frac{C}{R} \dots \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

Z = Factor de Zona. En Tumbes, ciudad costera, el valor es 0.45

U = Factor de uso. Corresponde 1 para vivienda u hotel

S = Factor suelo. Para un suelo medio E.030 asigna 1.05

C = Factor estructural dinámico, cuando $T < T_p$ corresponde 2.5

R = Coeficiente reductorio sísmico, para la tipología de albañilería confinada = 3

Del análisis de irregularidades mostrado en la ficha: condensado de la edificación, se puede escribir:

$$I_{PLANTA} = I_{ALTURA} = 1$$

Luego,

$$R = R_0 * I_{PLANTA} = R_0 * I_{ALTURA} = 3$$

Entonces se reemplazan los datos en la Ecuación 2 y efectúa el valor numérico

$$CSE = ZUS \cdot \frac{C}{R} = \frac{0.45 \times 1 \times 1.05 \times 2.5}{3} = 0.39$$

3. Cálculo del CSR

En los trabajos de campo no se ha tenido acceso al interior de las viviendas por razones de seguridad de sus propietarios. Es menester entonces plantear una forma de estimar la cantidad de muros transversales y longitudinales.

Muros transversales: Considerando que la edificación en análisis mide 6 m de ancho, se puede inferir que en cada columna hay un muro transversal. Así en la primera columna de la izquierda imaginariamente ubicamos la fachada con 3.25 m de sus 6 m construidos, en la segunda columna, posiblemente la sala hay 0 m construidos. En la siguiente columna se consideran construidos en promedio 2.70 m de los 6 m debido a

su condición de separación del área social de la privada y en las siguientes 2 m correspondiendo a la cocina y zonas privadas. El penúltimo muro tiene construido 4 m de sus 6 m por ser probablemente un desván o similar y, finalmente la última columna tiene todos sus 6 m construidos por ser el cerramiento de lindero de la vivienda. En estas condiciones se puede establecer una longitud promedio de los muros transversales obteniéndose un valor de 2.85 m.



Figura 12: Vista lateral de la edificación E - 11

A fin de hacer independiente el resultado de la longitud promedio respecto de la longitud real del muro, se divide entre su longitud. Luego:

$$\text{Factor de muros en X} = 2.85 \text{ m}/6\text{m} = 0.475$$

Muros longitudinales: mediante un razonamiento similar se obtuvo un valor de 0.795 considerando que los dos muros longitudinales laterales están completos y que el central tiene construido un 38.5%, es decir 7.7 m.

Tabla 29*Áreas transversales y longitudinales en la edificación E - 11*

	Piso 1	Piso 2	Total
Área X	55.27	55.27	110.54
Área Y	134.40	139.77	274.17 ³

La fuerza cortante en la base se calcula mediante:

$$v_R = \min(A_x, A_y)v$$

Dónde V_R es la resistencia de la base a la cortante; A_x y A_y son las áreas en X y en Y; v , v es el valor por unidad de área para los muros de albañilería, tabulado en 15 Tn/m². Efectuando entonces el valor numérico se tiene:

$$v_R = \min(55.27, 134.40)15 = 829.05 \text{ Tn}$$

4. Cálculo del peso de la edificación

Se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$P = (A_x + A_y)dP_m + A_dP_d n + 0.2A_d n + A_c P_c$$

Aquí: A_x es el área de muros en el eje x = 110.54 m²

A_y es el área de muros en el eje y = 274.17 m²

d es el ancho de muros = 15 cm

P_d es el peso unitario del diafragma con acabados = 0.426 Tn

n es el número de diafragmas = 1

A_d es el área del diafragma = 124.8 m²

P_c es el peso unitario de la cubierta ligera = 0.01 Tn

A_c es el área de la cubierta = 126 m²

³ Aquí se han realizado los cálculos de forma manual con dos decimales. En los condensados de las edificaciones, en cambio, se ha empleado Microsoft Excel que considera 127 decimales

Efectuando el valor numérico se obtiene:

$$\text{Peso de la edificación} = 189.03 \text{ Tn}$$

5. Valor numérico del CSR (coeficiente sísmico resistente)

$$CSR = \frac{VR}{P} = 829.05 \text{ Tn}/189.03 \text{ Tn} = 4.39$$

6. Cálculo de la demanda de ductilidad

$$DD = \frac{CSE}{CSR} = \frac{0.39}{4.39} = 0.09$$

Este resultado se puede interpretar refiriendo que la fuerza cortante correspondiente a una aceleración igual a 0.45 de la de la gravedad, es decir $0.45 \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 4.41 \text{ m/s}^2$ representa un 9 % de la resistencia de la edificación.

A manera de comprobación de la bondad del resultado, se evalúa el cociente C/R a partir de la ecuación 2, luego:

$$C/R = CSE/ZUS$$

$$C/R = \frac{0.39}{0.45 \times 1 \times 1.05} = 0.83$$

La norma E.030 requiere que C/R sea mayor o igual a 0.11.

Como $C/R = 0.83 > 0.11$ se considera válido el resultado obtenido

Anexo 7: Aplicación de la ficha de observación en la edificación E – 11

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA			E-11
Generalidades	Parámetro	Criterios de evaluación	
Fecha: 07 de abril 22	1 Sistema resistente: Tipología y organización	Sistema resistente completo con buena interconexión	
Dirección: AAHH EE Barrio M2L-04 Tumbes		Sistema resistente completo pero con mala conexión	
		Sistema resistente incompleto y con buena conexión	X
		Carencia de sistema resistente	
Uso de la edificación: Vivienda	2 Sistema resistente: Calidad	Materiales de calidad, buenas uniones, trabazón y mortero	X
		Falta al menos una de las características anteriores	
		Faltan dos de las características anteriores	
<p>Planta</p> <p>$\beta_1 = a/L = \frac{6}{20} = 0.3$ $\beta_2 = b/L = \dots = \dots$</p>	3 Resistencia de la estructura	Demanda de ductilidad < 0.5	X
		$0.5 \leq$ Demanda de ductilidad < 1.0	
		$1.0 \leq$ Demanda de ductilidad < 1.5	
		$1.5 \leq$ Demanda de ductilidad < 2.0	
	4 Suelo	S. rígido, no licuable por sismo y baja amplific. sísmica	
		S. medio, no licuable por sismo y media amplific. sísmica	
		S. suelto, no licuable por sismo y media amplific. sísmica	
		S. suelto, licuable por sismo y alta amplificación sísmica	X
	5 Diafragmas horizontales	Diafrag. plano, entero, sin acero expuesto y fijado a muros	X
		Igual que el anterior pero sin una característica	
Igual que el anterior pero sin dos características			
Ninguna de las condiciones de A			
6 Configuración en planta	$\beta_1 \geq 0.8$ y/o $\beta_2 \leq 0.1$		
	$0.6 \leq \beta_1 < 0.8$ y/o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$		
	$0.4 \leq \beta_1 < 0.6$ y/o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$		
	$\beta_1 < 0.4$ y/o $\beta_2 > 0.3$	X	
7 Configuración en altura	Cuando $-\Delta A/A$ o $-\Delta M/M \leq 0.1$	X	
	Cuando $0.1 < -\Delta A/A$ o $-\Delta M/M \leq 0.2$		
	Cuando $0.2 < -\Delta A/A < 0.5$ o $-\Delta M/M > 0.2$		
	Cuando $-\Delta A/A > 0.5$ o $\Delta M/M > 0$		
8 Distancia entre muros transversales	Cuando L/S es menor a 15		
	Cuando L/S se encuentra entre 15 y 18		
	Cuando L/S está entre 18 y 25	X	
	Cuando L/S es mayor o igual a 25		
9 Cubierta	Cubierta ligera, conservada, uniforme y fija a la edificación	X	
	Cubierta ligera, conservada, uniforme y con partes sueltas		
	Cubierta ligera, descuidada, uniforme y con partes sueltas		
	Cubierta ligera, descuidada, no uniforme y suelta		
10 Elementos no fijos a la estructura	Todos los ENFE están asegurados al sistema resistente	X	
	Un elemento no cumple la condición anterior		
	Dos elementos no cumplen la primera condición		
	Más de dos elementos no cumplen la primera condición		
1 Conservación de la edificación	Buena conservación, no se aprecian grietas ni patologías		
	Como la anterior pero con fisuras	X	
	Medianamente conservada pero con grietas		
		Mal conservada, con grietas y diversas patologías visibles	

