

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



Aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector  
8 de marzo, Huaraz 2020.

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

**Aquino Garay, Ivan Henry**

Asesor:

**Mejía Oncoy, Elencio Melchor**

Huaraz – Perú

2020

## Palabras clave

<b>Tema</b>	Capacidad sismorresistente
<b>Especialidad</b>	Ingeniería de la construcción

## Keywords

<b>Topic</b>	Earthquake resistant capacity
<b>Specialty</b>	Construction engineering

## Líneas de investigación

<b>Línea de Investigación</b>	Construcción y Gestión de la Construcción
<b>Área</b>	Ingeniería
<b>subárea</b>	Ingeniería Civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería de la Construcción

Título de la investigación

Aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de  
viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector

8 de marzo, Huaraz 2020

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de los aportes técnicos en la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo-Huaraz. Dentro de la metodología se diagnosticó 16 viviendas mediante datos técnicos y deficiencias de las estructuras, las cuales fueron analizadas en fichas de encuesta y de reporte, y luego se procesaron en el programa SAP2000 v.21, asimismo se realizó el análisis sísmico la cual se basó en la comparación de densidad de muros existentes con la densidad mínima requerida para que las viviendas soporten adecuadamente los sismos raros (0.4g) , encontrándose que las estructuras analizadas sin aplicar los aportes técnicos, presentan una baja capacidad sismorresistente 81.25%; finalmente se evaluó la influencia de los aportes técnicos en la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo Huaraz al aplicar los aportes técnicos, concluyendo que los aportes técnicos en un 85.00 %, influyen de manera positiva y mejoran la capacidad sismorresistente. Los resultados obtenidos contribuyeron a determinar la influencia positiva de los aportes técnicos en la autoconstrucción de viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.

## **ABSTRACT**

The main objective of this research was to evaluate the effect of technical contributions on the earthquake-resistant capacity of self-built confined masonry houses in the 8 de marzo-Huaraz sector. Within the methodology, 16 houses were diagnosed using technical data and deficiencies of the structures, which were analyzed in survey and report files, and then processed in the SAP2000 v.21 program, also the seismic analysis was carried out which was It was based on the comparison of the density of existing walls with the minimum density required for the houses to adequately support rare earthquakes (0.4g), finding that the structures analyzed without applying the technical contributions, present a low seismic resistance capacity 81.25%; Finally, the influence of technical contributions on the earthquake-resistant capacity of self-built confined masonry homes in the Huaraz 8 de Marzo sector was evaluated by applying technical contributions, concluding that technical contributions by 85.00% positively influence and improve earthquake resistant capacity. The results obtained contributed to determine the positive influence of the technical contributions in the self-construction of houses in the 8 de marzo-Huaraz sector.

## Índice

Palabras clave.....	i
Título de la investigación.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice.....	v
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>33</b>
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
<b>IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>73</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>80</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS Y APENDICE.....</b>	<b>84</b>

## Índice Figuras

<i>Figura N° 1.</i> Tipos de ladrillo en la construcción de viviendas en el sector 8 de marzo-Huaraz.....	41
<i>Figura N° 2.</i> Tipos de cimentación en la construcción de viviendas en el sector 8 de marzo-Huaraz.....	42
<i>Figura N°3.</i> Tipos de ubicación en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.....	42
<i>Figura N° 4.</i> Tipos de problemas estructurales en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo Huaraz.....	43
<i>Figura N° 5.</i> Calidad de mano de obra en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo Huaraz.....	43
<i>Figura N° 6.</i> Factores degradantes y otros en las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.....	44
<i>Figura N° 7.</i> % de tipos de ladrillos en la construcción de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.....	45
<i>Figura N° 8.</i> % de tipos de cimentación en la construcción de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.....	46
<i>Figura N°9.</i> Problemas de ubicación en las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.....	47
<i>Figura N° 10.</i> % de problemas estructurales en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo Huaraz.....	48
<i>Figura N°11.</i> % de calidad de mano de obra en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo Huaraz.....	49
<i>Figura N° 12.</i> % de factores degradantes y otros en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo Huaraz.....	50
<i>Figura N° 13.</i> Capacidad sismorresistente de las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo Huaraz.....	52

<i>Figura N° 14.</i> Análisis granulométrico por tamizado.....	54
<i>Figura N° 15.</i> Límites de consistencia y contenido de humedad.....	55
<i>Figura N° 16.</i> Determinación de la capacidad portante del suelo. ....	56
<i>Figura N°17.</i> Vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	57
<i>Figura N°18.</i> Vivienda 1 autoconstruida aplicando la norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	57
<i>Figura N°19.</i> Análisis de Vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	58
<i>Figura N°20.</i> Vivienda 2 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020. ....	58
<i>Figura N°21.</i> Vivienda 3 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	59
<i>Figura N°22.</i> Vivienda 3 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020. Sometida a estrés máximo.....	59
<i>Figura N°23.</i> Vivienda 3 autoconstruida aplicando la norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020. Sometida a estrés máximo.....	60
<i>Figura N°24.</i> Capacidad sismorresistente de las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras, al aplicar los aportes técnicos. ....	72
<i>Figura N°25.</i> Capacidad sismorresistente de las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras, sin aplicar los aportes técnicos. ....	73
<i>Figura N°26.</i> Capacidad sismorresistente de las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras, al aplicar los aportes técnicos. ....	73
<i>Figura N° 27.</i> Estado de las autoconstrucciones ....	146
<i>Figura N° 28.</i> Autoconstrucciones en el sector 8 de marzo-Huaraz 2020.....	146
<i>Figura N° 29.</i> Coordinación con las autoridades para el levantamiento información en campo.....	146
<i>Figura N° 30.</i> Levantamiento de información en campo de las fichas de reporte.....	146
<i>Figura N° 31.</i> Determinación de la capacidad portante del suelo.....	147
<i>Figura N° 32.</i> Determinación de límites de consistencia del suelo.....	147
<i>Figura N° 33.</i> Ensayos realizados en el laboratorio de la USP-Huaraz.....	147
<i>Figura N°34.</i> Toma de muestras para el estudio de mecánica de suelos.....	147

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1.</i> Distribución de Viviendas en el Perú.....	23
<i>Tabla 2.</i> <i>Distribución</i> de viviendas particulares en el Perú.....	24
<i>Tabla 3.</i> Variable independiente.....	39
<i>Tabla 4.</i> Variable dependiente.....	40
<i>Tabla 5.</i> Instrumentos y técnicas de investigación.....	44
<i>Tabla 6.</i> Características de las zonas encuestadas.....	51
<i>Tabla 7.</i> Ingreso promedio según nivel socioeconómico.....	51
<i>Tabla 8.</i> Tipo de suelo y ladrillo en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.....	60
<i>Tabla 9.</i> Tipos de cimentación en la construcción de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.....	61
<i>Tabla 10.</i> Problemas de ubicación en las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.....	62
<i>Tabla 11.</i> Problemas estructurales en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.....	63
<i>Tabla 12.</i> Calidad de mano de obra en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.....	64
<i>Tabla 13.</i> Factores degradantes y otros en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.....	65
<i>Tabla 14.</i> Análisis de la capacidad Sismoresistente.....	66
<i>Tabla 15.</i> Espectro de sismo para las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	68
<i>Tabla 16.</i> Promedios de proporción de participación de carga modal (%), antes de aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	73
<i>Tabla 17.</i> Promedios de proporción de participación de carga modal (%), después de aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	74

<i>Tabla 18.</i> Proporción de participación de carga modal estático (%) sin aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	74
<i>Tabla 19.</i> Proporción de participación de carga modal dinámico (%) sin aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	75
<i>Tabla 20.</i> Proporción de participación de carga modal estática (%) aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	75
<i>Tabla 21.</i> Proporción de participación de carga modal dinámico (%) aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	75
<i>Tabla 22.</i> Promedios de desplazamientos articulares sin aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	76
<i>Tabla 23.</i> Promedios de desplazamientos articulares aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	77
<i>Tabla 24.</i> Promedios de reacciones articulares (fuerzas y momentos) sin aplicar aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	78
<i>Tabla 25.</i> Promedios de las fuerzas de los elementos articulares (VIGAS) sin aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	79
<i>Tabla 26.</i> Promedios de las fuerzas de los elementos articulares (VIGAS) aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....	81

*Tabla 27.* Promedios de estrés de los elementos articulares (VIGAS) sin aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....82

*Tabla 28.* Promedios de estrés de los elementos articulares (VIGAS) aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....83

*Tabla 29.* Promedios de estrés de los elementos articulares (VIGAS) aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.....84

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la autoconstrucción de viviendas en el Perú representa un 60% del total dentro del sector, lo cual es un indicativo muy alto e indica que el sector edificación es sostenido por la "autoconstrucción", asimismo se puede señalar que de ese 60% no se registran las estadísticas de cuántas edificaciones son seguras o no ante un posible evento sísmico, ya que en muchos casos esas edificaciones fueron construidas sin la asesoría de profesionales pertinentes al área, dentro de ese marco es importante evaluar la influencia de los aportes técnicos contenidos en la Norma E. 030-Diseño Sismorresistente, y la Norma E 0.70-Albañilería, las cuales establecen las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico de acorde con los principios de Diseño Sismorresistente, los mismos que tras su aplicación en la autoconstrucción de viviendas, pueden mejorar la capacidad sismorresistente que presenta una vivienda.

Es por ello que se planteó la presente investigación ya que se busca obtener nuevo conocimiento en cuanto a la influencia de los aportes técnicos en mejorar la capacidad sismorresistente de las viviendas y de esta forma mantener las filosofías que rigen el diseño sismorresistente, las cuales son: Evitar pérdidas de vidas, Asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad.

Para tener una base sólida se revisaron algunos antecedentes, dentro de ese marco se estudió a autores internacionales tales como Núñez (2017), que, en su tesis titulada, ***Diseño Sismoresistente de edificios habitacionales de Petrocasa para la construcción repetitiva***; el cual tuvo como objetivo general proponer una solución estandarizada de diseño conceptual Sismorresistente e ingeniería básica para la construcción de un edificio de cuatro (4) niveles, de uso residencial. La metodología de diseño propuesta en la tesis, para la estructura de la edificación considerada, generó una respuesta eficiente y eficaz, al diseño estructural, en variadas condiciones sísmicas y de suelos, cumpliendo con las

normas que garantizan una vivienda segura. De esta manera se pretendió eliminar la circunstancia que en ocasiones, por la premura con la cual se llevan a cabo los proyectos de los desarrollos habitacionales, se deja de lado el riesgo sísmico; llegando a la conclusión que la investigación realizada, propone y desarrolla nueve (9) Tipos de Diseño, los cuales cumplen con estas tres condiciones: 80% ingeniería de alta calidad, que contemple los requerimientos sismorresistente de las Normas establecidas; 75% de una metodología de diseño tipificada, que permita acelerar la realización de los proyectos estructurales, y 25 % de la optimización máxima de los recursos, sin amenazar la calidad del diseño sismorresistente y su factibilidad constructiva.

Asimismo, Barlek (2015), en su tesis titulada, *Capacidad sísmica residual de columnas de hormigón armado*, el autor tuvo como objetivo determinar los factores de reducción de la capacidad sísmica y los índices de capacidad sísmica residual basados en la respuesta sísmica de dos especímenes seleccionados, para ello se elaboraron modelos numéricos con distinto nivel de refinamiento con el fin de reproducir el comportamiento histerético de las columnas, los ensayos elegidos para realizar este trabajo exhibieron fallas por flexión, al realizar los ensayos utilizando el programa de análisis no lineal de estructuras perform-3D, se obtuvieron el comportamiento de cada elemento sometido a carga lateral, prestando mayor atención a la rigidez, resistencia, ductibilidad y cantidad de energía disipada, de los procedimientos realizados y los resultados obtenidos se llegó a la conclusión de que en el caso de los modelos trilineales los resultados fueron dispares, aunque en ambos casos se disipo energía en exceso, para la unidad de Tanaka, este exceso alcanzo un 9,79%, mientras que para la unidad 8 de Zahn, se sobrepasó en un 33,81% al valor de energía total disipada experimentalmente.

También , Bedoya (2015), en su tesis titulada, *Estudio de resistencia y vulnerabilidad sísmica de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento*; el cual tuvo como objetivo efectuar una propuesta de vivienda unifamiliar de ferrocemento, que presente un bajo costo, la investigación fue desarrollada analizando el potencial, la

prefabricación, y las aplicaciones del ferrocemento en las viviendas de bajo costo, asimismo se analizó la evaluación de la vulnerabilidad sísmica que presentaban las mismas; se hizo un estudio de su fragilidad dentro del cual inspeccionaron 146 viviendas prefabricadas de pared delgada a base de cemento situadas en zonas donde la amenaza sísmica es entre intermedia y alta, llegando a las conclusiones de que las primeras grietas en las viviendas aparecen para una derivada aproximada del 0.12 %, mientras que el daño moderado, definido por fallos en malla y mortero aparece para una derivada del 0.8 %. Aproximadamente, estas derivadas corresponden a cargas de 15 y 37 kN.

Se estudiaron también a autores nacionales como Cárdenas (2019), que en su tesis tituladas, *Determinación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano Los Ángeles-Piura, 2019*; tuvo como objetivo principal determinar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano Los Ángeles –Piura; con metodología mixta y diseño no experimental; siendo su población, las Viviendas de Albañilería confinada en el Asentamiento Humano Los Ángeles de la Ciudad de Piura que cuentan con techo de losa aligerada y la selección de las muestras se realizó mediante el muestreo no probabilístico, por tal motivo se lograron encuestar un total de 10 viviendas de albañilería confinada consideradas como muestra para el presente trabajo de investigación. Donde obtuvo como resultados, mala calidad de mano de obra y materiales en un 80% de las viviendas evaluadas y Alfeizares sin aislar de la estructura principal en el 100% de las viviendas evaluadas y concluyó, que la Vulnerabilidad Sísmica encontrada en el análisis de las viviendas encuestadas fue alta en un 90%, y medio en un 10%.

Asimismo, Rojas (2017), en su tesis titulada, *comparación entre el método estático y dinámico (modal espectral y tiempo historia) aplicados en una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca*; tuvo como objetivo determinar el orden de menor a mayor en función a las demandas por los análisis sísmicos dados en la norma E 0.30 con la finalidad de comprender mejor la

aplicación de estos métodos de análisis. El sistema estructural de la edificación en la cual se compararon los métodos de análisis sísmicos es la albañilería confinada, asimismo se analizó los 4 niveles ubicado en tipo de suelo S2 y zona sísmica 3, el resultado mostro que el orden de mayor a menor en función a la solicitaciones demandadas de los análisis sísmicos de la norma E 0.30, son: el análisis sísmico estático es en promedio 23% mayor que el análisis modal espectral y 183 % mayor que el análisis modal tiempo historia.

También , Shaquihuanga (2014), en su tesis titulada, *Evaluación del estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector Fila alta-Jaén*; tuvo como objetivo evaluar dichas estructuras a través de las deficiencias técnicas y patologías presentes en dichas unidades de estudio; realizó una investigación descriptiva y transversal; la recolección de datos se realizó durante los meses de julio a octubre del 2014, mediante inspecciones preliminares y detalladas, se usaron formatos de evaluación en donde se registraron las deficiencias técnicas tales como: selección del tipo de unidades de albañilería, espesor de la junta de albañilería, unión de muro-techo, unión de muro-columna y patologías como grietas en muros, eflorescencia y humedad, asimismo se registró que el 100% de unidades de albañilería utilizadas eran del tipo artesanal, el 88% de muros tenían problemas de espesores de junta mayor a 1,5 cm, el 19 % de muros estudiados estaban desplomados. En el caso de patologías se llegó a determinar que el 15,28 % de muros estudiados tienen problemas de grietas, el 37,5% presentaban fallas por eflorescencia y humedad, llegando a la conclusión que tanto las deficiencias técnicas y patologías se deben a la falta de asesoramiento de un profesional calificado en el área.

Y, Mosqueira y Nicola (2015), en su tesis titulada, *recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada en la costa peruana*; en el cual los autores tuvieron como objetivo contribuir a la reducción del riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada construidas informalmente en la costa del país, dentro del cual la investigación desarrollo una metodología para determinar el riesgo sísmico de 270 viviendas ubicadas en 5 ciudades de la costa peruana, las cuales tras un

estudio, análisis y procesamiento en hojas de caculo recogieron las principales características de las viviendas, llegando entre las conclusiones de que un factor determinante que afecta la vulnerabilidad sísmica de las viviendas es la escasa densidad de muros, el 61 % del total de viviendas analizadas no tiene adecuada densidad de muros al menos en una de sus direcciones principales; el 72 % de las viviendas informales analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta; el 18% vulnerabilidad sísmico media y el 10 % vulnerabilidad sísmica baja.

Además en el ámbito regional, Meyhuay, Colonia y Tinoco (2015), publicaron su investigación en la revista indexada “Aporte Santiaguino vol. N°08”, que lleva por título: ***determinación de la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de la zona urbana del distrito de Jangas, aplicando el sistema de información geográfica***, el trabajo consistió en la determinación de la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de la zona urbana del distrito de Jangas que pertenecen a la provincia de Huaraz, en el lugar se aplicó el método del índice de vulnerabilidad planteado por los estudiosos italianos Benedetti y Petrini , para lo cual se elaboró la cartografía de la zona urbana en el datum WGS84 y mediante el análisis de once parámetros y la aplicación del SIG para la elaboración de mapas temáticos se ha determinado que, llegando conclusión que el 21,6% de las viviendas se encuentran en la clase A, con un vulnerabilidad baja, él 39 % en la clase B con vulnerabilidad media, el 34,9% en la clase C con una vulnerabilidad alta y el 45 % en la clase D con una vulnerabilidad muy alta, llegando a la conclusión que de acuerdo al índice de daño calculado y teniendo en cuenta el precio por metro cuadrado de construcción, si ocurriera un sismo con las características descritas los daños económicos ascenderían a la suma de S/. 54 436, 440.00.