Anexo 8: Plano de ubicación de las calicatas



Figura 13: Ubicación de las dos calicatas practicadas en la investigación

Anexo 9: Ensayos practicados a las calicatas C1 y C2

Análisis por tamizado (ASTM D 422)

Análisis mecánico por tamizado de la calicata C1 – M1							
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa	Especs.	Descripción de la muestra
3"	76.200						Material: Relleno inapropiado
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						Procedencia: C1 – M1
1 1/2"	38.100						Profundidad: 0.0 – 0.10
1"	25.400						
3/4"	19.050						Peso total: 300gr
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						Porcentaje de agregado
N° 4	4.760						Grava: %
N° 6	3.360						Arena: %
N° 8	2.380						Finos: %
N° 10	2.000						
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590						
N° 40	0.426						
N° 60	0.297						
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074						
Total							
Características de la muestra							
Límite líquido (%)			-				
Límite plástico (%)			-				Humedad = -
Índice de plasticidad (%)			-				
Clasificación: SUCS			-				

Continuación

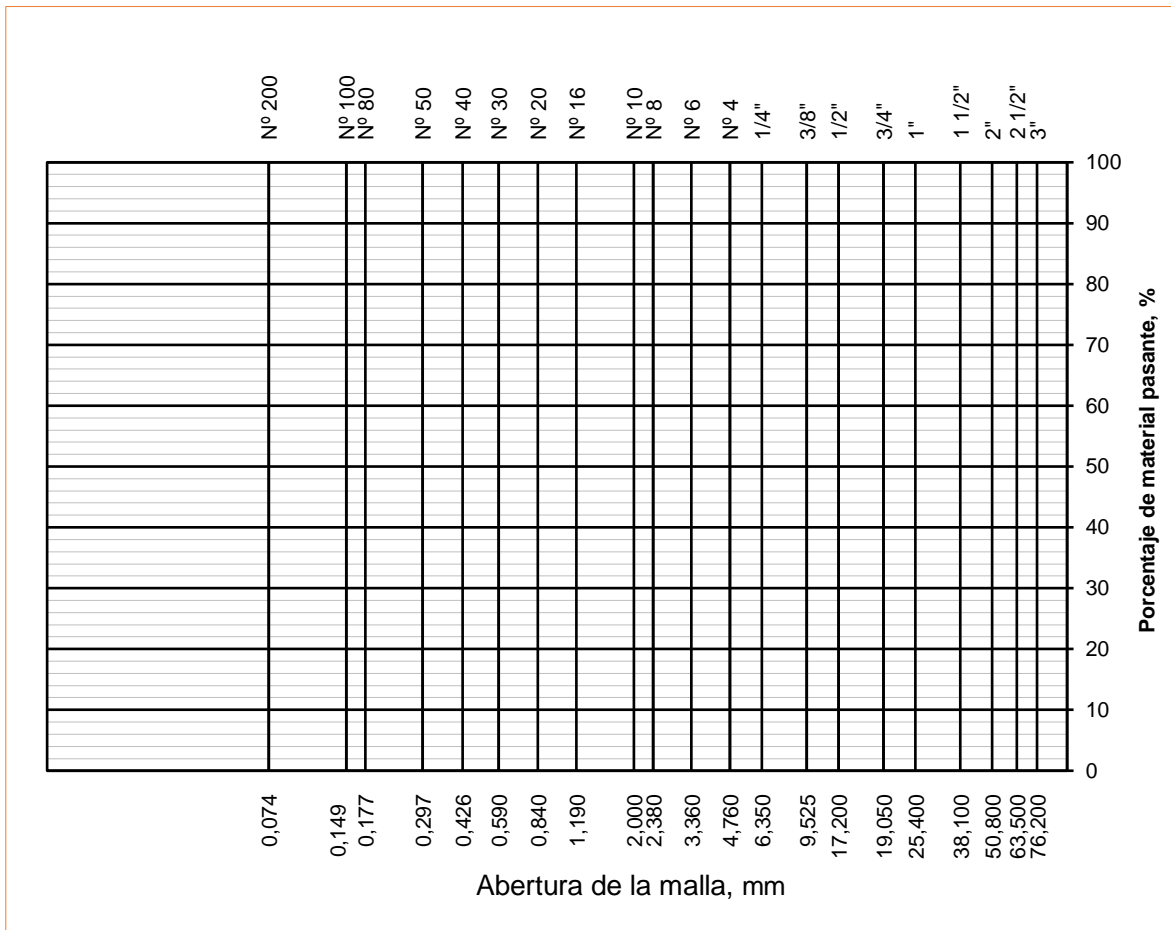


Figura 14: Curva granulométrica para el material de la cantera C1 – M1

Continuación

Análisis mecánico por tamizado (ASTM D 422) de la calicata C1 – M2

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido o Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa	Especcs.	Descripción de la muestra
3"	76.200						Material: Arcilla de mediana plasticidad
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						Procedencia: C1 – M2
1 1/2"	38.100						Profundidad: 0.1–1.20 m
1"	25.400						Peso total: 300gr
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						Porcentaje de agregado
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0		
N° 6	3.360						Grava: - %
N° 8	2.380						Arena: 27 %
N° 10	2.000	6.0	2.0	2.0	98.0		Finos: 73 %
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	21.0	7.0	9.0	91.0		
N° 40	0.426	12.0	4.0	13.0	87.0		
N° 60	0.297	18.0	6.0	19.0	81.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	24.0	8.0	27.0	73.0		
Total							
Características de la muestra							
Límite líquido (%)			42.5				
Limite plástico (%)			22.9				
Índice de plasticidad (%)			19.6				
Clasificación: SUCS			CL				
							Humedad = 8.3 %

Continuación

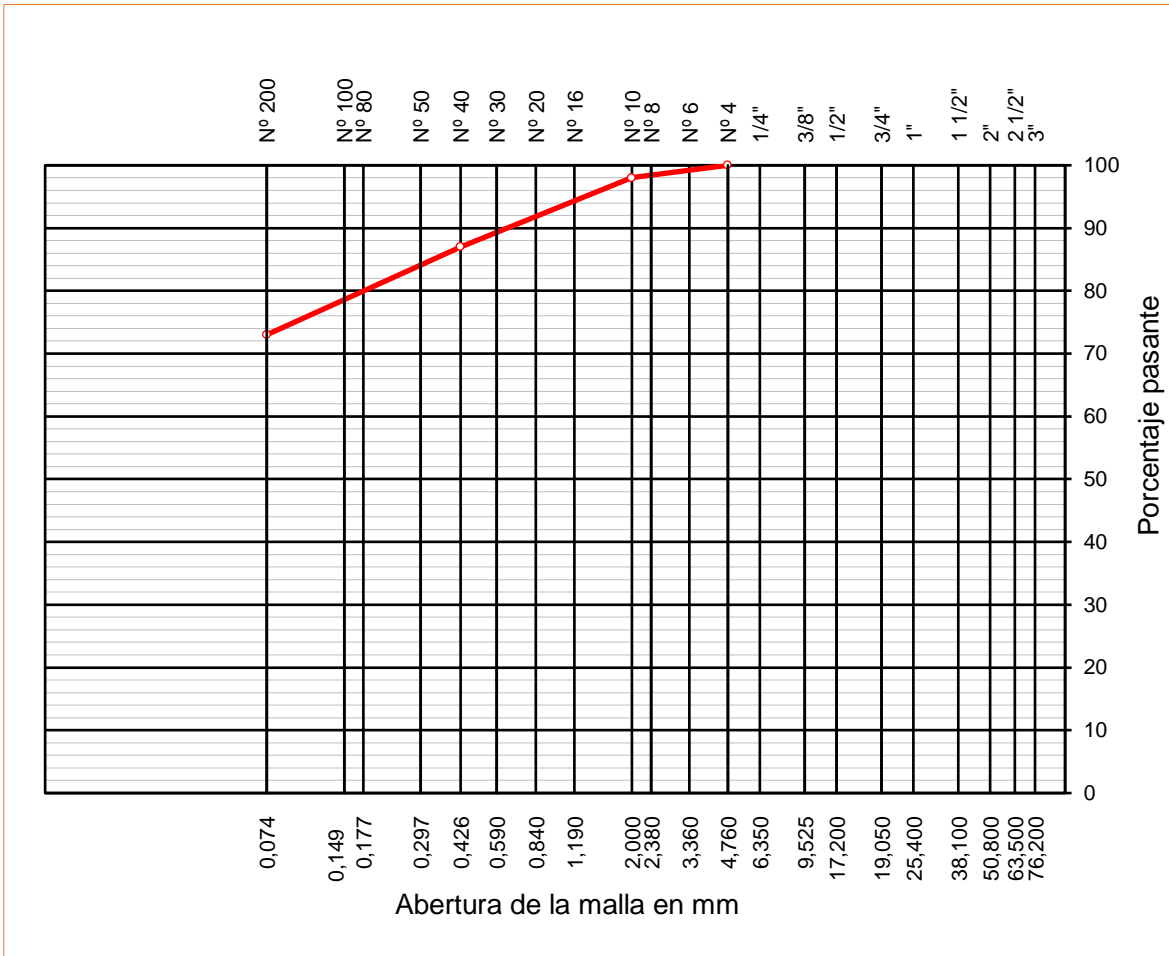


Figura 15: Curva granulométrica para el material de C1 – M2

Continuación

Análisis mecánico por tamizado (ASTM D 422) de la calicata C1 – M3

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa	Especs.	Descripción de la muestra
3"	76.200						Material: Limo arcilloso
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						Procedencia: C1 – M3
1 1/2"	38.100						Profundidad: 1.20–2.0m
1"	25.400						Peso total: 300gr
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						Porcentaje de agregado
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	Grava: -- %	
N° 6	3.360					Arena: 15 %	
N° 8	2.380					Finos: 85 %	
N° 10	2.000	6.0	2.0	2.0	98.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	6.0	2.0	4.0	96.0		
N° 40	0.426	12.0	4.0	8.0	92.0		
N° 60	0.297	6.0	2.0	10.0	90.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	15.0	5.0	15.0	85.0		
Total							
Características de la muestra							
Límite líquido (%)			22.7				
Limite plástico (%)			18.9	Humedad = 11.8 %			
Índice de plasticidad (%)			3.8				
Clasificación: SUCS			ML				

Continuación

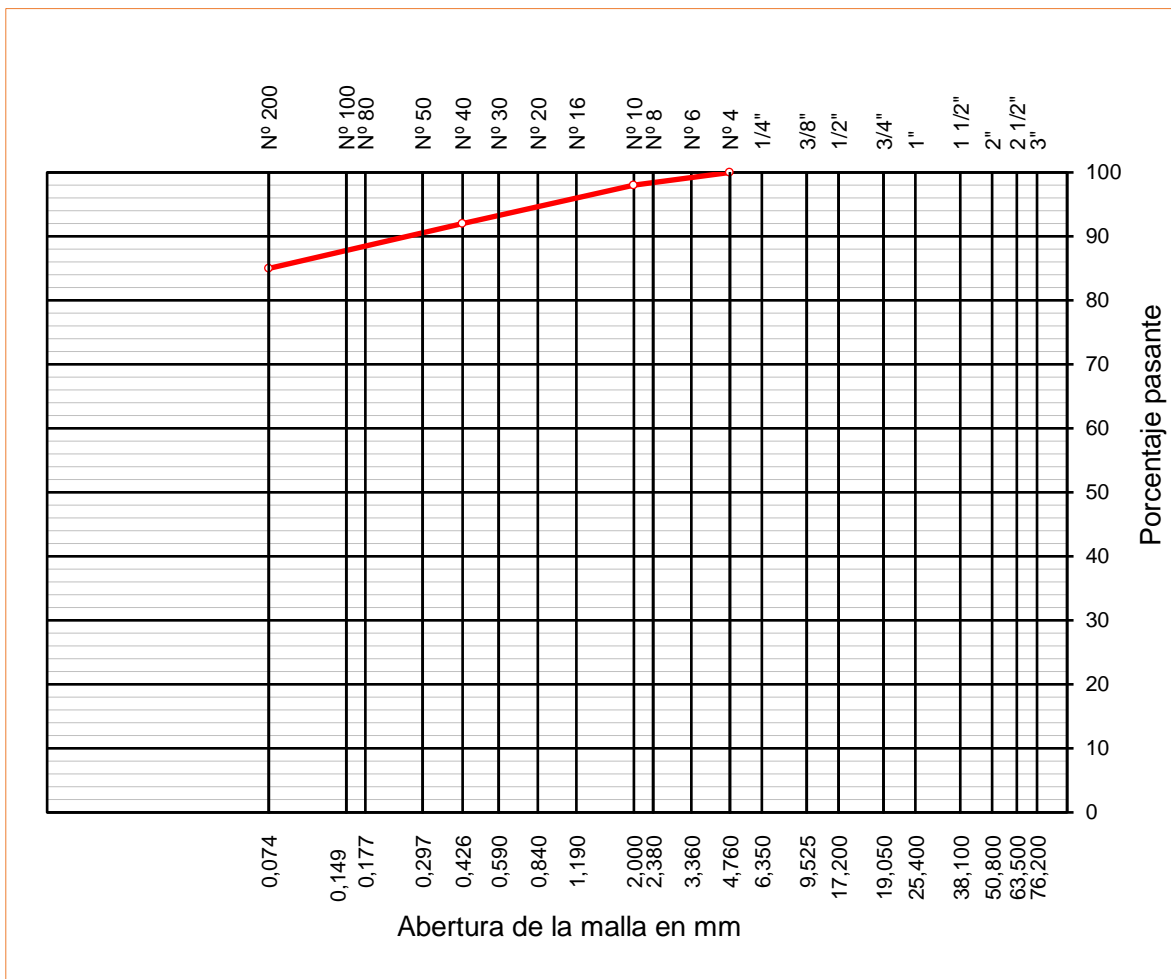


Figura 16: Curva granulométrica para el material de C1 – M3

Continuación

Análisis mecánico por tamizado (ASTM D 422) de la calicata C2 – M1							
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido o Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa	Especs.	Descripción de la muestra
3"	76.200						Material: Relleno inapropiado
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						Procedencia: C2 – M1
1 1/2"	38.100						Profundidad: 0.0–1.35 m
1"	25.400						
3/4"	19.050						Peso total: 300gr
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						Porcentaje de agregado
1/4"	6.350						
N° 4	4.760						Grava: %
N° 6	3.360						Arena: %
N° 8	2.380						Finos: %
N° 10	2.000						
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590						
N° 40	0.426						
N° 60	0.297						
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074						
Total							
Características de la muestra							
Límite líquido (%)			-				
Limite plástico (%)			-				Humedad = %
Índice de plasticidad (%)			-				
Clasificación: SUCS			-				