Asimismo, Aranda (2019), en su tesis titulada, ***Evaluación del riesgo sismo-geotécnico de la Ciudad Universitaria de la UNASAM, 2018***, tuvo como objetivo realizar la evaluación del riesgo sismo-geotécnico de la ciudad Universitaria de la UNASAM, para ello se planteó una investigación de tipo aplicada, con un alcance correlacional, un diseño

no experimental, teniendo como población y muestra a la ciudad universitaria de la UNASAM. Para el desarrollo de la tesis se realizó trabajos como topografía, geotecnia y geofísica para determinar el peligro sismo-geotécnico, además se utilizó la metodología CENEPRED para el cálculo de la vulnerabilidad de las estructuras existentes. Finalmente, la investigación concluyó que en la ciudad universitaria de la UNASAM existe peligro sismo-geotécnico en los niveles medio, alto y muy alto, asimismo las estructuras existentes son vulnerables ante el peligro mencionado asimismo las propiedades dinámicas para el perfil geotécnico del estrato analizado de 0.00 a 10m mostraron una densidad de 1.60 t/m<sup>3</sup> con un módulo de corte = 12500 KN/m<sup>2</sup> y una presencia de nivel freático a 3.5 m.

Y por último , Reyes y Mercedes (2018), en su tesis titulada, ***Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa de Coyllur, Ciudad de Huaraz-Región Ancash***, los cuales tuvieron como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la Institución Educativa Pública de Coyllur, con la finalidad de fomentar acciones de mitigación ante un evento sísmico, de manera que no ponga en peligro la vida de los estudiantes ni del personal que labora en dicha institución, para lo cual se empleó el RNE E0.30, se presentó una metodología que valora el nivel de daño que pueden alcanzar ante un eventual sismo. Las edificaciones correspondieron a un sistema estructural; se utilizó la modelación a través del programa SAP para conocer los esfuerzos de desplazamientos y rotulas plásticas; la otra actividad de modelación fue a través del programa PUSHOVER, que determinó la curva de capacidad, asimismo se determinó la rigidez, resistencia y ductibilidad, utilizando la norma técnica; llegando entre las conclusiones a que la curva de capacidad en el pabellón de aulas tiene un desplazamiento de 0,069cm y una cortante de 440ton, es decir hay un desplazamiento muy pequeño considerando la fuerza cortante actuante en el diseño.

De las revisiones anteriores de los distintos antecedentes y autores se presenta lo siguiente:

Según Igarzabal y Peralta (2017), los **Aportes Técnicos** son los instrumentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos y otros, los aportes técnicos son los que apoyan las decisiones en el campo

Para la realización de la presente investigación se consideran los aportes técnicos a aquellas especificaciones referidas en el Reglamento Nacional de edificaciones en cuanto a la Norma E. 030-Diseño Sismorresistente y la Norma E 0.70-Albañilería, las cuales establecen las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico de acorde con los principios de Diseño Sismorresistente, las cuales se aplican al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resulten dañadas por las acciones de los sismos, las cuales se rigen a las siguientes filosofías: Evitar pérdidas de vidas, Asegurar la continuidad de los servicios básicos y Minimizar los daños a la propiedad, en tal sentido estudiaremos las siguientes normas:

### **Norma e 0.30 diseño sismorresistente**

La norma técnica E 0.30 Diseño Sismorresistente, engloba todos los aportes y normativas en cuanto a concepto y filosofía del diseño sismorresistente, asimismo se define el peligro sísmico, la categoría del sistema estructural, las regularidades de la estructura, el análisis estructural y los requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad, asimismo se analizan los elementos no estructurales, las cimentaciones, evaluación, reparación y reforzamiento de las estructuras.

También cabe indicar que dentro de la norma se encuentran las concepciones estructurales sismorresistentes, dentro de las cuales se deben tomar en cuenta la importancia de los aspectos tales como: simetría tanto en la distribución de masas como de rigideces, peso mínimo especialmente de los pisos altos, selección y uso adecuado de los materiales de construcción, resistencia adecuada frente a las cargas laterales, continuidad estructural tanto en la planta como en la elevación, deformación lateral limitada, buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa. La presente norma dentro de las consideraciones generales indica que toda edificación y cada una de sus partes tienen que ser diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas prescritas, siguiendo las especificaciones de las mismas pertinentes a los materiales empleados.

#### **Norma e 0.70 albañilería confinada**

Para la presente investigación también se analizó la Norma técnica E 070 Albañilería Confinada, ya que los aportes contenidos en esta norma son indispensables para la posterior evaluación de la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo-Huaraz.

Torres (2015), en concordancia a la Norma E 070, las construcciones de albañilería serán diseñadas basadas en los principios establecidos por la mecánica y resistencia de los materiales. Al determinarse los esfuerzos en la albañilería se tendrá en cuenta los efectos que son producidos por las cargas muertas, cargas vivas, sismos, vientos, excentricidades de las cargas, torsiones, cambios de temperatura, asentamientos diferenciales y otros. Asimismo, se puede indicar que, como concepción, las dimensiones y requisitos que se establecen dentro de esta norma tienen el carácter de mínimos y no se exigen de manera alguna del análisis, cálculo y diseño correspondiente, los cuales deben definir las dimensiones y también los requisitos a usarse en base a la función real de los elementos y de la construcción.

## **Autoconstrucción de Viviendas**

### **Autoconstrucción**

Según Gómez (2013), la autoconstrucción es el proceso de construcción o edificación de la vivienda realizada directamente por sus propios usuarios, en forma individual, familiar o colectiva. Por autoconstrucción se entiende en sentido estricto, las formas de edificación que se realizan mediante la inversión directa de trabajo por los propios usuarios de la vivienda, la autoconstrucción puede implicar el apoyo de parientes o amigos; en general se caracteriza por el empleo de fuerza de trabajo poco remunerada y en muchos casos no remunerada, bajo estas condiciones solo es posible aplicar un nivel técnico elemental, por lo regular de índole artesanal.

Galindo (2015), señala que la autoconstrucción en el Perú representa un 60% del total dentro del sector, lo cual es un indicativo muy alto e indica que el sector edificación es sostenido por la "autoconstrucción", De ese 60% no se registran las estadísticas de cuántas edificaciones son seguras o no, pero concluye que la mayoría no tiene asesoría de profesionales y considera que el crecimiento de esta actividad dentro del sector se debe a "un prejuicio" sobre lo caro que resulta contratar a profesionales del área; pero también refiere que en muchos casos no solamente el arquitecto o el ingeniero puede asesorar, hay técnicos especializados o maestros de obra que son muy buenos y que pueden asesorar, en tal sentido el autor busca fomentar la autoconstrucción pero de forma segura.

### **Factores que influyen en la Autoconstrucción.**

Gómez (2013) indica que la necesidad de una vivienda en donde residir, en el caso de los sectores tanto urbanos como rurales, es usualmente resuelta directamente por los propios interesados. Esto es consecuencia de la imposibilidad de los pobladores de bajos recursos económicos para adquirir viviendas en las zonas centrales de la ciudad. Los pobladores deben construir, valiéndose de su ingenio y mucho esfuerzo, sus viviendas.

Ellos hacen uso de sus tiempos libres para construir su casa por partes, contratando generalmente a albañiles o maestros de obra con un limitado conocimiento técnico. Por lo general los ocupantes viven en el terreno mismo cuando se está construyendo la vivienda poco a poco.

Dentro de los factores influyentes que se dan en el proceso de autoconstrucción de viviendas tenemos: la economía, la pobreza, el desconocimiento, la falta de control por parte de las autoridades pertinentes.

### **Proceso de Autoconstrucción**

Las etapas de construcción de las viviendas van desde la ocupación y nivelación del terreno hasta el techado con concreto. Este proceso toma, por lo general, un tiempo bastante largo, que puede ser de varios años.

### **Diferencias entre construcción informal y Autoconstrucción**

Según Keith Hart (1973), el gran caos urbanístico de las ciudades de Latinoamérica, se da por la construcción informal, asimismo define como “un conjunto dinámico de personas que actúan en un conjunto innumerable de acciones generadoras de ingresos no reguladas contractual y legalmente”. Construir una vivienda de manera informal incluye: invadir de forma colectiva o individual un terreno público, construir una vivienda en una urbanización ilegal, invadir con algunas familias una casa abandonada. A diferencia de este concepto, la autoconstrucción se basa en la construcción directa de la vivienda por parte del usuario.

### **La vivienda**

Haramoto (2001), indica que la vivienda se puede definir como el espacio creado por el hombre como respuesta a las necesidades humanas esenciales como cobijo y

protección del entorno natural, la vivienda no solo es el lugar de morada sino también un lugar de sociabilización e interacción con las personas de nuestro entorno. En los últimos 50 años en el país se han implementado algunas políticas públicas direccionadas al sector de la vivienda, las mismas que en su mayoría han respondido a intereses políticos o presiones de organismos internacionales, algunas de estas políticas perjudicando a la población ya que muchos de estos proyectos han sido realizados sin un análisis técnico como veremos a continuación una cronología de vivienda en el país.

En síntesis, debemos entender que la vivienda es el lugar privilegiado que consensa como en el mejor de los resúmenes lo esencial de la vida.

### **La realidad de la vivienda en el Perú**

La economía peruana en la última parte del siglo XIX y primeras décadas del XX, se sustentaba en la producción agrícola y en la exportación de materias primas tales como el guano, la caña de azúcar y después el caucho. Paralelamente, las necesidades de la vida moderna llevaron al desarrollo de una incipiente industria que congregó a un naciente proletariado urbano.

En ese aspecto en los años veinte, las ciudades se modernizaron, se construyeron grandes avenidas, casas para empleados y obreros en el caso de Lima, en las localidades del Rímac y en el puerto del Callao. En materia de vivienda social, algunas instituciones se encargaron de la constitución, alquiler y supervisión de la higiene de las viviendas de los sectores de menores recursos (Gómez, 2003). Es así como se demuestra una vez más la situación de problemas que se ven constantemente en el sector de vivienda como la es "La fuerte presión poblacional por acceder a una vivienda cerca de las zonas de mayor actividad económica, que ha generado, entre otras causas, la toma de terrenos públicos o privados por parte de la población sin control real de la autoridad, que más bien ha alentado esta iniciativa como una solución al problema de la vivienda.

Sin embargo Zavaleta (2012), menciona en su artículo que "La solución no puede ser inmediata, sino progresivamente, porque la vivienda es una consecuencia de la situación general del país y no podrá ser superada mientras no se afronte decididamente una transformación radical de su economía y organización".

### **Condiciones Básicas De Una Vivienda Adecuada En El Hábitat Urbano**

Haramoto (2001), todos sabemos que toda persona debe contar con una vivienda digna pero no solo eso es lo que se debe tener en consideración pues también debemos de conocer que las características que debe poseer para ser considerada una vivienda digna. Entonces partamos con la definición de vivienda: "La vivienda es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndoles de las inclemencias climáticas y de otras amenazas naturales. También se denomina vivienda a un apartamento, aposento, casa, departamento, domicilio, estancia, hogar, lar, mansión, morada, piso, etc.".

Conociendo esto decimos entonces que; "Cada hogar es una vivienda; y debe ubicarse sobre un lote mínimo de 60 m<sup>2</sup> y tener un área techada mínima de 40 m<sup>2</sup>; piso de cemento con muros de ladrillo, adobe, bloquetas o quincha; techo de tejas, calaminas, madera o concreto; estar saneada física o legalmente; tener conexión de agua potable, desagüe y energía eléctrica; acceso al servicio de recolección de basura; transporte público a una distancia de máxima de 600 m; centro educativo primario máximo a 1,000 m; puesto de salud máximo a 600 m; el barrio debe tener espacios reservados para actividades de recreación, cultura, etc."

### **El Acceso A La Propiedad**

En el Perú el acceso a la propiedad está establecido según la ley y por lo tanto debemos mencionar que; "La Constitución consagra el derecho a la vivienda, y el derecho

de propiedad. Asimismo, otorga a municipalidades, las competencias de la planificación del desarrollo urbano. Legislación permite que tierras del estado puedan ponerse a la venta precio levantamiento de la intangibilidad agrícola. Para los hogares de bajos y muy bajos ingresos, la demanda de vivienda es constante y la oferta reducida".

Según los datos del ministerio de vivienda nos dice: "La gestión actual, a través del Organismo de la Formalización de la Propiedad Informal COFOPRI, hasta el mes de mayo del presente año, ha otorgado 708,006 títulos a nivel nacional, cumpliendo así con el objetivo de avanzar en el proceso de la formalización de la propiedad privada, invirtiéndose en ella más de 333 millones de nuevos soles, beneficiando a más de 3 millones de personas".

A pesar de haberse dado una ligera recuperación en las ventas de viviendas se nota la falta de gran número de familias que aún no tienen una casa propia, Así mismo es necesario conocer la situación de la oferta privada de vivienda que hay en el Perú la cual nos refleja que; "La gran mayoría de la población no ha podido acceder a la oferta privada de vivienda en el Perú. El 41,83% de la población que necesita vivienda vive en extrema pobreza, el nivel socioeconómico bajo representa alrededor del 26,11% es decir, entre ambos suman un 67,94% de la población cuya demanda de vivienda no puede ser satisfecha por el sector privado, dadas las expectativas de ganancia de éstos"(Flores 2001)

### **Déficit De Vivienda**

Para el desarrollo de la presente investigación, el déficit se entenderá como "la cantidad de viviendas que faltan para dar satisfacción a las necesidades de una determinada población"

Sin duda el déficit de vivienda es un área que involucra discusiones complejas en el campo de lo político, demográfico y social. A su vez este déficit se divide en dos

modalidades, el déficit cuantitativo y el déficit cualitativo de vivienda, teniendo cada uno un diferente diagnóstico:

### **Déficit Cuantitativo**

Da cuenta de la carencia de unidades de viviendas aptas para dar respuesta a las necesidades habitacionales de la población.

### **Déficit Cualitativo**

Pone de relieve la existencia de aspectos materiales, espaciales o funcionales que resultan deficitarios en una porción del parque habitacional existente.

El déficit de vivienda en Perú se divide en dos tipos las cuales tenemos: "Déficit Cuantitativo que es la diferencia entre la cantidad de hogares y la cantidad de unidades de vivienda y el Déficit Cualitativo que se compone de dos categorías, la primera es la Vivienda sub estándar que vienen a ser viviendas estándar que no están en un adecuado estado de conservación y la Vivienda Des estandarizada que es una Vivienda en casa de vecindad, vivienda improvisada, local no destinado para habitación humana y otro tipo, este último tipo de vivienda es el que más abunda en nuestro país esto debido al alto índice de pobreza que aún existe y a la falta de distribución equitativa de los recursos por parte del estado.

Es por eso que según los reportes nos indican que el déficit de vivienda en el Perú en el año 2021 se estimaba en 1 millón 300 mil unidades de las cuales el 77% representan viviendas inadecuadas y el 23% viviendas faltantes. Esta situación se traduciría en una demanda de 110 mil unidades nuevas de vivienda por año; aproximadamente el 80% de esta demanda se habría cubierto mediante la autoconstrucción (Flores 2001).

## Situación Actual

### Parque Habitacional

El total de viviendas particulares, según el Censo de 2003, alcanzó la cifra de 5 099 592 unidades habitacionales distribuidas de la siguiente manera:

**Tabla 1.** Distribución de Viviendas en el Perú

<b>ITEM</b>	<b>UNIDADES HABITACIONALES</b>
Ocupadas con ocupantes presentes	4 427 517
Ocupadas con ocupantes ausentes	351 912
Ocupadas de uso ocasional	124 790
Desocupadas en alquiler o en venta	42 482
Desocupadas en reparación	36 684
Desocupadas por otros motivos	116 207
Total	5 099 592

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática (2003)

Esta cifra de 5 099 592 unidades habitacionales evidencia en relación con la obtenida en el Censo de 1981, un crecimiento anual de 121 249 unidades habitacionales con ocupantes presentes, lo que significa una tasa promedio de 2,8% anual. De éstas, la absoluta mayoría fueron producidas al margen de la formalidad y carentes de condiciones mínimas de habitabilidad.

Cabe destacar la existencia de 194 452 unidades habitacionales Ocupadas de Hecho. Se trata de aquellas que son construidas sobre terrenos que no son propios, producto de invasiones y sobre las que no se tiene derecho de propiedad reconocido, lo que constituye un problema social que se observa con mayor intensidad en Lima Metropolitana, donde el 8,6% de las viviendas son poseídas bajo esa forma.

## Perfil Habitacional

El análisis de la calidad y estructura de la vivienda (perfil habitacional) alude al carácter temporal o permanente de los materiales utilizados en su construcción, ello se vincula con las diferencias y las posibilidades de acceso a una vivienda con materiales adecuados, así como a las disparidades habitacionales definidas por lo urbano y rural, básicamente (Flores 2003).