Continuación

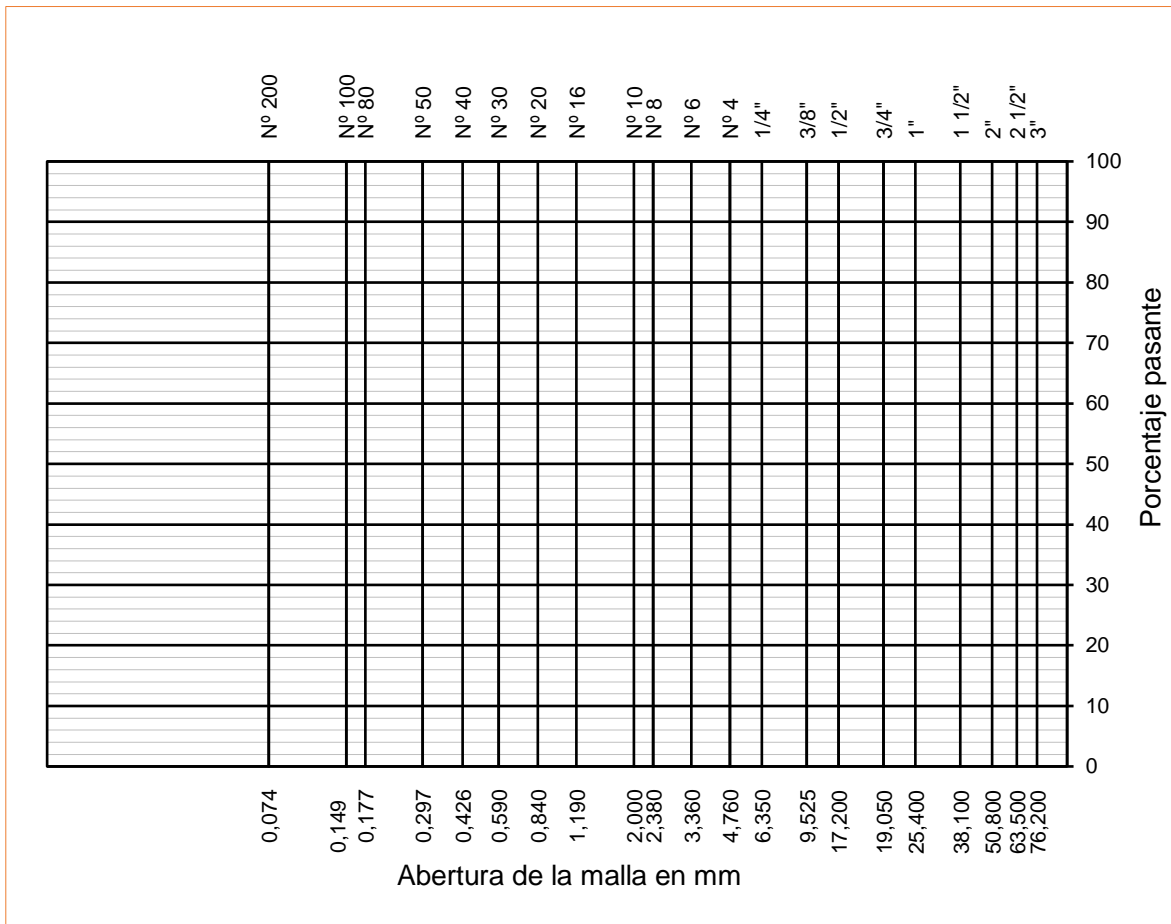


Figura 17: Granulometría del material de C2 – M1

Continuación

Análisis mecánico por tamizado (ASTM D 422) de la calicata C2 – M2

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa	Especs.	Descripción de la muestra
3"	76.200						Material: Arcilla de mediana plasticidad
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						Procedencia: C2 – M2
1 1/2"	38.100						Profundidad: 1.35-2.00m
1"	25.400						Peso total: 300gr
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						Porcentaje de agregado
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						Grava: - %
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0		Arena: 21 %
N° 6	3.360						Finos: 79 %
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	9.0	3.0	3.0	97.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	6.0	2.0	5.0	95.0		
N° 40	0.426	9.0	3.0	8.0	92.0		
N° 60	0.297	12.0	4.0	12.0	88.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	27.0	9.0	21.0	79.0		
Total							
Características de la muestra							
Límite líquido (%)			39.1				
Límite plástico (%)			21.6				Humedad = 10.8 %
Índice de plasticidad (%)			17.5				
Clasificación: SUCS			CL				

Continuación

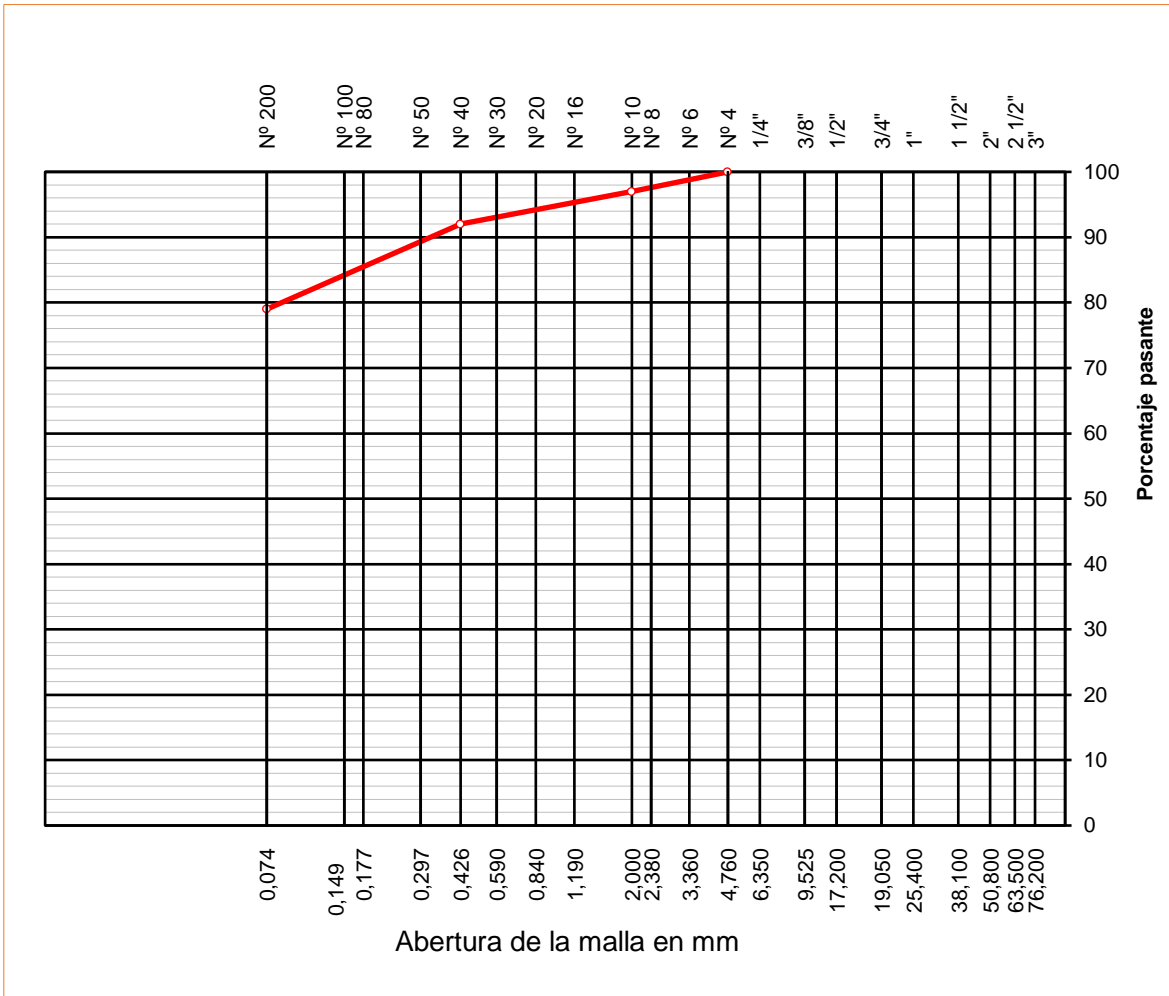

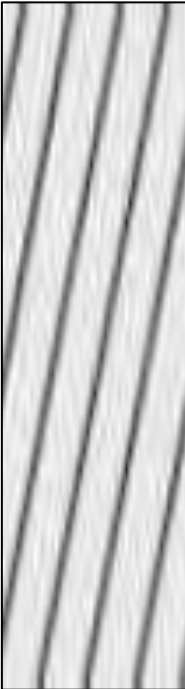




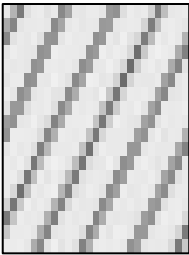
Figura 18: Curva granulométrica del material de C2 - M2

Anexo 10: Estratigrafía y cálculo de la capacidad portante

Calicata C1				
Profundidad (m)	Muestra	Símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS
0.10	M1		Relleno inapropiado (arcilla con basura, compacto y casi seco)	R
1.10	M2		Arcilla de mediana plasticidad en estado poco compactado y húmedo	CL
0.80	M3		Limo arcilloso en estado compactado y poco húmedo	ML

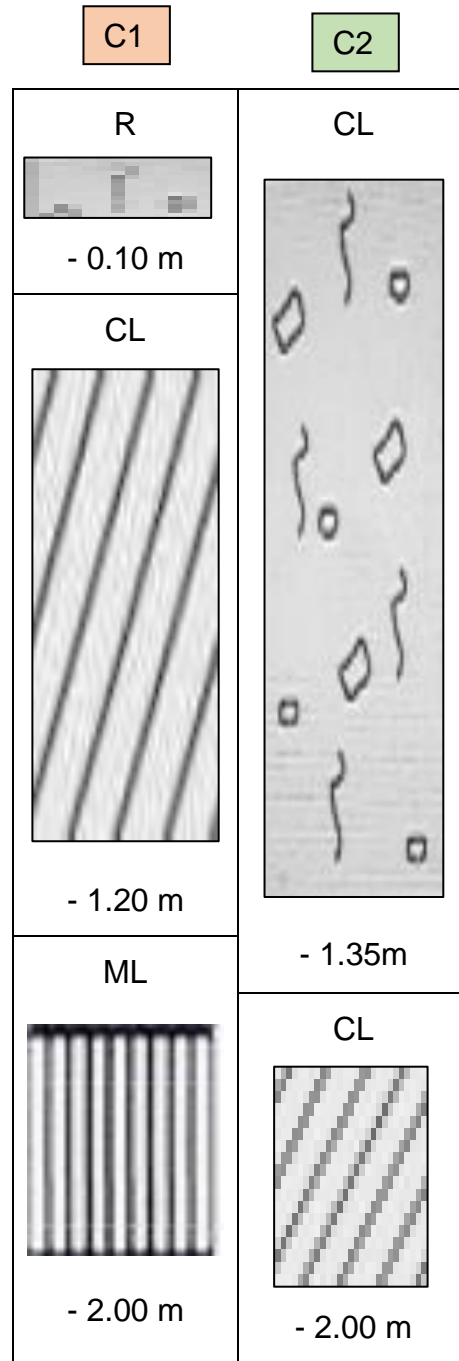
Continuación

Calicata C2

Profundidad (m)	Muestra	Símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS
1.35	M1		Relleno inapropiado compuesto por basura y arcilla en estado compactado y caso seco	R
0.65	M2		Arcilla de mediana plasticidad en estado poco compacto y húmedo	CL

Continuación

Perfil longitudinal del suelo



Cálculo de la capacidad portante

La capacidad portante se determinó empleando la relación siguiente

$$Q_c = 1.3(2/3)CN_c + \gamma Df Nq + 0.4\gamma BNy$$

En esta relación:

Q_c: Capacidad portante admisible

F_s: Factor de seguridad

γ: Densidad del material (gr/cm³)

D_f: Profundidad de la cimentación

B: Área de la zapata

C: Cohesión de la muestra

N_c, N_q, N_y: Factores de capacidad de carga (función del ángulo ϕ)


Tabla 30

Valores para determinar la capacidad portante de la de C2 – M2

Tipo de suelo	B	Df	Parámetros geométricos			Parámetros de carga			Qult	Fs	Qadm
			γ Gr/cm ³	ϕ °	C Kg/cm ²	Nc	Nq	Ny			
CL	1.0	1.0	1.65	20	0.18	12.0	3.5	1.2	2.52	3	0.84


La capacidad portante de la muestra C2 – M2 es 0.84 Kg/cm²

Anexo 11: Calicatas



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022090 - CEL. 972943321 - RPM 4686277 - Tumbes

ESTUDIO DE SUELOS




**SOLICITANTE: ROBLES RIOFRIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARFAN BORIS JEFFERSON**

UBICACIÓN:
REGION : TUMBES
PROVINCIA: TUMBES
DISTRITO : TUMBES
LUGAR : AA.HH EL BOSQUE

Tumbes, abril 2022

REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022090 - CEL. 972943321 - RPM 4686277 - Tumbes

**SOLICITANTE: ROBLES RIOFRIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARFAN BORIS JEFFERSON**

GENERALIDADES

I. INTRODUCCION

El estudio de suelo, es elaborado con la finalidad de conocer las características físicas y mecánicas del suelo, por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas "A cielo Abierto" y mediante ensayos del laboratorio.

II. UBICACION


El área en estudio se encuentra ubicado en el AA.HH. el Bosque se encuentra ubicado en el sector Nuevo Tumbes del distrito de Tumbes, provincia de Tumbes, en la región de Tumbes.

III. OBJETIVOS

- Determinación de la Estratigrafía del suelo
- Determinación de la Capacidad Portante del suelo .

IV. METODOLOGIA DEL TRABAJO

- Reconocimiento ocular para la verificación de las características del suelo natural.
- Proyección 02 calicata de profundidad 2.0m en el terreno evaluado.
- Análisis de Laboratorio y obtención de los parámetros físicos, mecánicos del suelo.



REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAJUTIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 972943321 - RPM 1688277 - Tumbes

V. TRABAJO DE LABORATORIO

SOLICITANTE: ROBLES RIFORIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARFAN BORIS JEFFERSON

5.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM - 2216

Se define como humedad natural de un suelo, como el peso del agua que contiene, dividido entre el peso seco, expresado en porcentaje.



5.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO:

ASTM - 422

Este ensayo es realizado para determinar el tamaño de los granos, se efectúa utilizando mallas 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N° 4, 10, 30, 40, 60, 200, de acuerdo a las normas ASTM, para la clasificación de los suelos.



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Guillermo Ernesto Vargas Heras
CIP 138813

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCIÓN N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAJUTIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 972943321 - RPM 1688277 - Tumbes

5.3 LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (ASTM - 423)

Es la cantidad de agua máxima que puede almacenar un suelo expresado en porcentaje con el cual el suelo cambia de estado líquido a plástico, dicho ensayo se determina en la Copa Casa grande.



LIMITE PLASTICO (ASTM - 424)


El límite plástico es la humedad mínima expresada como porcentaje del peso del material secado al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Guillermo Ernesto Vargas Heras
CIP 138813

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCIÓN N° 021280

Continuación




LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 972945321 - RPM 6688277 - Tumbes



5.4 PESO VOLUMETRICO NATURAL SECO

ASTM D - 2937
Se define a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo en su estado natural, a la cual se aplica su corrección de su contenido de humedad.


5.5 ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D - 3080
Este ensayo consiste en la aplicación de fuerzas cortantes y normales en una muestra circular o cuadrada para así encontrar los esfuerzos máximos de corte y con el esfuerzo normal aplicado determinar el ángulo de fricción (ϕ) y la cohesión (c).





REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 021280





LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 972945321 - RPM 6688277 - Tumbes

VI. RESULTADOS DE LABORATORIO

SOLICITANTE: ROBLES RIOFRIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARFAN BORIS JEFFERSON

- **CALICATA N° 01 (0.0 - 2.00mt.)**
 - **ESTRATO N° 01 (0.0 - 0.10mt.)**
Relleno inapropiado (arcilla con basura)
estado compacto y casi seco.
S.U.C.S = R
 - **ESTRATO N° 02 (0.10 - 1.20mt.)**
Arcilla de mediana plasticidad. Estado poco compacto y poco húmedo
S.U.C.S = CL
 - **ESTRATO N° 03 (1.20 - 2.00mt.)**
Limo arcilloso estado compacto y poco húmedo
S.U.C.S = ML
- **CALICATA N° 02 (0.0 - 1.00mt.)**
 - **ESTRATO N° 01 (0.0 - 1.35mt.)**
Relleno inapropiado (arcilla con basura)
estado compacto y casi seco.
S.U.C.S = R
 - **ESTRATO N° 02 (1.35 - 2.00mt.)**
Arcilla de mediana plasticidad.
Estado poco compacto y poco húmedo
S.U.C.S = CL



REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.L.R.L.
JR. CALLEJÓN N° 748 - EL MELACRO - TUMBES
☎ 528090 - CEL. 972943321 - RPN 4688277 - Tumbes

CUADROS DE CLASIFICACION DE SUELO:

CALICATA N°	C1		
	0.0 - 0.10	0.10 - 1.20	1.20 - 2.00
Profundidad (mts.)			
Muestra	M1	M2	M3
% Pasa malla N° 200		73.0	85.0
Limite Líquido	RELLENO	42.5	22.7
Limite Plasticidad	INAPROPIADO	22.9	18.9
Indice de Plasticidad		19.6	3.8
Contenido de Humedad		8.30	11.80
Clasificación S.U.C.S.	R	CL	ML

CALICATA N°	C2	
	0.0 - 1.35	1.35 - 2.00
Profundidad (mts.)		
Muestra	M1	M2
% Pasa malla N° 200		79.0
Limite Líquido	RELLENO	39.1
Limite Plasticidad	INAPROPIADO	21.6
Indice de Plasticidad		17.5
Contenido de Humedad		10.80
Clasificación S.U.C.S.	R	CL




SUELO MÁS E.L.R.L.
Ing. Gadi Ferrnández Vargas Herera
CIP: 118433

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCIÓN N° 021280

ILUSTRACIONES

Continuación





LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 972943321 - RPM 9688277 - Tumbes


SOLICITANTE: ROBLES RIOFRIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARFAN BORIS JEFFERSON


VISTA PANORAMICA

CALICATA N° 01












REGISTRO INDECOP - RESOLUCION N° 021280









LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 972943321 - RPM 9688277 - Tumbes


SOLICITANTE: ROBLES RIOFRIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARFAN BORIS JEFFERSON

VISTA PANORAMICA


CALICATA N° 02








REGISTRO INDECOP - RESOLUCION N° 021280





Continuación

ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MAS E.I.R.L.
JR. CAJEDEN 258 - EL MELACRO - TUMBES

SOLICITANTE: ROBLES RIFORIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARIAN BORIS JEFFERSON

FECHA: 1 Abril 2022

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

MOLIC	ABERTURA (mm)	PESO RETEN (g.)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Material: Relleno inapropiado
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						Procedencia: C1 - M1
1 1/2"	38.100						Profundidad: 0.0 - 0.10m
1"	25.400						
3/4"	19.050						PESO TOTAL (Wt) =
1/2"	12.700						PORCENTAJE DE AGREGADO
3/8"	9.525						Grava: %
1/4"	6.350						arena: %
Nº 4	4.750						Fines: %
Nº 6	3.350						
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.425						
Nº 60	0.297						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
Total							

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y MECÁNICA DE LA MUESTRA

Índice de Plasticidad (%): _____
 Límite Plástico (%): _____
 Índice de Plasticidad (%): _____
 Humedad (%): _____
 Clasificación: _____
 AASH/TO: _____

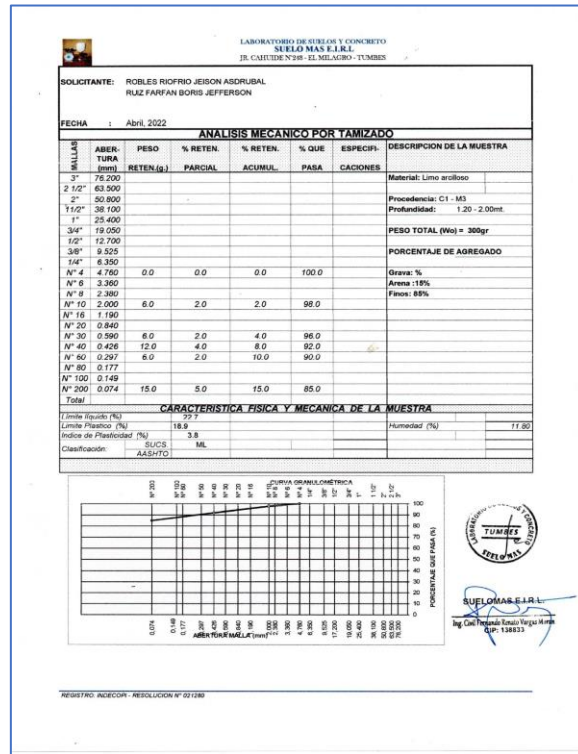
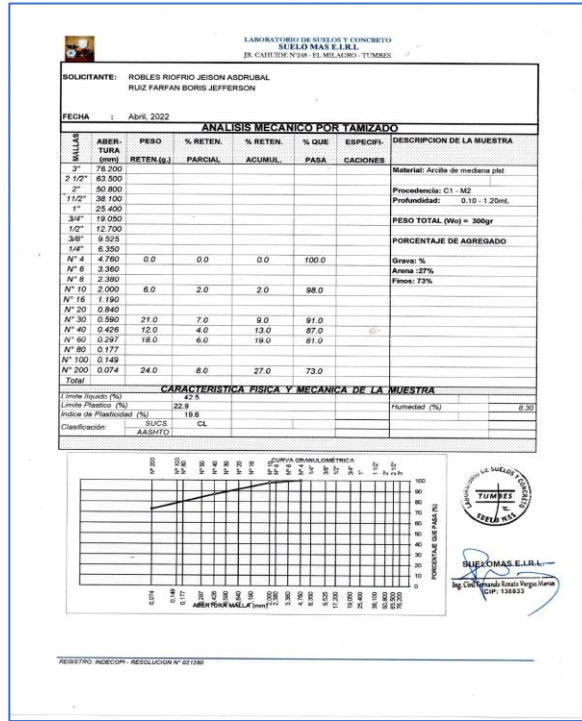
CURVA GRANULOMÉTRICA