Un nivel de desagregación por área de ubicación urbana y rural, pone de manifiesto condiciones aún menos ventajosas respecto a los materiales de construcción y servicios domiciliarios en el área rural. Así las condiciones en el área rural son preocupantes, donde seis de cada diez viviendas utilizan agua procedente del río, acequia o manantial. A nivel nacional, el mayor número de viviendas particulares se concentra en las categorías siguientes:

**Tabla 2.** Distribución de viviendas particulares en el Perú

Ubicación de Viviendas Particulares	Porcentaje
Pueblo Joven	17,9%
Urbanización	16,4%
Caserío	14,3%
Pueblo	13,9%
Ciudad	11,7%
Anexo	7,5%
Otros (Comunidad Campesina, Unidad agropecuaria, Barrio, Cuartel, etc.)	18,3%

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática (2003)

## **Déficit Habitacional**

Respecto al dimensionamiento del déficit habitacional no existe una cifra de común aceptación. Esta indefinición resulta de la poca o nula importancia que se le ha venido dando al estudio del tema habitacional en nuestro país. El mayor esfuerzo ha sido elaborado por el INEI a través de los Censos Nacionales de Población y Vivienda y de la encuesta Nacional de Hogares. Este esfuerzo no ha sido complementado con estudios de mayor nivel de desagregación.

## **Producción Habitacional Primaria: Lotes**

### **Disponibilidad del suelo**

En nuestro país, el suelo para usos residenciales puede resultar siendo escaso o abundante, dependiendo del tipo, tamaño o configuración de la ciudad o sector urbano en el que se pretenda edificar.

### **Patrones de ocupación**

Los patrones de ocupación del suelo residencial no urbano, según tipo de poblamiento, tenencia y nivel de habilitación se pueden agrupar en dos: invasión – formalización – urbanización progresiva y urbanización previa – adquisición – inscripción registral.

Ramos (2007), indica que el primero de los patrones prima a nivel nacional, con la consiguiente carencia mayoritaria de derechos de propiedad reconocibles, insuficientes e inacabadas obras de urbanización. Este patrón se repite a lo largo del territorio nacional, con la consiguiente extensión urbana de los centros de población hacia las faldas de los cerros, márgenes de los ríos, terrenos eriazos y terrenos de cultivo.

## **Marco normativo**

(Ramos 2007), en términos globales, las normas existentes no facilitan ni promueven el uso eficiente del suelo en términos de inversión, calidad urbana y residencial, como tampoco garantizan derechos de terceros. En cambio, propician la baja densidad residencial, el crecimiento expansivo de sectores residenciales, la relativa repercusión del uso del suelo en el precio final de la vivienda, la marcada distancia física y económica respecto del equipamiento económico y social, y la dilación o pérdida de oportunidades de inversión.

El diseño, licencia, ejecución y conformidad de obra, declaratoria de fábrica y administración de las edificaciones están supeditados a las normas técnicas y administrativas recogidas en el Reglamento Nacional de Construcciones, en la Ley de Regularización de Edificaciones, procedimiento para la declaratoria de fábrica y del régimen de unidades inmobiliarias de propiedad exclusiva y de propiedad común, en Ordenanzas Municipales, Decretos y Resoluciones de Alcaldía. Estas normas, en términos generales, limitan la creatividad profesional, no facilitan ni promueven la construcción convencional de viviendas y encarecen el producto final.

## **Aspectos tecnológicos**

La tecnología utilizada en la construcción de viviendas es mayoritariamente básica, con obvios niveles de baja productividad que se reflejan en el precio y la calidad de las viviendas. La producción habitacional está caracterizada por el predominio de técnicas artesanales, la baja proporción de elementos prefabricados o industriales, los bajos niveles de capacitación, la insuficiente utilización de maquinaria o equipos mecanizados, la carencia de innovaciones tecnológicas tanto en el diseño habitacional como en los materiales y componentes constructivos.

## **Economía Nacional y Sector Vivienda**

El Sector de Vivienda es un componente fundamental en la economía nacional debido a su efecto multiplicador sobre otras actividades económicas, en la generación de empleo y la inversión en el país. La medición de la producción sectorial se realiza a través del indicador PBI, cuyo aporte a la producción nacional viene constituyendo alrededor del 5,0% en los últimos años. Por el lado de las ofertas de productos del Sector, la producción de viviendas representa el 54,5%, el 26,9% a otros tipos de edificaciones y el 18,6% a otro tipo de construcción y mejoramiento de tierras.

El consumo intermedio (insumos) utilizado en el proceso productivo de la construcción con respecto del valor bruto de producción (VBP) en nuestro país representa el 52,2%; es decir, para incrementar la producción en 100 unidades, es necesario invertir 52 en insumos; los mismos que tienen un efecto multiplicador sobre aproximadamente 30 ramas de actividad, causando el mayor efecto en la producción minero no metálico (32,9%), siderurgia (10,2%) y mueblería metálica y madera (8,6%).

## **Organismos Públicos Sectoriales**

De conformidad con la actual estructura del Estado, corresponde al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento formular, evaluar, supervisar y en su caso, ejecutar las políticas del Sector Vivienda.

Hasta el año 1992 las actividades del Sector Vivienda estuvieron a cargo del Ministerio de Vivienda y Construcción. Durante la década de los noventa, diversas funciones que estuvieron a cargo de éste y que debieron ser asumidas por el Viceministerio de Vivienda y Construcción, fueron transferidas a otros organismos de la administración pública.

En términos generales, el sector difícilmente, podía cumplir con las funciones asignadas o las que le deberían corresponder debido a su progresiva desarticulación, la falta de coordinación inter e intra sectorial, la concentración y centralización de sus funciones, la carencia de mejores cuadros técnicos y profesionales y la insuficiencia de recursos financieros.

En el pasado la solución a la problemática habitacional se ha enfocado de manera parcializada o fragmentada y como una cuestión asistencial, a través de programas que impulsa el estado peruano. La vivienda era concebida como un problema que se reducía a la ocupación de un lote y a la autoconstrucción generacional de techos y paredes. Los derechos reales de la propiedad, el financiamiento habitacional, el desarrollo tecnológico y otros aspectos inherentes a la unidad de vivienda, se manejaban en compartimientos estancos. Igual tratamiento recibía la infraestructura y el equipamiento urbano, así como el entorno ambiental en la que ésta se ubica.

La política de producción de vivienda nueva no sólo ha sido insuficiente, sino que ha impulsado de manera reactiva la invasión, la autoconstrucción, el hacinamiento y la tugurización.

### **Principales causas para el Déficit de vivienda**

Son varios los factores que intervienen en la comunidad para acceder a una vivienda o mantenerla adecuadamente, entre los principales factores que contribuyen al déficit de la vivienda están: la pobreza, altos costos de los materiales y mano de obra, desempleo, especulación y altos costos de terreno, políticas de vivienda, entre otros.

A continuación, para el estudio de las principales causas para el déficit de viviendas, se describen cada uno de ellos:

## **La pobreza**

Se considera “pobre” a una persona si pertenece a un hogar que presenta carencias persistentes en la satisfacción de sus necesidades básicas incluyendo: vivienda, salud, educación y empleo. Se establece a un hogar como pobre si presenta una de las siguientes condiciones, o en situación de extrema pobreza si presenta dos o más de las siguientes condiciones:

La vivienda tiene características físicas inadecuadas (aquellas que son inapropiadas para el alojamiento humano: con paredes exteriores de lata, tela, cartón, estera o caña, plástico u otros materiales de desecho o precario; con piso de tierra. Se incluyen los móviles, refugio natural, entre otros. La vivienda tiene servicios inadecuados (vivienda sin conexión a acueductos o tubería, o sin sanitario conectado a alcantarillado o pozo séptico).

El hogar tiene una alta dependencia económica (aquellos con más de 3 miembros por persona ocupado y que el jefe(a) del hogar hubiera aprobado como máximo dos años de educación primaria. El hogar se encuentra en un estado de asinamiento crítico (aquellos con más de tres personas en promedio por cuarto utilizado para dormir)

## **Altos costos de materiales y mano de obra**

El alto costo de los materiales de construcción y los elevados costos de la mano de obra calificada también es uno de los principales factores para que las personas puedan acceder a una vivienda, si bien algunas personas cuentan con una parcela de terreno, estas al ser de escasos recursos no pueden construir su vivienda de forma dirigida y la elaboran con materiales reciclados como latas, cartones, plásticos. El problema de la mano de obra calificada es que en ciertos lugares hay una carencia de mano de obra y los pocos que quedan sus sueldos son elevados.

## **El desempleo**

Si bien el desempleo en el Perú en los últimos tiempos ha disminuido, muchas personas no cuentan con trabajo estable, y es por eso el temor que tienen las personas en endeudarse a largo plazo al no tener una estabilidad laboral no pueden pedir un crédito a las diferentes entidades gubernamentales y así poder construir su vivienda.

## **Especulación y altos costos de terrenos**

Los altos costos del metro cuadrado de terreno es otro de los factores para no poder acceder a la vivienda, las ciudades están abarrotadas de viviendas, y no existe espacios para construir y los pocos espacios sobrantes tienen un costo muy alto, siendo imposible para las personas pobres acceder a un terreno, además la especulación de terrenos es grande ya que el costo de estas sube a diario, dejando así ciudades segregadas y dejando el suelo menos rentable para la implementación de viviendas populares.

## **Albañilería confinada**

Shaquihuanga (2014), señala que la albañilería confinada es un sistema de construcción que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entre sí por un mortero, formando un conjunto monolítico llamado muro. La albañilería confinada se origina cuando el muro está enmarcado en todo su perímetro por el concreto armado vaciado con posterioridad a la construcción del muro.

San Bartolomé (1994), indica que el sistema de albañilería confinada tradicionalmente se emplea en casi toda Latinoamérica para la construcción de edificios de hasta 5 pisos, asimismo la albañilería confinada se caracteriza por estar constituido por un muro de albañilería simple enmarcada por una cadena de concreto armado, vaciada con posterioridad, generalmente se emplea una conexión dentada entre la albañilería y las columnas, esta conexión es más bien una tradición peruana, puesto que en Chile se utiliza

una conexión prácticamente a ras, que tuvo un buen comportamiento en el terremoto de 1985.

El pórtico de concreto armado, que rodea al muro, sirve principalmente para ductilizar al sistema; esto es, para otorgarle capacidad de deformación inelástica, incrementando muy levemente su resistencia por el hecho de que la viga (“solera”, “viga collar”, “collarín” o “viga ciega”) y las columnas son elementos de dimensión pequeñas y con escaso refuerzo. Adicionalmente, el pórtico funciona como elemento de arriostre cuando la albañilería se ve sujeta a acciones perpendiculares a su plano.

### **Unidad de albañilería de arcilla**

Gallegos (1986), la unidad de albañilería (ladrillo) es el componente básico para la construcción de la albañilería. Los ladrillos son hechos artesanalmente o industrialmente, y se caracterizan físicamente por tener buenas propiedades acústicas y térmicas. La principal propiedad mecánica del ladrillo es su resistencia a la compresión. Las unidades de albañilería pueden ser hechas de arcilla, concreto o cal. En este proyecto solo se han estudiado las viviendas de ladrillo de arcilla.

Arango (2002), los ladrillos se caracterizan por tener dimensiones y pesos que los hacen manejables con una sola mano en el proceso constructivo de asentado. El ladrillo tradicional de arcilla tiene un ancho promedio entre 12 a 14 cm, un largo entre 23 a 24 cm, y un alto entre 9 a 10 cm. Los ladrillos de arcilla más usados en las construcciones de viviendas son los mostrados en la Fig. 2.03. El ladrillo sólido o macizo puede tener alvéolos perpendiculares a la cara de asiento. La suma de las áreas de los alvéolos no debe ser mayor al 25% del área de la sección bruta del ladrillo. Los ladrillos perforados necesariamente tienen alvéolos cuyas áreas suman más del 25% del área de la sección bruta del ladrillo. Los ladrillos pandereta o tubulares tienen perforaciones paralelas a la cara de asiento.

## **Mortero**

Gallegos (1986), indica que el mortero es un adhesivo que une y cubre las irregularidades de los ladrillos de arcilla con relativa estabilidad en el proceso constructivo. Asimismo, menciona que el mortero se elabora con una mezcla de cemento, arena y agua. Algunas veces al mortero se le agrega cal para darle mayor capacidad de retención del agua de mezclado (retentividad).

La cantidad de agua que se le adiciona a la mezcla de cemento y arena debe ser la necesaria para que la mezcla sea trabajable. El ladrillo al absorber parte del agua de mezcla permite una mejor adhesión con el mortero. La albañilería confinada es un material estructural compuesto por unidades asentadas con mortero y reforzada con elementos de confinamiento de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras)

## **Tabiquería**

San Bartolomé (1994), Los tabiques son muros cuya función es la separación de ambientes. Los tabiques no se diseñan como parte de los elementos de la vivienda que resisten la fuerza sísmica. Los tabiques solo soportan carga generada por su propio peso y deben ser construidos con ladrillos panderetas o tubulares.

## **Capacidad sismorresistente**

San Bartolomé (1994), la capacidad sismorresistente se puede definir como la cualidad con la que se dota a una edificación para resistir los efectos de las cargas dinámicas y los movimientos que ocurren durante un sismo, teniendo como máxima prioridad proteger y resguardar la vida de las personas que la ocupan. Esto quiere decir que, aunque se tiene contemplado que la estructura sufrirá daños, el edificio no colapsara, cumpliendo así su objetivo, se dice que una edificación es sismorresistente cuando se

diseña y construye con una apropiada configuración estructural y materiales que garanticen una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de las fuerzas causadas por sismos frecuentes.

## **Principios de la sismorresistencia**

### **Forma regular**

San Bartolomé (1994), La geometría de la edificación deberá ser sencilla tanto en planta y en elevación. Las formas complejas, irregulares y asimétricas causan un mal comportamiento cuando la edificación es sacudida por un sismo. Una geometría irregular favorece que la estructura sufra torsión o que intente girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerza, que pueden ser difíciles de resistir.

### **Bajo peso**

Núñez (2002), Cuanto más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurra un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, por ejemplo, esta se moverá como un péndulo invertido causando esfuerzos y tensiones muy severas en los elementos sobre los cuales esta soportada.

### **Mayor rigidez**

San Bartolomé (1994), Es deseable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo. Una estructura flexible o poco solida al deformarse exageradamente favorece que se presenten daños en las paredes y también en las divisiones no estructurales, acabados arquitectónicos e instalaciones que usualmente son elementos frágiles que no soportan mayores distorsiones.

### **Buena estabilidad**

Núñez (2002), Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Estructuras poco solidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente. La falta de estabilidad y rigidez favorece que edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no cuentan con una suficiente separación entre ellas.

### **Suelo firme y buena cimentación**

Núñez (2002), La cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso de la edificación al suelo. También, es recomendable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilita el daño en caso de sismo.

### **Estructura apropiada**

San Bartolomé (1994), Para que una edificación soporte un sismo su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus

dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.

San Bartolomé (1998), los edificios de albañilería confinada, sometidos a fuerzas sísmicas, muestran casi siempre falla por corte como falla predominante. La capacidad resistente al corte  $V_R$  de un muro de albañilería está en función de la resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería ( $v'm$ ), de la reducción por esbeltez ( $\alpha$ ), de las dimensiones en planta del muro ( $t,l$ ) y de una carga reducida que soporta el muro (0,23Pg), quedando de este modo la relación:  $V_R=0,5 v'm. \alpha. t.l+.,23Pg$ .

San Bartolomé (1998), la densidad de muros en viviendas es la división del área de muros requerida  $A_m$  para el buen comportamiento sísmico entre el área de la planta. La Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E-030 establece la ecuación para calcular la fuerza sísmica  $V$  que una estructura tendrá ante sismos raros ( $0,4g$ ):  $V= Z.U.C.S.P/ R$ . La fuerza sísmica está en función de la zona sísmica  $Z$  (para la sierra  $Z=0,4$ ), del uso  $U$  de la estructura (para el caso de viviendas  $U=1$ ), del tipo de suelo  $S$ , del factor de amplificación sísmica  $C$ , del peso  $P$  de la estructura y de la reducción  $R$  por ductilidad (MTC 2003).

Del presente marco teórico se pudo analizar la **REALIDAD PROBLEMÁTICA:**

En los últimos años en la Región Ancash se ha observado un incremento poblacional debido a diversos factores, entre ellos podemos mencionar al crecimiento de la población Huaracina debido a la migración proveniente tanto del callejón de Huaylas como del callejón de Conchucos, ya sea por temas educativos, de comercio, de trabajo u otros; el

mismo que posteriormente crea una necesidad del habitante por construir su vivienda, la misma necesidad que según se observa lleva a que el usuario autoconstruya su vivienda sin la asesoría técnica o profesional lo cual se refleja en la baja calidad constructiva; cabe mencionar que en la actualidad la mayoría de viviendas se construyen de elementos tales como el ladrillo de arcilla, el concreto armado y el concreto ciclópeo, lo que comúnmente se conoce como vivienda o construcción de material noble, asimismo la calidad en construcciones civiles de las obras de edificaciones para viviendas tanto unifamiliares, multifamiliares, residenciales, tipo taller, entre otros, muchas veces ha constituido un problema en diversas partes del mundo, cuando una persona inicia la construcción de su vivienda sin la asesoría de los profesionales adecuados, o desconociendo las normas y reglamentos de edificación, posteriormente los problemas que presentara dicha vivienda constituyen un factor importante dentro de una determinada población que se verá afectada por la inadecuada construcción y el peligro que representa dicha vivienda, por ejemplo si ocurriera un evento sísmico, la calidad constructiva de las viviendas que presentan baja capacidad sismorresistente, son altamente vulnerables sísmicamente y representan un peligro grave; el hombre muchas veces piensa que la contratación de profesionales pertinentes al área de la construcción , constituye un gasto innecesario lo cual lo lleva a construir su vivienda de manera independiente y solo con la ayuda de un maestro de obra u albañil.

De lo anterior se puede **Justificar la investigación**, ya que el presente estudio a nivel científico pretende contribuir con aportes técnicos contenidos en el R.N.E a la Norma E. 030-Diseño Sismorresistente y la Norma E 0.70-Albañilería, las cuales establecen las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico de acorde con los principios de Diseño Sismorresistente, las cuales se aplican al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resulten dañadas por las acciones de los sismos, las cuales se rigen a las siguientes filosofías: Evitar

pérdidas de vidas, Asegurar la continuidad de los servicios básicos y Minimizar los daños a la propiedad.

Asimismo, a nivel Social se espera que le presente estudio impacten positivamente ya que cuenta con una metodología de realizar la evaluación y análisis de la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada, los resultados obtenidos contribuirán al desarrollo de una cartilla que contiene diversos aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente, la construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería confinada en el sector 8 de marzo. La cartilla presentara información sobre cada paso del proceso constructivo en forma gráfica y con lenguaje muy simple. Se espera que, con una adecuada difusión, esta cartilla pueda servir para que los pobladores y albañiles puedan conocer mejor cómo pueden construir viviendas con menor vulnerabilidad sísmica.

Con la finalidad de realizar aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de edificaciones de albañilería no confinada y evitar los problemas ya mencionados que en muchos casos se genera debido al desconocimiento constructivo sismorresistente de viviendas, la presente investigación propone crear soluciones estandarizadas del diseño conceptual de estructuras sismorresistentes.

### **De lo expresado se plantea el siguiente problema**

¿Cuál es la influencia de los aportes técnicos en relación a la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada, autoconstruidas en el sector 8 de marzo del distrito de Huaraz-provincia de Huaraz- departamento de Áncash?

Y también se realiza la **Conceptualización y operacionalización de variables**

**Tabla 3.** Variable independiente

VARIABLES	Definición conceptual	definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (X)= aportes técnicos	Según Igarzabal y Peralta (2017), los aportes técnicos son los instrumentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras.	Aplicación de los aportes técnicos al diagnóstico de 16 viviendas mediante datos técnicos y deficiencias de las estructuras, las cuales influirán de manera positiva en mejorar la capacidad sismorresistente.	Estimar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas. Mejorar la capacidad sismorresistente al aplicar los aportes técnicos.	Variaciones Encuesta cuestionario

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 4.** Variable dependiente

Variables	Definición conceptual	definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable dependiente (Y)= capacidad sismorresistente	Según San Bartolomé (1994), la capacidad sismorresistente se puede definir como la cualidad con la que se dota a una edificación para resistir los efectos de las cargas dinámicas y los movimientos que ocurren durante un sismo.	La capacidad resistente al corte VR está en función de la resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería ( $v'm$ ), de la reducción por esbeltez ( $\alpha$ ), de las dimensiones en planta del muro ( $t,l$ ) y de una carga reducida que soporta el muro ( $0,23Pg$ ), quedando de este modo la relación: $VR=0,5 v'm. \alpha. t. l+.,23Pg.$	Cortante basal (VR), permite determinar la fuerza lateral total como consecuencia de las fuerzas inercias que se induce a un sistema de N-grados de libertad, disminuyéndolo posteriormente a lo largo de las diferentes alturas de la estructura.	Tonf porcentaje

**Fuente:** elaboración propia.

Asimismo, se plantea la siguiente **hipótesis: Los aportes técnicos influyen de manera positiva y mejoran la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo- Huaraz.**

Con lo que se planteó también el **Objetivo General** de la presente investigación, el cual es **evaluar el efecto de los aportes técnicos en la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo- Huaraz.**

Asimismo, se desprenden los siguientes **Objetivos Específicos**

1. Diagnosticar los aportes técnicos en la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo- Huaraz.
2. Determinar la capacidad sismorresistente las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo- Huaraz sin aplicar los aportes técnicos
3. Aplicar los aportes técnicos para la construcción de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo-Huaraz
4. Determinar la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo Huaraz al aplicar los aportes técnicos
5. Evaluar la influencia de los aportes técnicos en la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo Huaraz al aplicar los aportes técnicos.

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo y diseño de investigación**

Según Hernández, Fernández & Baptista (2017), definieron al tipo de investigación aplicada, como el tipo que usa las teorías relacionadas a la variable para la solución de problemas reales, de lo cual el presente trabajo de investigación tuvo un tipo de investigación aplicada. Para Sabino (2016), los trabajos de indagación suelen clasificarse en aplicadas, según su propósito de vinculación a la resolución de un problema práctico y es en la investigación aplicada, donde los conocimientos a obtener son el insumo necesario para proceder a la acción, por ello que la presente es una investigación aplicada, puesto que está orientada en obtener nuevo conocimiento destinada a procurar soluciones a fin de conocer el impacto de los aportes técnicos en relación a la capacidad Sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo-Huaraz.

Presenta un diseño de investigación no experimental dado que estudia lo existente y las variables no se manipulan intencionalmente dado que resulta complicado hacerlo dadas las observaciones de fenómenos en su ambiente; este tipo de diseño es aquel en el cual el investigador no manipula una variable experimental no comprobada y no se encuentra bajo condiciones estrictamente controladas, por ende, la presente investigación es de diseño no experimental ya que no se manipularan las aplicaciones de los aportes técnicos para analizar la variable de la capacidad sismorresistente y tampoco las edificaciones autoconstruidas de acuerdo al prospecto de cada albañil (Pelella y Martins, 2012). De acuerdo a su fin es de nivel descriptivo y explicativo, puesto que los datos de la investigación serán obtenidos por observación de fenómenos condicionados por el investigador (Hurtado, 2002).

### **2.2 Población, muestra y muestreo**

## **Población**

Según; Tamayo y Tamayo (2006), la población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de población que integran dicho fenómeno; para la presente investigación la población está comprendida por las viviendas de albañilería confinada del sector 8 de marzo Huaraz, para nuestro caso según el reporte del número de viviendas empadronadas en el sector; proporcionada por el agente de dicho sector, se obtuvo un total de 115 viviendas.

## **Muestra y muestreo**

De acuerdo con, Palella y Martins (2008), definen la muestra como una parte o el subconjunto de la población dentro de la cual deben poseer características que se reproducen de la manera más exacta posible; para nuestro caso la muestra está representada por las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo del distrito de Huaraz.

Corresponde a un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia, para nuestro caso según el diseño de muestra tomando como referencia el esquema de tenorio (1990, pag.37) y en contraste con el tipo de muestreo probabilístico del instituto nacional de estadística e informática INEI; se determinó el tamaño de muestra en función al tamaño de la población:

$N =$  Tamaño de la población = 115

$Y = 1$ ; Valor promedio de una variable determinada, es decir, cada elemento de la población puede ser parte de la muestra.

$Se = 0.015$ : Error estándar.

$S^2 =$  varianza de la muestra=  $p(1-p) = 0.99(1-0.99) = 0.0099$

Varianza de la población =  $(0.015)^2 = 0.000225$

$$N5 = S2 / V = 0.99 / 0.00025 = 44$$

$$\text{Ajustando } N5: N^{\circ} = N5 / 1/N5/N = 44 / 1+44/230 = 16$$

### 2.3 Técnicas e instrumentos de investigación

Las técnicas para el estudio se llevarán a cabo mediante la observación y evaluación acerca de las viviendas de albañilería confinada y enfatizando en aquellas que presentan fallas estructuras y vulnerabilidad sísmica en el sector 8 de marzo-Distrito de Huaraz.

**Tabla 5.** Instrumentos y técnicas de investigación

Técnica	Instrumento	Fuente
Observación	Formatos de campo	edificación
	Fichas de encuesta	

**Fuente:** elaboración propia basado en el método del proyecto.

### 2.4 Procesamiento y análisis de la información

Para el desarrollo de la investigación se han realizado investigaciones de campo y teóricas. La investigación de campo consistió en las encuestas realizadas a las viviendas autoconstruidas del sector 8 de marzo. La investigación teórica involucró el desarrollo de las fichas de encuesta y de reporte, para ser procesados luego en el SAP2000 v.21; calculando básicamente, los factores de irregularidad, los desplazamientos, la distorsión admisible y la separación mínima a otras edificaciones; el análisis de la capacidad sísmica

de las viviendas y la aplicación de los aportes técnicos, la elaboración de la base de datos con los errores constructivos y la evaluación estadística fueron realizados en el programa IBM SPSS Statics 24 y la elaboración de la cartilla con recomendaciones y aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada fue realizado en Microsoft Excel 2016.

La metodología para el desarrollo de la investigación mediante el SAP 2000 v.21 fue la siguiente: Primero; se definieron unidades, geometría, materiales estructurales, secciones, elementos estructurales, segundo, se asignaron empotramientos en la cimentación, diafragmas, grupos en todos los elementos estructurales, se llevó a cabo el alineamiento de los elementos marco, se asignaron brazos rígidos y seleccionaron todos los marcos, se asignaron mesh a los elementos marco muros y losas, edge constrains a muros y losas; tercero, se definieron patrones en las cargas sísmicas, se modificaron casos de sismo y asignó el coeficiente sísmico, la dirección y excentricidad, definimos las combinaciones de carga (incluir envolvente), se asignaron cargas a la estructura en marcos y losas; por último, se definieron masas, espectro de respuesta sísmico, se intercalaron cambiando los sismos en X e Y con una gravedad de  $9.81 \text{ m/s}^2$ , se realizó el análisis y el diseño.

### **Investigación bibliográfica**

Se buscó información sobre estudios de capacidad sismorresistente y riesgo sísmico en viviendas de albañilería confinada. El documento que sirvió de base para esta investigación fue la tesis “Diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones en Lima” (Flores 2002). También se buscó informaciones sobre cartillas y manuales de construcción elaboradas anteriormente.

### **Selección de las zonas o manzanas a encuestar**

La ciudad escogida para realizar las encuestas fue Huaraz, más específicamente el Sector 8 de marzo, se realizó visitas previas a la zona seleccionada y según coordinaciones con las autoridades del sector para que brinden información a los propietarios y así se tenga facilidad y el acceso a la población seleccionada para el estudio. Las manzanas seleccionadas debían poseer características representativas del sector al que pertenecen, como tipo de suelo, topografía y tipo de construcciones.

### **Elaboración de las fichas de encuesta y de reporte**

En hojas de cálculo de MS Excel se elaboraron fichas (modelos) de encuesta y de reporte. Las fichas de encuesta sirvieron para recolectar información en campo sobre las características constructivas de las viviendas de albañilería. Las fichas de reporte se utilizaron para sintetizar la información recogida en las fichas de encuesta y realizar el análisis de la capacidad sismorresistente antes y después de la aplicación de los aportes técnicos.

### **Trabajo de campo**

Luego de haber seleccionado las manzanas a encuestar, se realizaron las encuestas a las viviendas autoconstruidas a las que se tenía acceso. Muchas veces los moradores no deseaban que sus viviendas sean encuestadas puesto que temían ser afectados con el pago de algún impuesto. El llenado de las fichas de encuesta, así como el croquis de cada vivienda fue hecho a mano.

## **Proceso de datos**

Después de culminado el proceso de encuesta se realizó el llenado de las fichas de reporte. En estas fichas se resumieron y se agruparon los errores arquitectónicos, estructurales y constructivos de cada vivienda encuestada. También se realizaron análisis sísmicos simplificados para determinar la capacidad sismorresistente de cada vivienda. El peligro sísmico fue determinado en base a la topografía de la zona, tipo de suelo y zona sísmica sobre la cual la vivienda fue construida. El cálculo de la capacidad sismorresistente y el riesgo sísmico se generó automáticamente en cada ficha de reporte.

## **Elaboración de la base de datos**

Se elaboró una base de datos reunido de forma estadística los problemas arquitectónicos, estructurales y constructivos de las viviendas encuestadas. Esta base nos da una idea de los errores más frecuentes en las viviendas autoconstruidas en el sector 8 de marzo-Huaraz.

## **Elaboración de las recomendaciones y aportes técnicos para la autoconstrucción de viviendas de albañilería confinada:**

Se realizaron un conjunto de recomendaciones y aportes técnicos siguiendo el RNE, con la norma E 0.30 y la Norma E 070, según el análisis de las fichas de reporte en cuanto a los procesos constructivos y de mantenimiento para la construcción de viviendas sismorresistentes de albañilería confinada.

## **Aplicación de los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente**

Se aplicarán el conjunto de recomendaciones técnicas en las fichas de encuesta de forma gráfica y simple con el objeto de influir positivamente en mejorar la capacidad

sismorresistente de viviendas sismorresistentes de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo Huaraz.

### **Descripción de las zonas encuestadas**

En la presente se describen las características generales de las zonas o manzanas encuestadas como, por ejemplo: los tipos de suelo, relieves, demografía y estadísticas socio-económicas. Además, se muestra el porcentaje de viviendas que han sido construidas con mano de obra de buena, regular y mala calidad. Una característica común en todas las encuestadas es que las viviendas son construidas sin asesoramiento técnico. Los datos estadísticos consignados en este capítulo se basan en la información proporcionada en el último censo y de las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI 1993, 2004). La ciudad donde se realizó las encuestas fue el distrito de Huaraz-provincia de Huaraz y departamento de Ancash. En el Anexo de la presente investigación se un croquis del sector 8 de marzo-Huaraz, en el cual se puede observar que cuenta con 12 manzanas, dicho sector se encuentra colindante por el este a la carretera Huaraz-Catac, por el norte con la AV. Pedro Villon, por el sur con el río seco y Tacllán, y por el oeste con el río santa.

### **Capacidad Sísmica**

En esta parte se realiza el análisis sísmico de las viviendas de albañilería. El análisis se basa en la comparación de la densidad de muros existentes con la densidad mínima requerida para que las viviendas soporten adecuadamente los sismos raros (0,4 g).

Para determinar el área mínima de muros que debe tener cada vivienda en el primer piso, se ha supuesto que la fuerza cortante actuante, producto de un sismo raro, dividida entre el área de muros requerida debe ser menor que la sumatoria de las fuerzas cortantes resistentes de los muros dividida entre el área existente de muros (ver anexo).

## Características de las zonas encuestadas

**Tabla 6.** Características de las zonas encuestadas

Ciudad	Zona de estudio	Características	Numero de encuestas	encuestador
Huaraz	sector 8 de marzo-Huaraz	suelo grava con limos relieve plano construcción de viviendas realizadas sin asesoramiento técnico 46 % de viviendas construidas con mano de obra de calidad media y un 40 % con mano de obra de mala calidad	16	Ivan Henry Aquino Garay

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla 7.** Ingreso promedio según nivel socioeconómico

Nivel socio económico	Ingreso promedio mensual (S/.)
Alto	3000
Medio alto	2000
Medio	1400
Medio bajo	910
Bajo	600

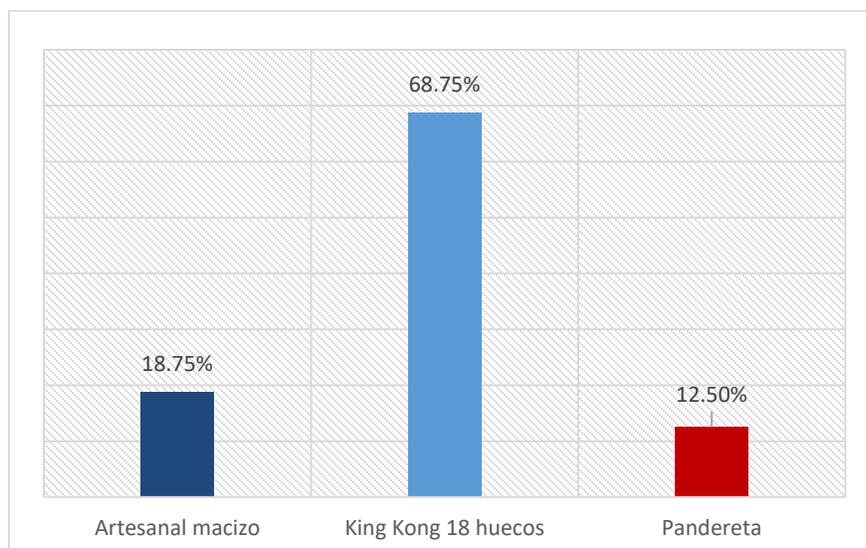
**Fuente:** elaboración propia.

### III. RESULTADOS.

#### 3.1 DIAGNOSTICO DE LAS VIVIENDAS SIN APLICAR LOS APORTES TECNICOS

En el resultado del diagnóstico de las viviendas sin aplicar los aportes técnicos se obtuvo un análisis cualitativo de la base de datos, se ha tenido en cuenta solo los problemas que han sido analizados mediante un procedimiento de observación. Es decir, para este análisis no se ha realizado ningún cálculo que permita averiguar numéricamente el comportamiento sísmico de la vivienda. Los problemas que se analizan están referidos a la ubicación, estructuración (sin considerar la densidad de muros), proceso constructivo, calidad de mano de obra y otros problemas mencionados en la base de datos.

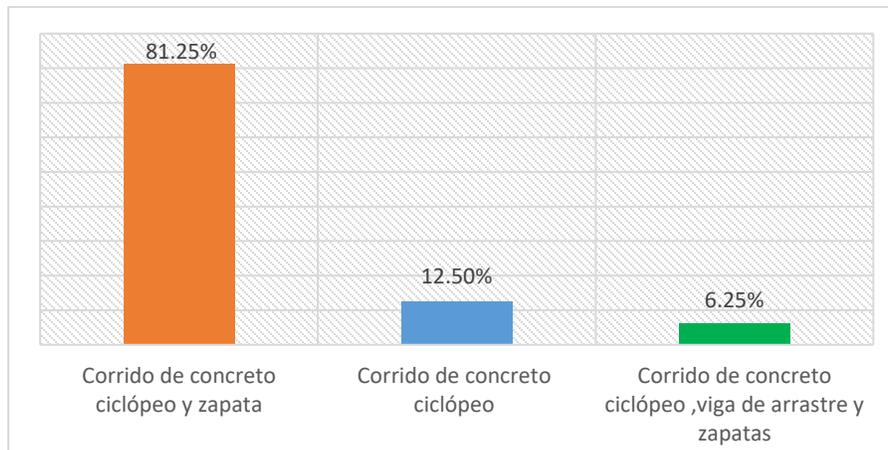
En el análisis cuantitativo se resumen los resultados de las fichas de reporte respecto a la densidad de muros. Este criterio de la densidad de muros nos indicará numéricamente si es que la vivienda tendrá un adecuado o inadecuado comportamiento durante un sismo raro (0,4 g). La densidad de muros es analizada en las dos direcciones de las viviendas. Si es que la vivienda no cumple al menos en una dirección con una densidad mínima, se concluye que la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.