ABERTURAS (mm) / Nº de Malla

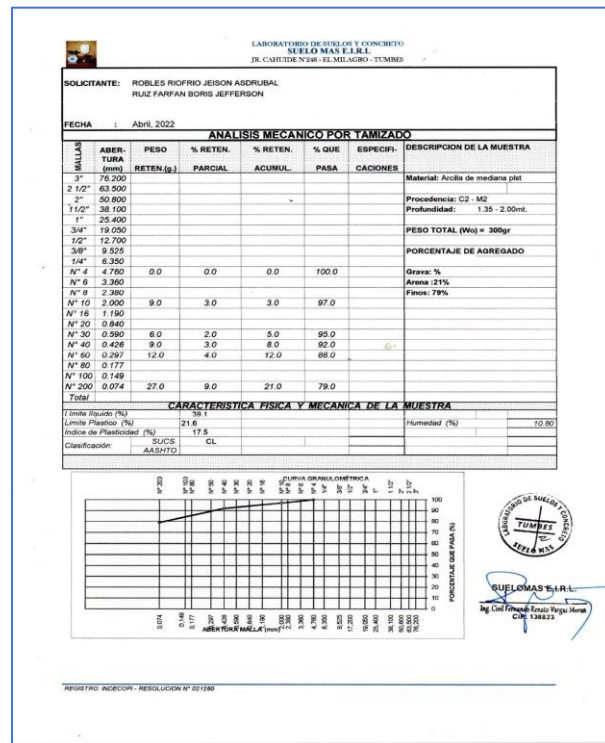
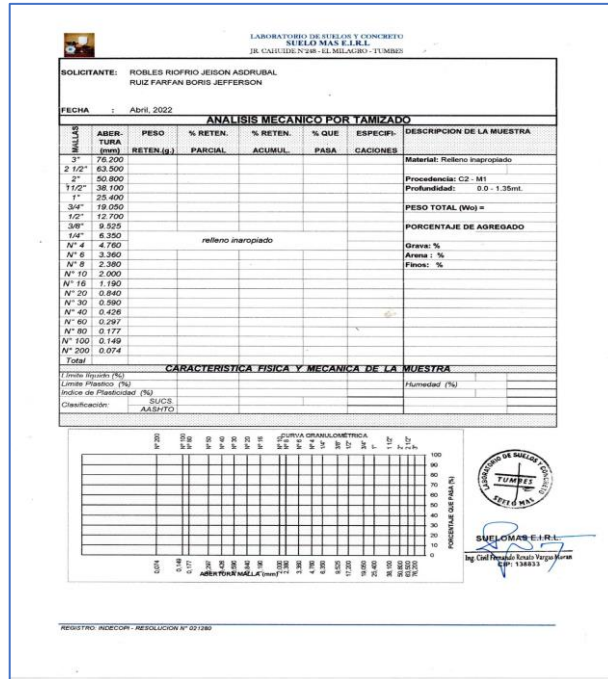
SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Gerardo Esteban Vergara Mora
CIP: 134623

REGISTRO: ADECOPI - RESOLUCIÓN N° 071380


Continuación



Continuación



Continuación



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 97945301 - RPM 688277 - Tumbes

**SOLICITANTE: ROBLES RIOFRIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARFAN BORIS JEFFERSON**

MUESTRA : LIMO ARCILLOSO (ML)

PROCEDENCIA: C1 - M3 - PROF. 1.20 - 2.0mt.


**CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)**

$$Q_c = 1.3 \left(\frac{2}{3} \right) C_{NC} + Y D_f N_q + 0.4 Y B N_y$$

TIPO DE MUELO	B m	DF m	PARAMETROS GEOMETRICOS			PARAMETROS DE CARGA			Q _{ult} Kg/cm ²	FS	Q _{adm} Kg/cm ²
			Grice	C Kg/cm ²	N _c	N _q	N _y				
ML	1.0	1.0	1.53	27	0.10	16.2	7.1	4.2	2.65	3	0.88


Donde:

- Q_{ad} : Capacidad Portante Admisible
- Ø : Angulo de fricción interna
- γ : Densidad Natural (gr/cc)
- C : Cohesión (kg/cm²)
- D_f : Profundidad de cimentación (m)
- B : Ancho de zapata (m)
- N_q, N_c, N_y : Factores de capacidad de carga (Función de Ø)
- FS : Factor de seguridad



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Celso Fernando Escobar Vargasmorán
CIP: 19822

REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 97945301 - RPM 688277 - Tumbes

**SOLICITANTE: ROBLES RIOFRIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARFAN BORIS JEFFERSON**

MUESTRA : LIMO ARCILLOSO (ML)

PROCEDENCIA: C1 - M3 / PROF. 1.20 - 2.0mt.

PESO VOLUMETRICO NATURAL SECO (v)

PESO VOLUMETRICO (V)


- Peso de Anillo = 40.3gr.
- Peso de Anillo + muestra = 117.4gr
- Peso de Muestra = 77.1gr
- Volumen del Anillo = 50.32cm³
- Peso Volumétrico = 1.53 gr/cm³

DATOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA EN MAQUINA DE CORTE DIRECTO

	ESFUERZO		
ESPECIMEN	01	02	03
ESFUERZO INICIAL	0.5	1.0	1.5
ESFUERZO DE CORTE MAX. (Kg/cm ²)	0.355	0.61	0.865

RESULTADOS DE GRAFICO

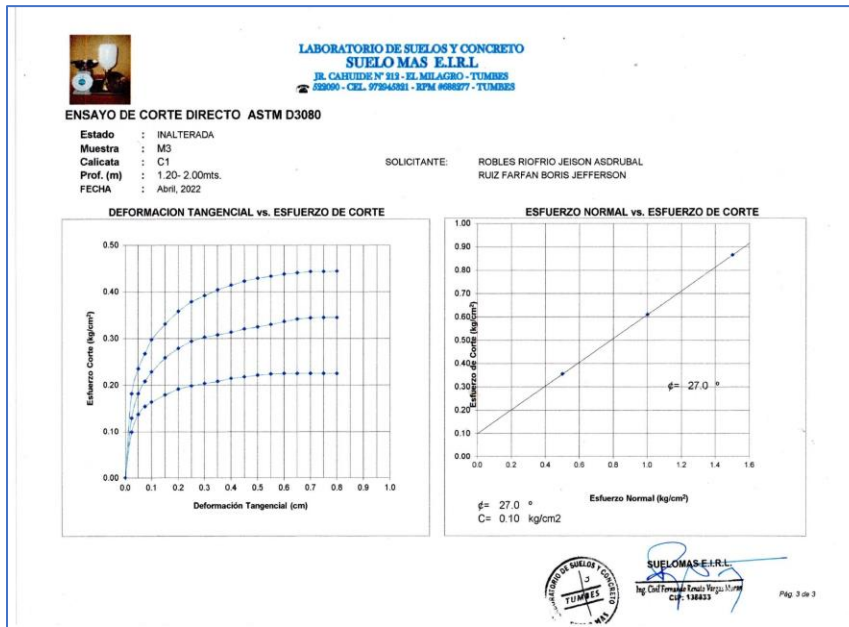
- Angulo de fricción interno = 27°
- Cohesión = 0.10 kg/cm²
- Tangente (tgØ) = 0.51



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Celso Fernando Escobar Vargasmorán
CIP: 19822

REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Continuación



Continuación



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 348 - EL MILAGRO - TUMBES
022090 - CEL. 972945321 - RPM 0988277 - TUMBES

**SOLICITANTE: ROBLES RIOFRIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARFAN BORIS JEFFERSON**

MUESTRA : ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD (CL)

PROCEDENCIA: C2 - M2 / PROF. 1.35- 2.0ml.