*Figura N° 1:* Tipos de ladrillo en la construcción de viviendas en el sector 8 de marzo-Huaraz.

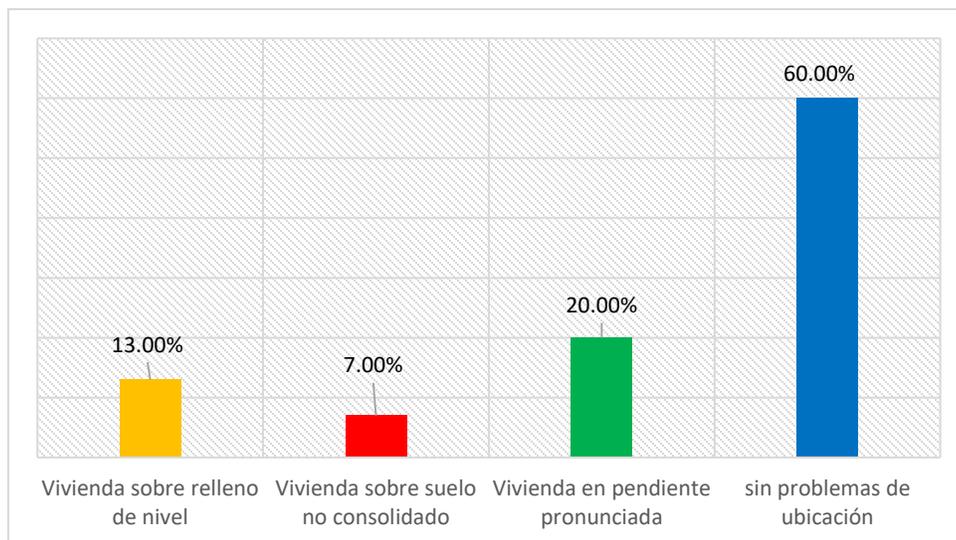
## INTERPRETACION:

Según la figura N° 1, en el sector 8 de marzo-Huaraz las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas; presentan muros construidos con el ladrillo King Kong 18 huecos, ladrillo pandereta y ladrillo artesanal.

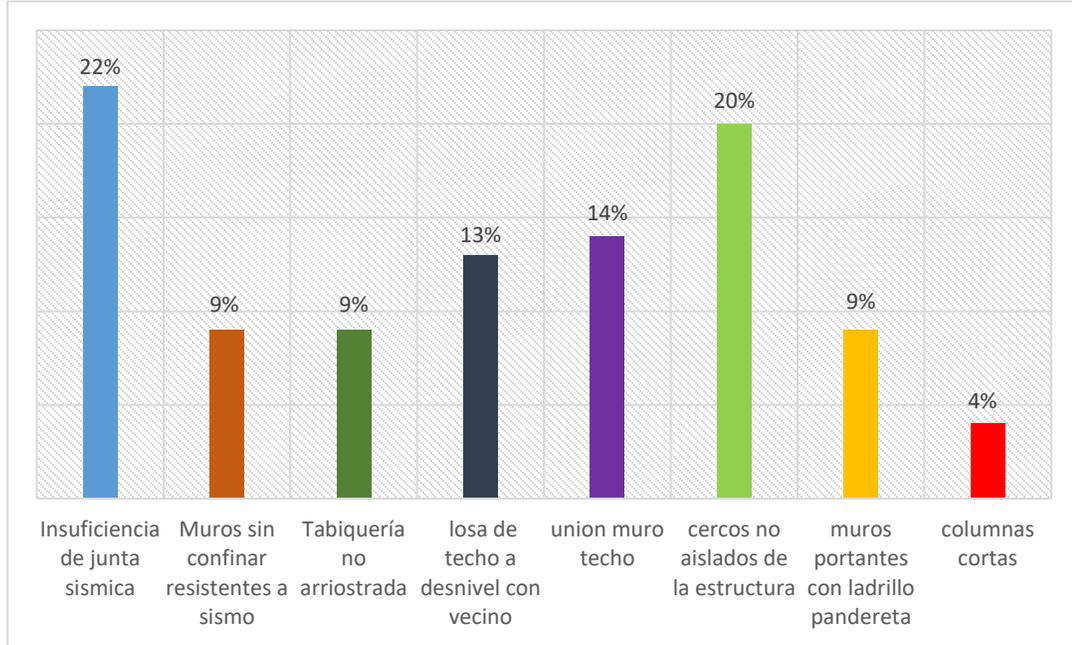


**Figura N° 2:** Tipos de cimentación en la construcción de viviendas en el sector 8 de marzo-Huaraz.

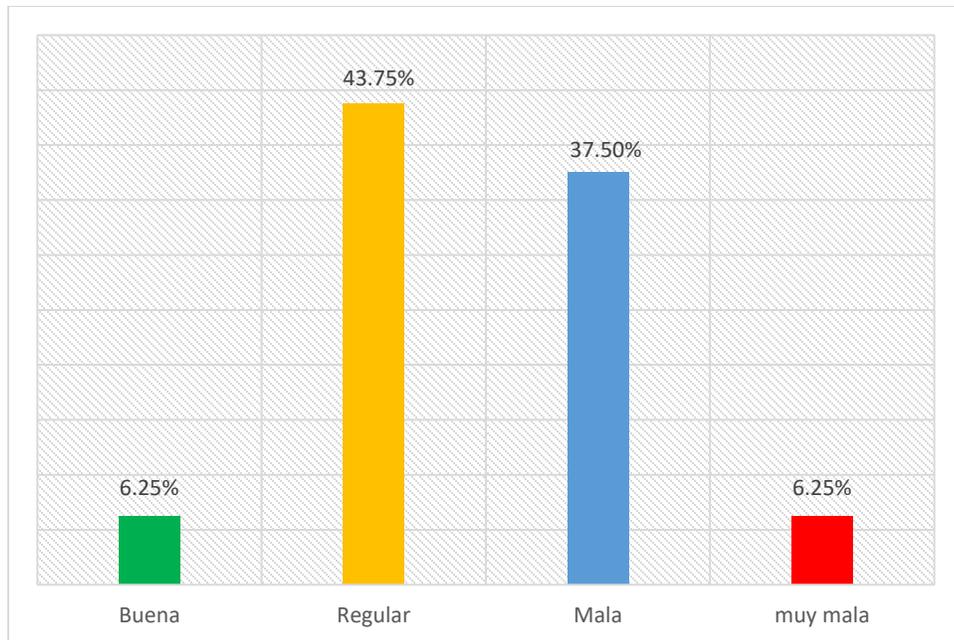
## Problemas de la vivienda



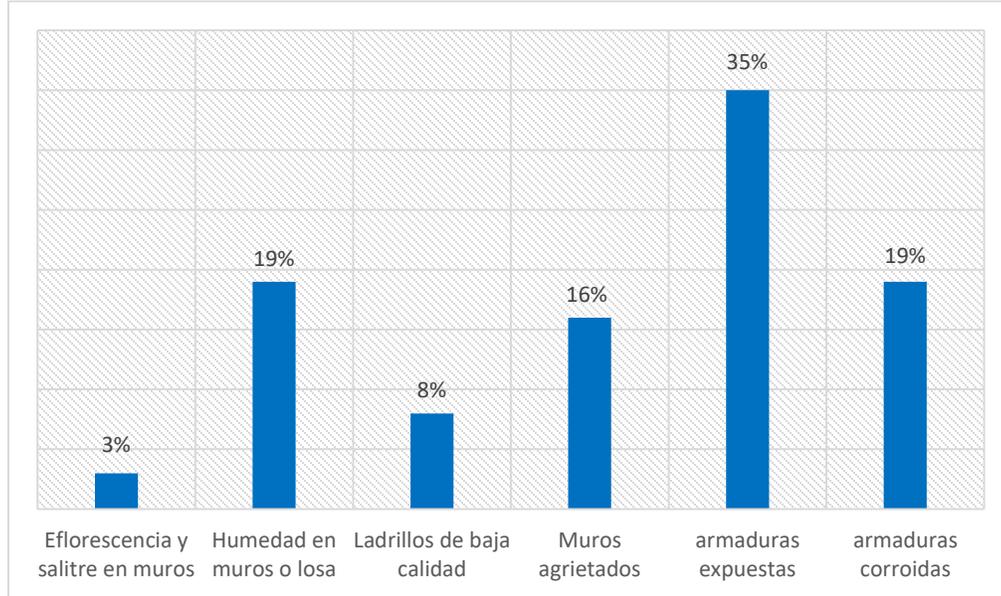
**Figura N° 3:** Tipos de ubicación en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.



**Figura N° 4:** Tipos de problemas estructurales en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.



**Figura N° 5:** calidad de mano de obra en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.



**Figura N° 6:** factores degradantes y otros en las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.

## DIAGNOSTICO CUANTITATIVO

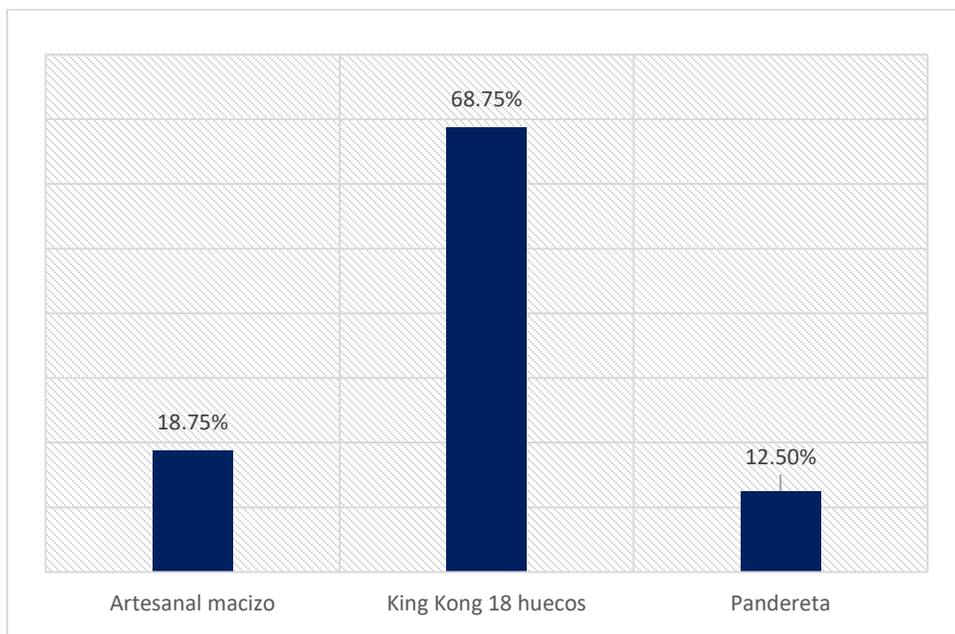
En el análisis cuantitativo se resumen los resultados de las fichas de reporte respecto a los diferentes parámetros analizados. La densidad de muros es analizada en las dos direcciones de las viviendas. Si es que la vivienda no cumple al menos en una dirección con una densidad mínima, se concluye que la vivienda no tiene adecuada densidad de muros. Además, en el análisis cuantitativo se ha evaluado la vulnerabilidad, peligro, riesgo sísmico y la capacidad sismorresistente de las viviendas. De acuerdo a los resultados de las fichas de reporte, se observa que más del 81,25% de las viviendas autoconstruidas del sector 8 de marzo-Huaraz, presentan baja capacidad sismorresistente. Se concluye que ante un sismo severo la mayoría de las viviendas autoconstruidas en dicho sector sufrirán daños importantes en su estructura.

## Características generales

**Tabla 8.** Tipo de suelo y ladrillo en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.

DESCRIPCION	FRECUENCIA	% DE VIENDAS
1 tipo de suelo		
Areno gravosa	16	100%
2 tipo de ladrillo		
Artesanal macizo	3	18.75%
King Kong 18 huecos	11	68.75%
Pandereta	2	12.50%
TOTAL	16	100%

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura N° 7:** % de tipos de ladrillos en la construcción de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.

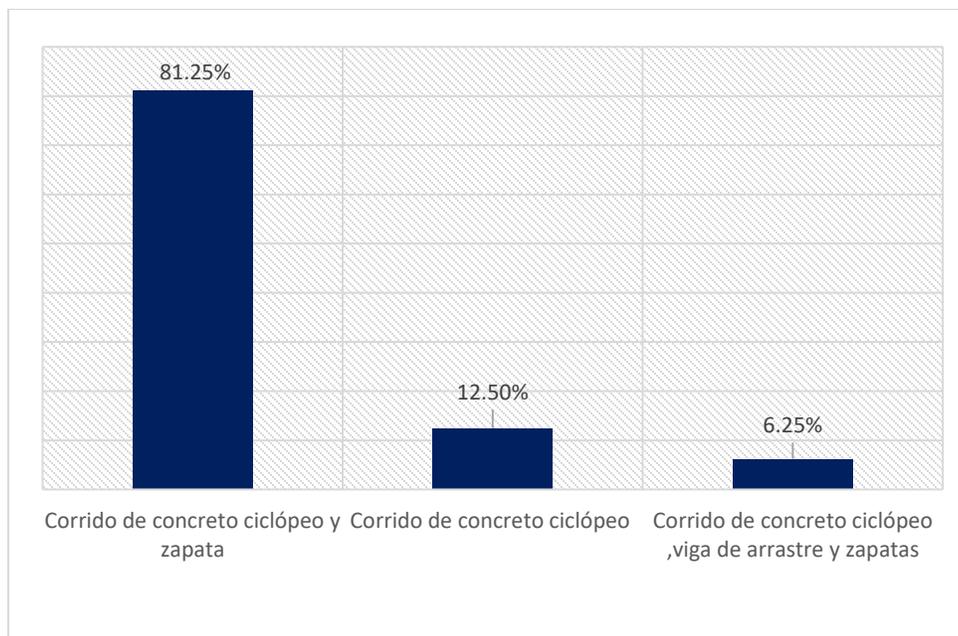
### INTERPRETACION:

Según la figura N° 7, en el sector 8 de marzo-Huaraz las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas; presentan muros construidos con el ladrillo King Kong 18 huecos en un 68.75%, ladrillo pandereta en un 12.5% y ladrillo artesanal en un 18,75%.

**Tabla 9.** Tipos de cimentación en la construcción de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.

TIPO DE CIMENTACION	FECUENCIA	% DE VIVIENDAS	
			%
Corrido de concreto ciclópeo	2	12.50	12.50%
Corrido de concreto ciclópeo y zapata	13	81.25	81.25%
Corrido de concreto ciclópeo, viga de arrastre y zapatas	1	6.25	6.25%
TOTAL	16	100.00	100%

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura N° 8:** % de tipos de cimentación en la construcción de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.

## INTERPRETACION:

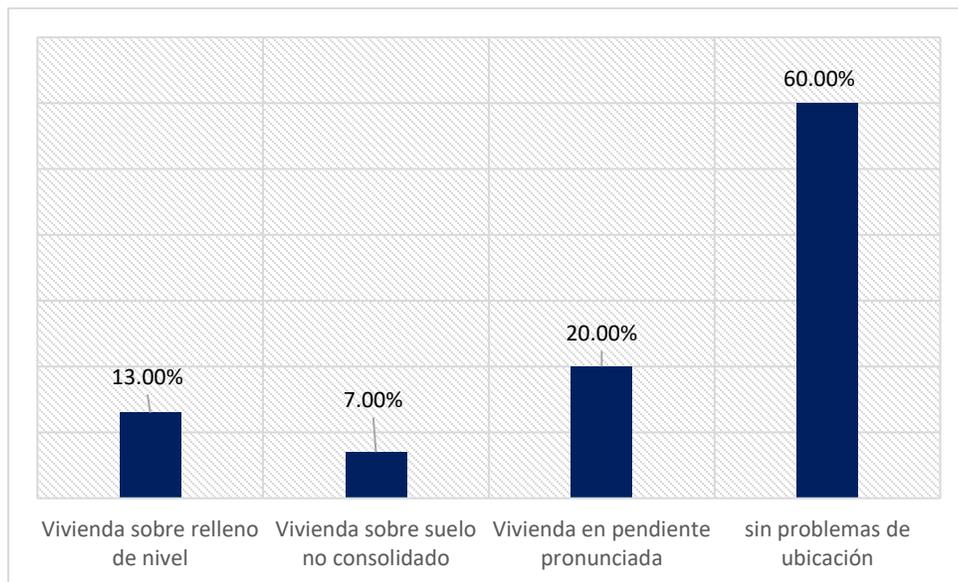
Según la figura N° 8, en el sector 8 de marzo-Huaraz las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas; presentan cimentaciones a base de cimiento corrido de concreto ciclópeo en un 12.5%, cimiento corrido y zapata en un 81.25 % y cimiento corrido de concreto ciclópeo más zapatas y vigas de arrastre en un 6.25%.

Problemas de la vivienda

**Tabla 10.** Problemas de ubicación en las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.

PROBLEMAS DE UBICACION	FECUENCIA	% DE VIVIENDAS	%
Vivienda sobre relleno de nivel	2	12.50	12.50%
Vivienda sobre suelo no consolidado	1	6.25	6.25%
Vivienda en pendiente pronunciada	3	18.75	18.75%
sin problemas de ubicación	6	37.50	37.50%

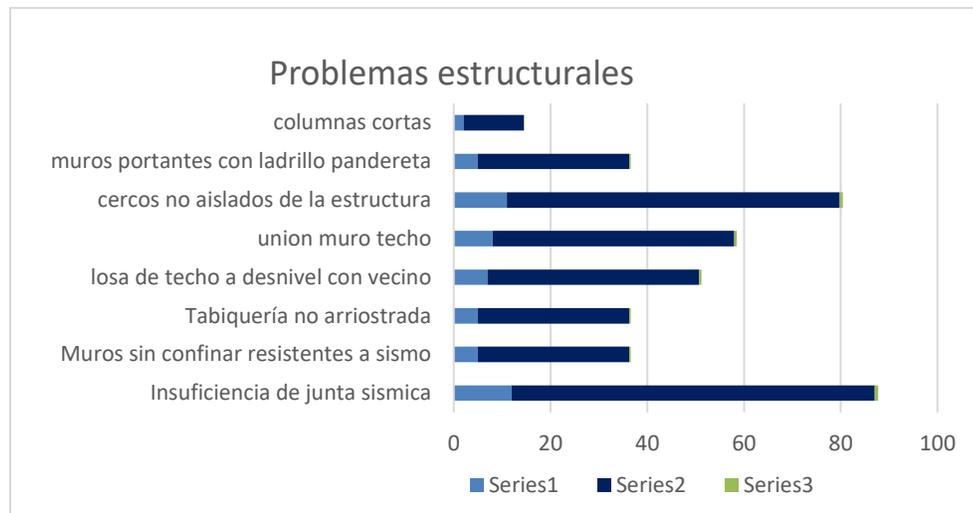
**Fuente.** Elaboración propia



**Figura N° 9:** Problemas de ubicación en las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.

### Interpretación:

Según la figura N° 9, en el sector 8 de marzo-Huaraz las viviendas presentan problemas de ubicación sobre relleno de nivel en un 12.50%, vivienda sobre suelo no consolidado en un 6.25% y vivienda en pendiente pronunciada en un 37.50%.



**Figura N° 10:** Problemas estructurales en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.

**Tabla 11.** Problemas estructurales en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras

PROBLEMAS ESTRUCTURALES	FECUENCIA	% DE VIVIENDAS	
		VIVIENDAS	%
Insuficiencia de junta sísmica	12	75.00	75%
Muros sin confinar resistentes a sismo	5	31.25	31.25%
Tabiquería no arriostrada	5	31.25	31.25%
Losa de techo a desnivel con vecino	7	43.75	43.75%
Unión muro techo	8	50.00	50%
Cercos no aislados de la estructura	11	68.75	68.75%
Muros portantes con ladrillo pandereta	5	31.25	31.25%
Columnas cortas	2	12.50	12.50%

**Fuente.** Elaboración propia

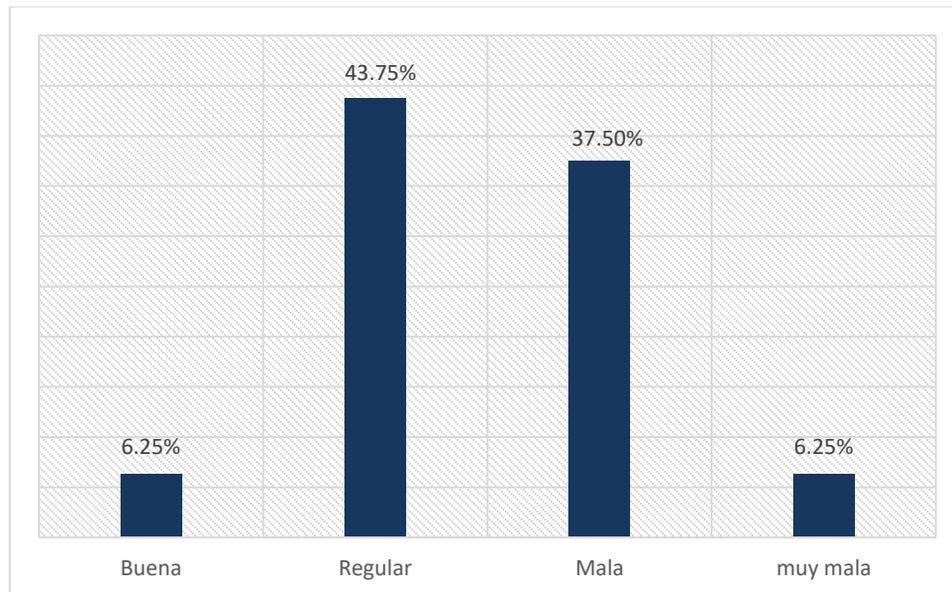
## INTERPRETACION:

Según la figura N° 10, en el sector 8 de marzo-Huaraz las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada, presentan problemas estructurales de insuficiencia de junta sísmica en un 75%, muros sin confinar a resistencia de sismo en un 31.25% y muros portantes con ladrillo pandereta en un 31.25%.

**Tabla 12.** Calidad de mano de obra en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.

MANO DE OBRA	FECUENCIA	% DE VIVIENDAS	%
Buena	1	6.25	6.25%
Regular	8	43.75	43.75%
Mala	6	37.5	37.50%
muy mala	1	6.25	6.25%

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura N° 11:** calidad de mano de obra en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.

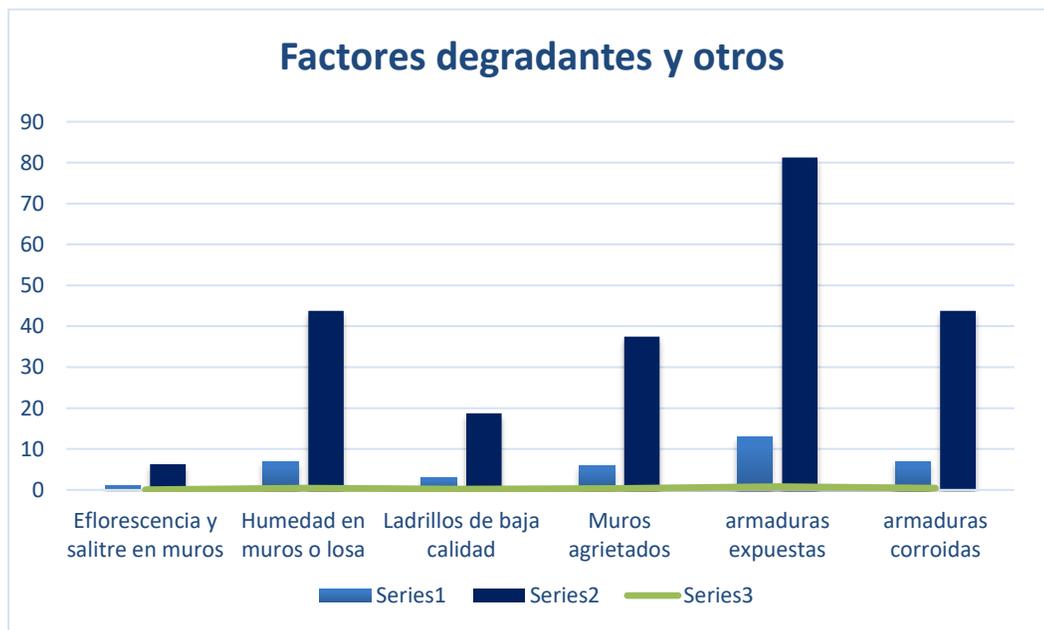
**INTERPRETACION:**

Según la figura N° 11, en el sector 8 de marzo-Huaraz las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada, presentan 7% de buena calidad de mano de obra, 46% de regular calidad de mano de obra, 40% de mala calidad de mano de obra y 7% de muy calidad de mano de obra.

**Tabla 13.** Factores degradantes y otros en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras.

FACTORES DEGRADANTES	FECUENCIA	% DE VIVIENDAS	%
Eflorescencia y salitre en muros	1	6.25	6.25%
Humedad en muros o losa	7	43.75	43.75%
Ladrillos de baja calidad	3	18.75	18.75%
Muros agrietados	6	37.5	37.50%
armaduras expuestas	13	81.25	81.25%
armaduras corroídas	7	43.75	43.75%

**Fuente.** Elaboración propia.



**Figura N° 12.** Factores degradantes y otros en las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz.

### **INTERPRETACION:**

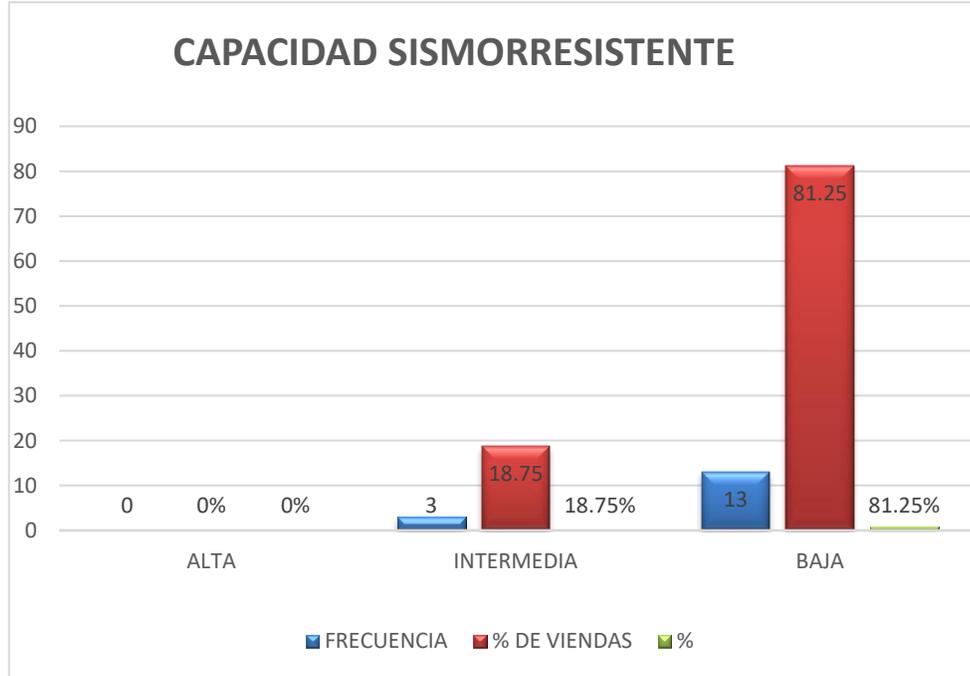
Según la figura N° 12, en el sector 8 de marzo-Huaraz las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada, presentan humedad en muros y losa en un 43.75%, armaduras expuestas en un 81.25%, ladrillos de baja calidad en un 18.75%, muros agrietados en un 37.5 % y armaduras corroídas en un 43.75%.

### **3.2 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD SISMORRESISTENTE SIN APLICAR LOS APORTES TECNICOS**

**Tabla 14.** Análisis de la capacidad sismorresistente

DESCRIPCION	FRECUENCIA	% DE	
		VIENDAS	%
ALTA	0	0%	0%
INTERMEDIA	3	18.75	18.,75%
BAJA	13	81.25	81.25%
NUMERO DE DATOS (N)	16	100	100%

**Fuente.** Elaboración propia.



**Figura N° 13:** Capacidad sismorresistente de las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz, sin aplicar los aportes técnicos.

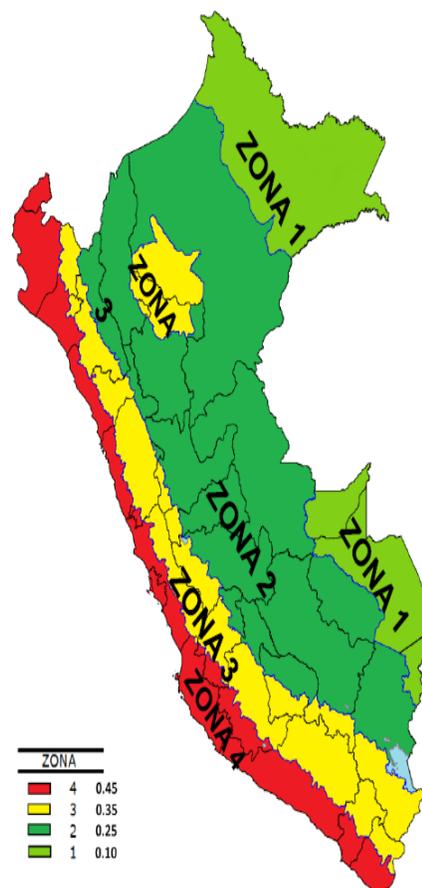
**INTERPRETACION:**

Según la figura N° 13, en el sector 8 de marzo-Huaraz las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada, presentan baja capacidad sismorresistente en un 81.25%, capacidad sismorresistente intermedia en un 18,75% y alta capacidad sismorresistente en un 0%.

### 3.3 APLICACIÓN DE LOS APORTES TECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN EL SECTOR DE MARZO-HUARAZ

**Tabla 15.** Espectro de sismo para las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020

ESPECTRO DE SISMO SEGÚN LA NORMA E.030 - 2020	
0.1 Zonificación, según la Norma E.0.30-2020	
Departamento	Ancash
Provincia	Huaraz
Distrito	Huaraz
Zona Sísmica	Huaraz
Parámetros de Sitio Según E.030- 2020	3
Perfil de Suelo Tipo: S2	
S	
Tp	1.15
TL	0.6
Caracterización de Viviendas Según E.030- 2020	2
Categoría de las viviendas	C(Edificaciones comunes)
C	
Restricciones de irregularidad	1.0
No se permiten irregularidades	
Sistemas Estructurales E.0.30-2020	
Albañilería Armada o Confinada	
R0	
Factores de irregularidad	3
Ia	
Ip	0.75
Coefficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas	0.75
R	
1.6875	RoxIaxIp
Análisis estructural	3x0.75x0.75
Peso	
Peso máx.	250 kg/m2
V	375 kg/m2
Sa	22.64 kg/m2



**Fuente.** Elaboración propia - espectro de sismo para las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

### 3.3.1 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS DEL SECTOR 8 DE MARZO-HUARAZ.



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO								
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)								
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
TESIS :	"Aportes Tecnicos para Mejorar la Capacidad Sismoresistente de Viviendas de Albañileria Confinada Autoconstruidas en el Sector 8 de Marzo, Huaraz 2020"							
SOLICITA :	BACH. AQUINO GARAY, Ivan Henry							
ELEMENTO :	SUELOS	HECHO POR :		Lab USP				
CANTERA :		ING. RESP. :		J S				
PROG (KM.) :		FECHA :		27-Jul-20				
DATOS DE LA MUESTRA								
CALICATA :	1	TAMANO MAXIMO :		2"				
MUESTRA :	01	SUELOS	PESO INICIAL :		3 440.6 g			
KM.			FRACCION LAVADA SECA :		1 462.6			
PROFUND. :	1.80 ml							
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	FORMULA DE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO B	TRABAJO	
3 1/2"	80.89							
3"	76.200							
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0			%Peso Piedra: 57.5%
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0			% Peso arena: 42.5%
1 1/2"	38.100	158.0	4.6	4.6	95.4			Limite Liquido (LL): 28.49
1"	25.400	569.0	16.2	20.8	79.2			Limite Plastico (LP): 24.41
3/4"	19.050	362.0	10.5	31.4	68.6			Indice Plastico (IP): 4.08
1/2"	12.700	354.0	10.3	41.6	58.4			Clasificaci3n(SUCS): GM
3/8"	9.525	188.0	5.5	47.1	52.9			Clasific (AASHTO): A-1-b (0)
1/4"	6.325	239.0	6.9	54.1	45.9			% Humedad: 10.8%
# 4	4.750	118.0	3.4	57.5	42.5			
# 10	2.000	321.0	9.3	66.8	33.2			
# 16	1.190	106.0	3.1	69.9	30.1			
# 20	0.840	54.0	1.6	71.5	28.5			
# 30	0.600	45.0	1.3	72.8	27.2			OBSERVACIONES :
# 40	0.420	35.0	1.0	73.8	26.2			GRAVA CON COMPONENTE LIMOSO
# 50	0.300	34.0	1.0	74.8	25.2			
# 60	0.177	27.0	0.8	75.6	24.4			
# 100	0.150	76.0	2.2	77.8	22.2			
# 200	0.075	185.0	5.4	83.2	16.8			
< N° 200	FONDO	579.6	16.8	100				
FRACCI3N		1,462.6						
TOTAL		3,440.6						

UNIVERSIDAD SAN PEDRO-FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE

Figura N° 14. Análisis Granulométrico por tamizado



**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>			
TESIS:	"Aportes Tecnicos para Mejorar la Capacidad Sismoresistente de Viviendas de Albañileria Confinada Autoconstruidas en el Sector 8 de Marzo, Huaraz 2020"		
SOLICITA:	<b>BACH. AQUINO GARAY, Ivan Henry</b>		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	27/07/2020
		FORMATO	-

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: N° 01	SUELOS	
MUESTRA	: N° 01	SUELOS	
PROF. (m)	: 1.80	ML	

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		7	6	11
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	55.77	65.66	60.82
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	48.11	58.07	53.37
PESO DE AGUA	(g)	7.66	7.59	7.45
PESO DEL TARRO	(g)	22.11	31.24	26.16
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.00	26.83	27.21
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.46	28.29	27.38
NUMERO DE GOLPES		16	28	34