PESO VOLUMETRICO NATURAL SECO (v)

PESO VOLUMETRICO (V)

- Peso de Anillo = 40.3gr.
- Peso de Anillo + muestra = 123.4gr
- Peso de Muestra = 83.1gr
- Volumen del Anillo = 50.32cm³
- Peso Volumétrico = 1.65 gr/cm³

DATOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA EN MAQUINA DE CORTE DIRECTO

	ESFUERZO		
ESPECIMEN	01	02	03
ESFUERZO INICIAL	0.5	1.0	1.5
ESFUERZO DE CORTE MAX. (Kg/cm ²)	0.36	0.54	0.72


RESULTADOS DE GRAFICO

- Angulo de fricción interno = 20°
- Cohesión = 0.18kg/cm²
- Tangente (tgØ) = 0.36



SUELOMÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Ricardo Vargas Morales
CIP: 138833

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 348 - EL MILAGRO - TUMBES
022090 - CEL. 972945321 - RPM 0988277 - TUMBES

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Estado : INALTERADA

Muestra : M2

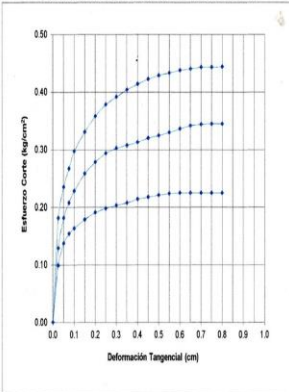
Calicata : C2

Prof. (m) : 1.35-2.00mts

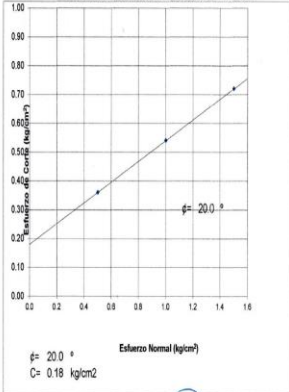
FECHA : Abril, 2022


SOLICITANTE: ROBLES RIOFRIO JEISON ASDRUBAL
RUIZ FARFAN BORIS JEFFERSON

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE

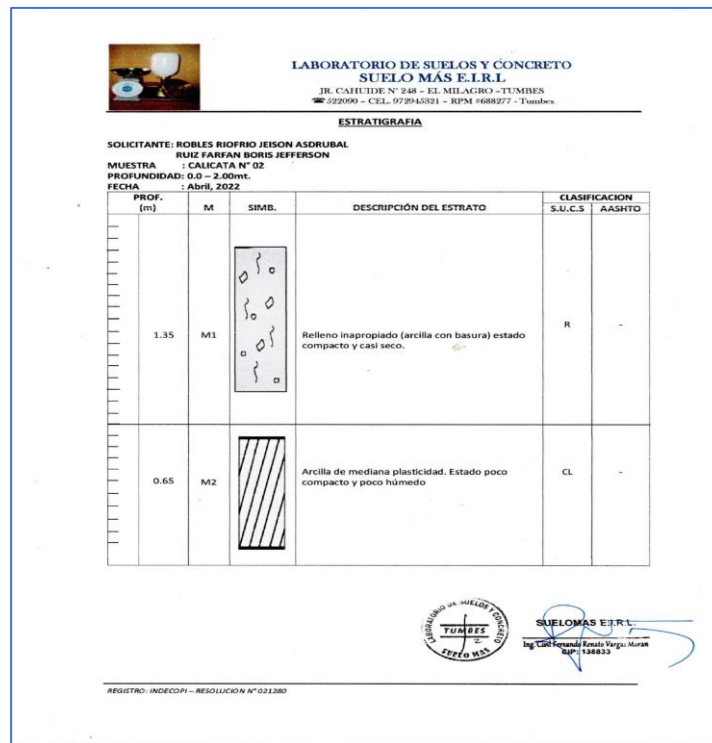
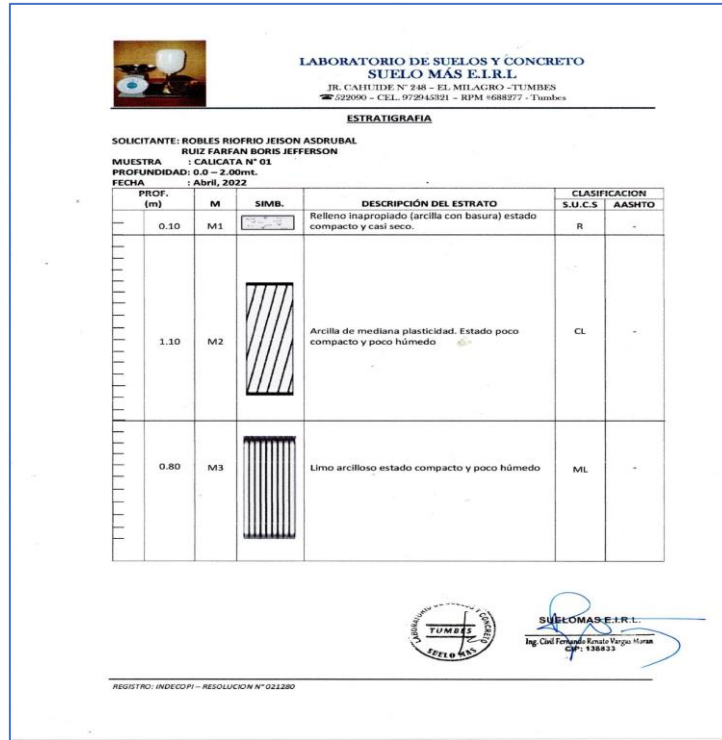




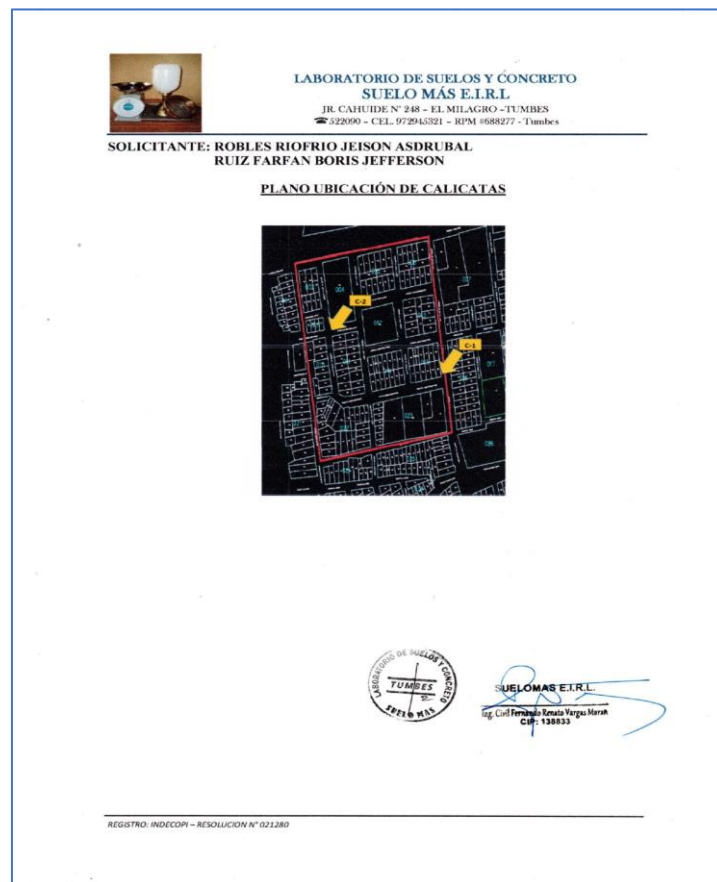
SUELOMÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Ricardo Vargas Morales
CIP: 138833

Fig. 3 de 3

Continuación



Continuación



Anexo 12: Galería fotográfica



Figura 19: Tesistas registrando las muestras de la calicata C1



Figura 20: Tesistas midiendo profundidad de la calicata

Continuación



Figura 21; Tesistas verificando el cavado de la calicata C1



Figura 22: Tesistas verificando la elaboración de la calicata C1

Continuación



Figura 23: Tesistas verificando excavado de la calicata C2



Figura 24: Verificando profundidad de la calicata C2

Continuación



Figura 25: Tesistas verificando calicata C2



Figura 26: Excavado de la calicata C2

Continuación



Figura 27: Preparando la máquina Casagrande



Figura 28: Observando resultados

Continuación



Figura 29: Ordenando los tamices



Figura 30: Preparando muestra para el autoclave

Continuación



Figura 31: Disponiendo para medición



Figura 32: Anotando pesos del material

Continuación



Figura 33: Midiendo límite líquido en la máquina Casagrande



Figura 34: Observando características de la muestra

Continuación



Figura 35: Anotando valores



Figura 36: Observando la cuchara de Casagrande