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		30	36	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.19	32.43	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.24	31.41	
PESO DE AGUA	(g)	0.95	1.02	
PESO DEL TARRO	(g)	26.34	27.24	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.90	4.17	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.38	24.46	

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28.49
LIMITE PLASTICO	24.41
INDICE DE PLASTICIDAD	4.08



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUALHUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

*[Signature]*  
Ing. Jesus Ernesto Sofelo Montes  
CIP: 70751  
JEFE

Figura N° 15. límites de consistencia y contenido de humedad



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS :	"Aportes Técnicos para Mejorar la Capacidad Sismoresistente de Viviendas de Albañilería Confinada Autoconstruidas en el Sector 8 de Marzo, Huaraz 2020"
SOLICITA :	BACH. AQUINO GARAY, Ivan Henry
FECHA :	27/07/2020
ELEMENTO :	SUELOS
	HECHO LAB USP
	ING <sup>o</sup> Responsable : J.S

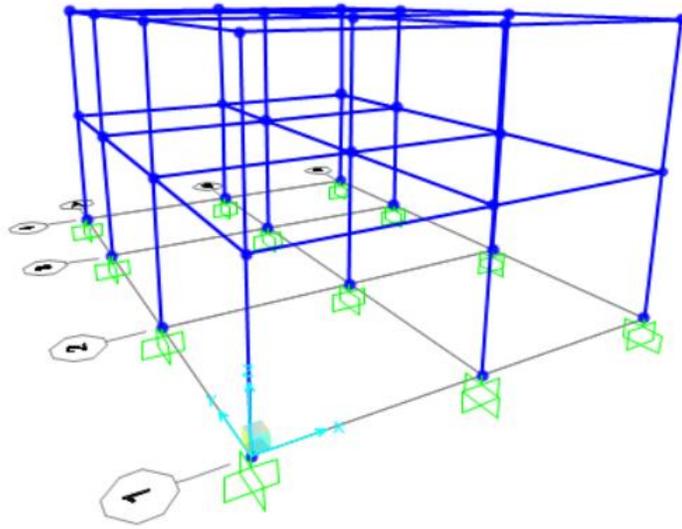
DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO -MÉTODO DE TERZAGHI-	
<b>Datos:</b>	
Profundidad de desplante, $D_f$ (mts):	1.5
Peso Volumétrico del suelo, $G_m$ (Ton/m <sup>3</sup> ):	1.476
Cohesión del suelo, $c$ (Ton/m <sup>2</sup> ):	0.0
Ángulo de fricción interna del suelo, $F_i$ (grados):	32
Ancho o Radio del cimiento, $B$ o $R$ (mts):	1.0
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme / 2-Arcilloso blando / 3-Arenoso	3
Factor de seguridad, F.S.: (3.5 / 3.0 / 2.5)	3.0
<b>Cálculos y Resultados:</b>	
Factores dependientes del ángulo de fricción: Para suelo arcilloso blando o arenoso:	
Factor de cohesión, $N_c =$	44.04
Factor de sobrecarga, $N_q =$	28.52
Factor de piso, $N_g =$	26.87
	$c^*2/3c = 0.01$
	$N^*c = 2/3N^*c = 29.36$
	$N^*q = 2/3N^*q = 19.01$
	$N^*g = 2/3N^*g = 17.91$
Para todo ciminto:	
Capacidad de carga última, $q_c$ :	
$q_c = c^*N^*c + G_m * D_f^* N^*q + 0.5 * G_m * B^* N^*g$	
Capacidad de carga admisible, $q_a$ :	
$q_a = q_c / FS$	
	$c^*N^*c = 0.4$
	$g^*D_f^*N^*q = 42.1$
	$0.5 * g^*B^*N^*g = 13.2$
	$q_c$ (Ton/m <sup>2</sup> ) = 55.7
	$q_a$ (Ton/m <sup>2</sup> ) = 18.6
	$q_a$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) = 1.86



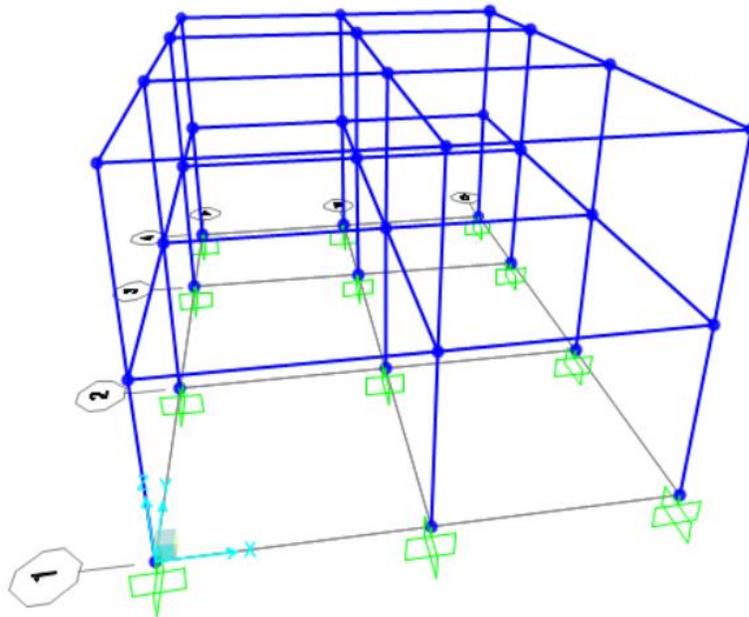
UNIVERSIDAD SAN PEDRO - JUAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENGAÑE DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Satelo Montes  
CIP: 70751  
JEFE

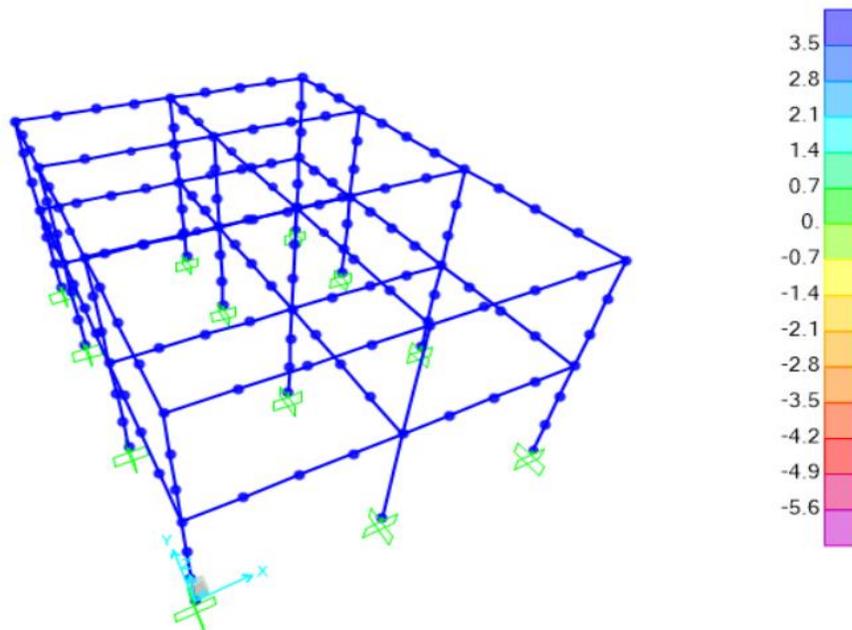
Figura N° 16. Determinación de la capacidad portante del suelo.



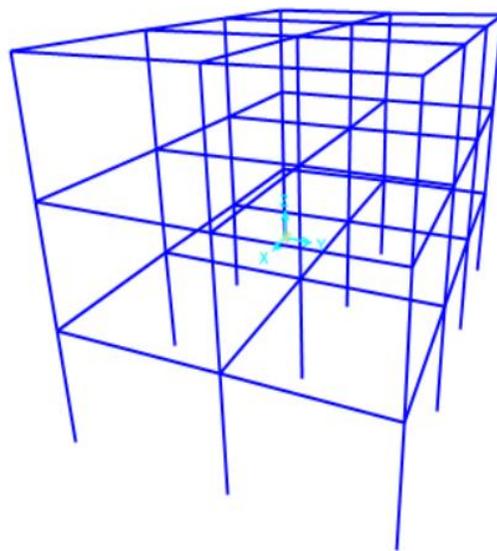
**Figura N°17.** Vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.



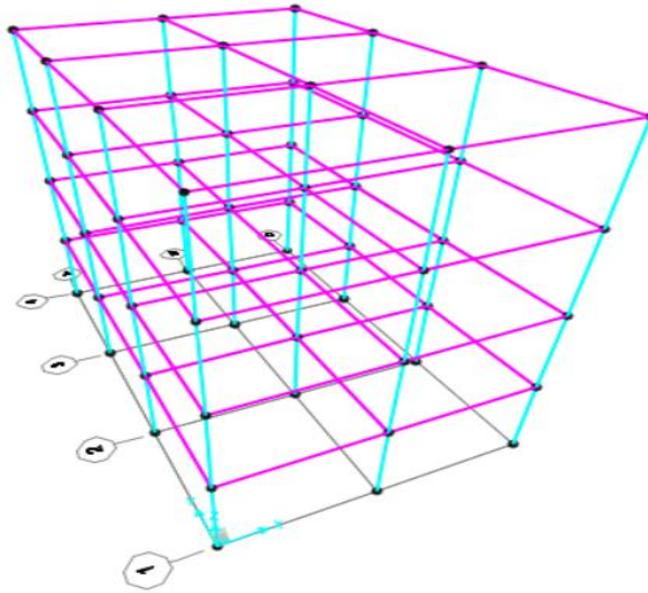
**Figura N°18.** Vivienda 1 autoconstruida aplicando la norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.



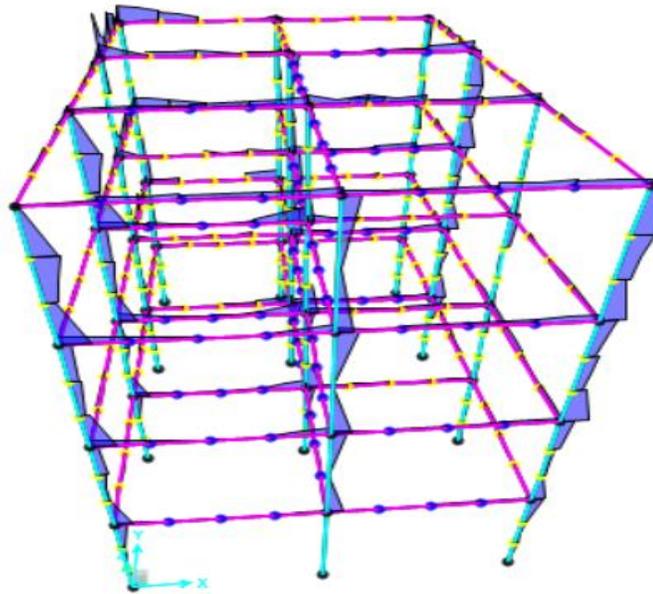
**Figura N°19.** Análisis de Vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.



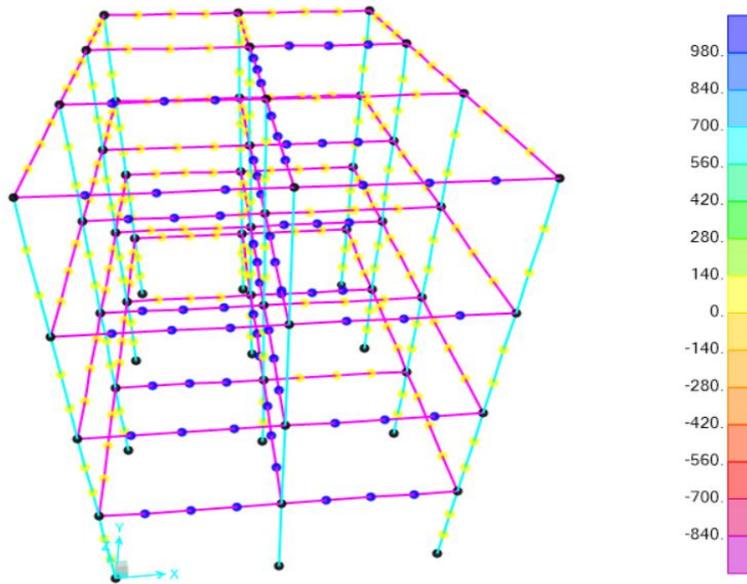
**Figura N°20.** Vivienda 2 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.



*Figura N°21.* Vivienda 3 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.



*Figura N°22.* Vivienda 3 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020. Sometida a estrés máximo.



**Figura N°23.** Vivienda 3 autoconstruida aplicando la norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020. Sometida a estrés máximo.

**Tabla 16.** Promedios de proporción de participación de carga modal (%), antes de aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

ITEM	Promedios de proporción de participación de carga modal (%).					
	UX		UY		UZ	
	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico
CASA 1	80.6412	29.3044	17.3217	4.1039	79.8705	40.9891
CASA 2	85.252	65.1525	62.3654	18.325	100.0926	42.1523
CASA 3	73.2546	80.6451	89.2541	75.2816	26.2458	98.2512
CASA 4	64.2322	38.6163	56.1785	42.0788	55.1523	63.4513
CASA 5	89.2365	29.0254	65.9852	48.2153	42.0251	83.2654
CASA 6	65.2354	35.2654	54.2312	48.6623	36.9822	69.2145
CASA 7	77.3658	75.2853	65.2358	89.3256	68.2854	98.3258
CASA 8	89.2563	48.3254	98.2542	78.3256	98.3256	98.3256
CASA 9	78.3984	56.3287	89.6532	48.2365	87.2541	69.6852
CASA 10	84.2542	78.2541	82.3254	64.2512	78.3254	65.3254

CASA 11	78.3251	69.2141	75.2541	65.2879	85.3621	58.2154
CASA 12	75.3254	49.3257	83.2541	49.3652	65.3251	49.5631
CASA 13	65.3251	63.2578	75.2835	46.5387	68.7145	58.3624
CASA 14	68.2456	45.3251	87.3624	56.3287	75.3657	48.3257
CASA 15	84.3215	75.2542	98.3125	75.3651	84.3622	98.2152
CASA 16	73.5481	45.3178	84.2315	65.2145	86.311	48.3254

**Fuente.** Elaboración propia.

**Tabla 17.** Promedios de proporción de participación de carga modal (%), después de aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

ITEM	Promedios de la proporción de participación de carga modal (%)					
	N					
	UX		UY		UZ	
	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico
CASA 1	85.3012	75.9319	42.5107	63.5198	98.1518	28.1874
CASA 2	98.2543	103.6065	87.6254	122.0788	100.0712	108.6813
CASA 3	85.2621	101.2542	94.2511	98.1521	84.2412	100.2541
CASA 4	88.5514	100.8256	98.2564	100.0745	87.0018	109.5632
CASA 5	98.0241	68.2453	89.2541	98.2512	78.3652	98.2153
CASA 6	89.3254	85.3645	78.3652	89.3254	78.3256	69.2145
CASA 7	94.3652	79.3256	84.3256	93.2542	79.3254	98.3154
CASA 8	93.2564	75.6253	98.2345	89.3265	98.3045	98.3056
CASA 9	88.6527	68.3254	94.3254	86.3258	93.2584	78.3254
CASA 10	94.3256	85.3254	90.1542	78.3254	85.2541	95.2141
CASA 11	87.5632	78.2541	86.2345	87.2541	98.2001	93.2541
CASA 12	91.2541	65.3254	89.6547	75.3261	73.1254	85.3264
CASA 13	73.2681	89.1527	86.3245	76.3281	83.2531	74.3651
CASA 14	78.2561	68.3241	98.3654	86.3251	87.2345	89.3251
CASA 15	83.2547	89.7451	97.1512	85.2154	89.3647	97.2514
CASA 16	82.3612	98.2541	90.245	78.6021	93.1121	86.9441

**Fuente.** Elaboración propia.

**Tabla 18.** Proporción de participación de carga modal estático (%) sin aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

Proporción de participación de carga modal estático (%) sin aplicar los aportes técnicos.	fi	% de viviendas
10 a 40	5	10.42%
40 a 70	14	29.17%
70 a 100	29	60.41%
TOTAL	48	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

**Tabla 19.** Proporción de participación de carga modal dinámico (%) sin aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

Proporción de participación de carga modal dinámico (%) sin aplicar los aportes técnicos	fi	% de viviendas
10 a 40	6	12.50%
40 a 70	30	62.50%
70 a 100	12	25.00%
TOTAL	48	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

**Tabla 20.** Proporción de participación de carga modal estática (%) aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

Proporción de participación de carga modal estático (%) aplicando los aportes técnicos	fi	% de viviendas
10 a 40	0	0.00%
40 a 70	1	2.08%
70 a 100	47	97.92%
TOTAL	48	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

**Tabla 21.** Proporción de participación de carga modal dinámico (%) aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

proporción de participación de carga modal dinámico (%) aplicando los aportes técnicos	fi	% de viviendas
10 a 40	1	2.08%
40 a 70	6	12.50%
70 a 100	41	85.42%
TOTAL	48	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

#### **INTERPRETACION:**

La **tabla 16 y la tabla 17**, muestran la proporción de participación de la carga modal en los cuales podemos ver un aumento en el porcentaje de participación; estos parámetros se describen como la respuesta de vibración a algunas fuerzas que suponemos podrían actuar sobre la estructura en su entorno de trabajo. El problema causado por las deficiencias estructurales se manifiesta en problemas dados por la resonancia de la estructura (de hecho, una debilidad estructural), por lo que se realizaron modificaciones en el modelo dinámico y se buscó alternativas de acuerdo a la Norma E.030 para remediarlo, la estabilidad de la estructura se muestra en las **tablas 18 y 19**, con valores aproximados al 100%. Este análisis en los prototipos sin aplicar aportes técnicos en las estructuras te permiten optimizar el diseño mediante la simulación de la respuesta del prototipo y de esa manera hacer modificaciones al modelo dinámico.

**Tabla 22.** Promedios de desplazamientos articulares sin aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

promedios de desplazamientos articulares			
	U1	U2	U3
ITEM	cm	cm	cm
CASA 1	-0.000046	-0.000093	-0.000099
CASA 2	-0.0430003	0.0250001	-0.8200001
CASA 3	0.0530008	0.0420000	0.0620000
CASA 4	-0.0292001	-0.0106001	0.0450000
CASA 5	0.458121	0.007820	0.000587
CASA 6	0.072153	-0.589214	0.025413
CASA 7	0.012540	0.029468	0.023321
CASA 8	0.051600	0.054052	0.065802
CASA 9	0.008156	0.001651	0.003181
CASA 10	0.012321	0.0216532	0.0216512
CASA 11	0.060027	0.0845211	0.0213216
CASA 12	0.051315	0.0151155	0.0265460
CASA 13	-0.001231	0.002184	0.019121
CASA 14	-0.000251	-0.005462	-0.008951
CASA 15	3.215326	2.135646	1.532564
CASA 16	8.322620	4.216100	6.232150

**Fuente.** Elaboración propia.

**Tabla 23.** Promedios de desplazamientos articulares aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

promedios de desplazamientos articulares N			
	U1	U2	U3
	cm	cm	cm
CASA 1	-0.004690	0.000081	-0.009940
CASA 2	-0.0013011	-0.0053100	0.0029330
CASA 3	-0.0022000	0.0089200	-0.0008210
CASA 4	-0.0019100	0.0087100	0.0005610
CASA 5	-0.001352	0.004840	-0.002777
CASA 6	0.002350	-0.003483	0.003640
CASA 7	0.004500	0.000514	0.004813

CASA 8	0.003200	0.006541	0.004231
CASA 9	0.000981	-0.004232	-0.005651
CASA 10	0.0014000	-0.078100	0.0025240
CASA 11	0.003540	0.002036	-0.0025846
CASA 12	-0.0054120	-0.0032001	0.0005830
CASA 13	-0.005611	0.000530	0.005062
CASA 14	-0.000251	-0.006235	-0.001130
CASA 15	0.006540	0.003165	0.002156
CASA 16	0.003240	0.000265	-0.005010

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; desplazamientos articulares.

### **INTERPRETACION:**

La tabla 22 y la tabla 23, muestran promedios de desplazamientos articulares en los cuales se puede observar una disminución en los desplazamientos en el eje X (U1), en el eje Y (U2) y en el eje Z (U3); estos desplazamientos nacen como respuesta a la vibración sísmica y a las fuerzas que suponemos podrían actuar sobre la estructura. Si bien los desplazamientos son en rangos de cm, una disminución en estos o una distribución igual de desplazamientos, hacen que se estabilice la estructura, por lo que se realizaron modificaciones mediante los aportes técnicos establecidos para mejorar la estabilidad estructural.

**Tabla 24.** Promedios de reacciones articulares (fuerzas y momentos) sin aplicar aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

ITEM	Reacciones articulares (%).						Reacciones articulares (%)					
	F1		F2		F3		M1		M2		M3	
	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.
CASA 1	35.2267	161.34	3148.64	3925.1	24969.7	16946.07	83546.52	42983.2	-21584	-40342	2878.99	3348.32
CASA 2	-17.9222	8.401	-58.1477	-32.538	-670.781	1577.173	5560.596	16906.8	-1880.4	-390.98	548.984	1525.954
CASA 3	-13.36	8.568	-27.88	50.963	-97.8022	164.37	-2458.96	615.833	-991.08	-267.01	62.2067	183.99
CASA 4	-25.689	65.4137	-463.28	542.968	258.724	543.573	78505.86	83333.3	-17708	-14729	524.224	2468.872
CASA 5	-14.326	283.325	38.5687	395.163	-215.325	482.321	-682.231	1342.85	-1886.5	432.21	-156.32	354.981
CASA 6	28.3561	25.1612	-623.162	482.215	453.216	361.221	-853.213	1482.56	-1432.5	426.231	745.215	812.231
CASA 7	56.2325	89.3215	235.654	563.321	-298.235	690.215	-235.842	963.21	-853.26	482.362	682.312	625.3
CASA 8	-125.843	235.025	-653.581	832.211	-365.152	536.247	-482.325	873.023	-603.69	265.321	23.054	405.321
CASA 9	-236.326	125.398	-2051.54	-93.913	-633.331	700.2575	-166.037	752.378	-351.82	-620.07	-298.37	141.527
CASA 10	-136.245	166.108	-332.089	302.543	-840.359	114.23667	-249.834	117.071	-503.87	132.279	-512.14	443.1155
CASA 11	-156.524	177.064	-422.638	511.174	-148.388	652.21583	-331.631	559.036	-115.91	902.488	-725.9	744.704
CASA 12	-176.803	188.02	-529.188	719.805	-1258.42	942.195	-413.428	262.365	-97.963	543.698	-939.67	1046.292
CASA 13	-197.082	198.976	-296.845	928.435	-143.444	96.174167	-496.225	273.694	-980.01	184.907	-1153.4	347.881
CASA 14	-217.361	209.932	-377.449	1137.07	-1678.47	770.15333	-849.023	769.023	-962.06	826.117	-367.2	649.4695
CASA 15	-237.64	220.888	-392.658	345.697	-1873.5	2184.1325	-661.82	772.352	-944.11	1467.33	-1581	1951.058
CASA 16	-257.919	231.844	-407.868	554.327	-858.529	398.11167	-714.617	575.681	-926.16	518.536	-194.74	252.6464

**Fuente.** Elaboración propia

**Tabla 25.** Promedios de reacciones articulares (fuerzas y momentos) aplicando aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

ITEM	Reacciones articulares (%). N						Reacciones articulares (%). N					
	F1		F2		F3		M1		M2		M3	
	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.
CASA 1	16.109	176.412	2409.33	3280.47	18443.7	24948.352	63307.12	82630.6	-8321.8	4517.14	-1213.8	-480.534
CASA 2	-1.84	1.45	-2.53	7.16	-2.93	8.86	-4.01	1.203	-3.24	2.71	-3650.4	3650.4
CASA 3	-83.769	81.47	-21.0589	97.58	-1943.84	2482.721	-8745.45	6064.86	-5024.4	-2764.8	-1033.7	1574.174
CASA 4	-64.359	68.733	-714.161	635.764	-3674.46	4707.8756	170948.3	186175	-680.42	32261.9	-3821.5	3899.997
CASA 5	-7.2563	135.513	14.352	156.884	-35.263	63.251	-182.651	845.621	-352.62	435.121	-85.162	165.254
CASA 6	4.2283	12.2532	-89.251	354.265	235.215	360.284	-325.162	625.321	-563.29	365.123	423.322	158.312
CASA 7	42.3326	48.2651	142.825	125.365	-120.354	236.542	-158.324	623.251	-354.25	235.568	324.152	235.62
CASA 8	-36.1254	78.264	-32.215	65.2311	-249.325	48.261	-237.651	387.126	-234.26	46.358	12.654	65.328
CASA 9	-6.88943	43.4826	-635.166	68.115	-414.575	759.45467	-69.8223	80.1422	-131.54	-71.239	-88.298	96.91429
CASA 10	-4.79042	36.4132	-23.7389	85.5495	-635.167	92.004226	-106.953	25.3084	-47.84	45.4259	5.59945	31.8308
CASA 11	-2.69141	29.3438	-112.312	182.984	-78.7595	144.55378	-172.084	242.475	364.134	319.612	-98.901	484.6307
CASA 12	-0.5924	22.2743	-120.885	134.419	-245.352	235.361	-247.215	59.6409	-80.429	306.201	134.202	337.4307
CASA 13	1.50661	15.2049	-389.457	-197.85	-108.944	29.65289	-314.346	66.8071	-96.724	32.015	-569.5	90.23062
CASA 14	3.60562	8.13546	-157.03	855.288	-122.536	72.202445	-315.477	93.9733	-813.02	557.829	-34.805	243.0306
CASA 15	-5.70462	1.06603	-176.603	212.722	-136.128	914.752	-456.609	111.14	-629.31	183.642	-440.11	495.8305
CASA 16	-7.80363	6.00341	-95.1759	370.157	-150.72	107.30155	-597.74	328.306	-45.609	-89.456	5.40704	148.6304

**Fuente.** Elaboración propia

## INTERPRETACION:

La **tabla 24** y la **tabla 25**, muestran promedios de reacciones articulares en los cuales se puede observar fuerzas y momentos en los tres ejes; en el eje X (F1 y M1), en el eje Y (F2 y M2) y en el eje Z (F3 y M3); estas fuerzas y momentos nacen como respuesta a un sismo moviéndose en direcciones positivas (a la derecha) y negativas (a la izquierda) asemejándose al supuesto de cómo podrían actuar sobre la estructura. Si bien estas medidas son vectoriales, una disminución en estos o una distribución igual, hacen estable a la estructura, por lo que se realizaron modificaciones mediante los aportes técnicos establecidos, obteniendo una disminución en los valores tanto de las fuerzas y momentos como indica la tabla 25, a comparación de la tabla 24.

**Tabla 26.** Promedios de las fuerzas de los elementos articulares (VIGAS) sin aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

ITEM	Promedios de las fuerzas de los elementos articulares (VIGAS)					
	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-cm	M2 Kgf-cm	M3 Kgf-cm
CASA 1	-2191.973	-646.578	-25.45	-528.2373	449.058	7318.3876
CASA 2	-135.7604	32.225	256.5225	-4819.6979	-4237.3358	-1393.1383
CASA 3	417.9004	12.271	-27.783	-181.272	-324.556	-87.998
CASA 4	1807.92308	97.3561	458.385	-5091.27154	2752.4038	-600.9615
CASA 5	3112.85978	426.7806	457.2185	-417.78889	2365.5968	304.1543
CASA 6	368.194684	647.96543	573.93845	-822.856572	447.87852	-549.445
CASA 7	623.529588	69.15026	-690.6584	-727.924254	530.16024	-794.7357
CASA 8	878.864492	-90.33509	807.37835	-732.991936	512.44196	-1140.0264
CASA 9	-834.199396	-311.51992	924.0983	-838.059618	664.72368	-1385.3171
CASA 10	989.5343	532.70475	-140.81825	443.1273	-777.0054	1530.6078
CASA 11	1044.8692	-153.88958	-157.5382	-1348.19498	859.28712	775.8985
CASA 12	-110.204108	175.07441	274.25815	-1253.26266	941.56884	-2021.1892
CASA 13	355.539012	2196.25924	1390.9781	-1258.33035	1123.85056	-2266.4799
CASA 14	-110.873916	2417.44407	1507.69805	963.398028	1206.13228	-2411.7706
CASA 15	1666.20882	2638.6289	1624.418	-1368.46571	1388.414	-2657.0613
CASA 16	1621.54372	-259.81373	1741.13795	-143.533392	1420.69572	-292.352

**Fuente.** Elaboración propia.

**Tabla 27.** Promedios de las fuerzas de los elementos articulares (VIGAS) aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

Promedios de las fuerzas de los elementos articulares – VIGAS N						
ITEM	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-cm	M2 Kgf-cm	M3 Kgf-cm
CASA 1	38.6946	-37.5311	0.2742	-127.41	5.9792	-1654.28
CASA 2	195.5756	4.886	-2.0869	660.7617	576.478	-163.532
CASA 3	2066.8968	123.4381	-192.187	1563.07	335.9368	-3582.6818
CASA 4	-5119.03846	-141.308	1671.786	1679.2915	-28875.1692	-
CASA 5	404.93736	-60.8234	1575.5554	524.5315	710.1904	-851.7186
CASA 6	-465.125158	-80.10126	257.99893	356.77278	-398.58904	-
CASA 7	825.312956	99.37912	-540.44246	789.01406	606.98768	4075.49118
CASA 8	-885.500754	-118.65698	322.88599	421.25534	-575.38632	-187.37747
CASA 9	-545.688552	-137.93484	355.32952	553.49662	-663.78496	-499.26376
CASA 10	905.87635	-157.2127	387.77305	-85.7379	-721.1836	-511.15005
CASA 11	266.064148	176.49056	470.21658	317.97918	840.58224	523.03634
CASA 12	-126.251946	195.76842	452.66011	950.22046	-528.98088	-634.92263
CASA 13	-186.439744	-215.04628	545.10364	782.46174	-917.37952	-746.80892
CASA 14	-16.627542	-234.32414	597.54717	214.70302	-1005.77816	-758.69521
CASA 15	-1706.81534	-253.602	699.9907	846.9443	-1194.1768	-870.5815
CASA 16	-167.003138	-272.87986	682.43423	479.18558	-1282.57544	-82.46779

**Fuente.** Elaboración propia

### INTERPRETACION:

En las **tablas 26 y 27**, muestran promedios de las fuerzas de los elementos articulares (VIGAS), en los cuales se puede observar el Peso (P) y la fuerza cortante promedio en la base de la estructura (V2) y la fuerza cortante máxima en la base de la estructura (V3) del mismo modo se indican los momentos para estas fuerzas (T, M2 y M3, respectivamente); tanto el peso, fuerzas cortantes y momentos nacen como respuesta a un sismo y principalmente a la estructura misma en direcciones positivas (a la derecha) y negativas (a la izquierda) asemejándose al supuesto de cómo podrían actuar sobre la estructura. Si bien estas medidas son vectoriales, una disminución en estos o una distribución igual,

hacen estable a la estructura, por lo que se realizaron modificaciones mediante los aportes técnicos establecidos, obteniendo una disminución en los valores de los mismos como indica la tabla 26, a comparación de la tabla 26.

**Tabla 28.** Promedios de estrés de los elementos articulares (VIGAS) sin aplicar los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

ITEM	Promedios de estrés de los elementos articulares (VIGAS)		
	SMax Kgf/cm2	SMin Kgf/cm2	SVM Kgf/cm2
CASA 1	2.2892	-4.6831	6.8748
CASA 2	4.3396	-4.0025	8.1996
CASA 3	5.7567	-5.1492	10.5192
CASA 4	31.061	-17.925	48.6793
CASA 5	3.79475	-8.15805	5.5015
CASA 6	2.568	-2.24529	6.27481
CASA 7	5.34125	-6.33253	6.04812
CASA 8	2.1145	-3.41977	1.82143
CASA 9	6.88775	-3.50701	1.59474
CASA 10	2.661	-2.59425	2.36805
CASA 11	5.43425	-2.68149	1.14136
CASA 12	4.2075	-4.76873	1.91467
CASA 13	-2.98075	-5.85597	1.68798
CASA 14	1.754	-4.94321	1.46129
CASA 15	-2.52725	-1.03045	1.2346
CASA 16	9.3005	-1.11769	1.00791

**Fuente.** Elaboración propia

**Tabla 29.** Promedios de estrés de los elementos articulares (VIGAS) aplicando los aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

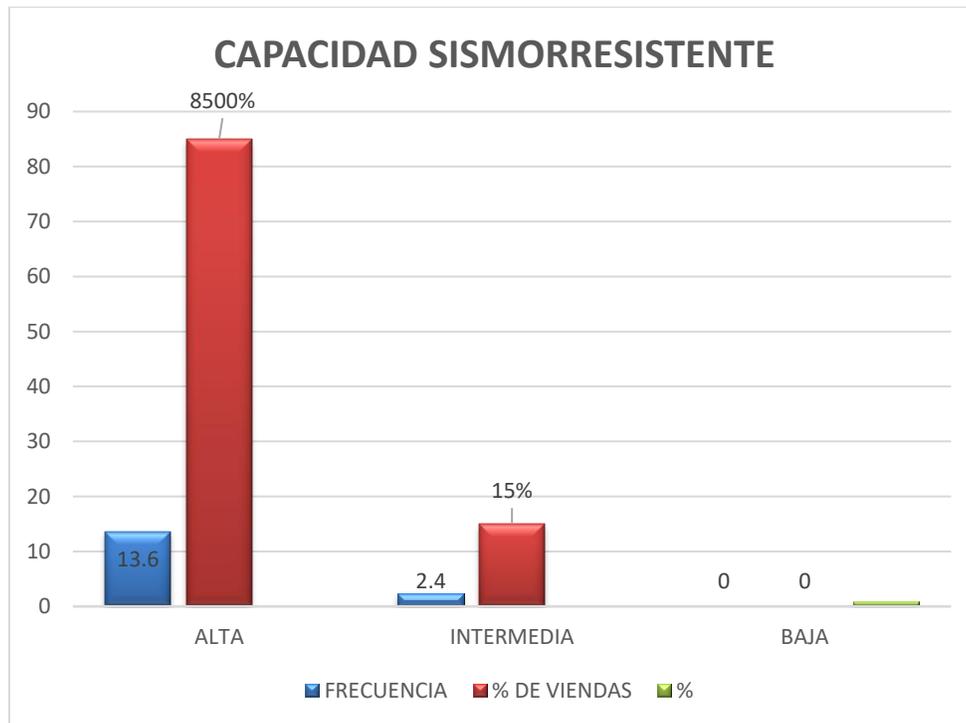
ITEM	promedios de estrés de los elementos articulares (VIGAS)		
	N		
	SMax Kgf/cm <sup>2</sup>	SMin Kgf/cm <sup>2</sup>	SVM Kgf/cm <sup>2</sup>
CASA 1	0.705	-0.1377	0.8251
CASA 2	7.2385	-0.502	7.5325
CASA 3	0.37	-0.2297	0.5922
CASA 4	5.7768	-12.551	18.2022
CASA 5	0.6093	-2.597	0.08575
CASA 6	0.44399	0.29376	0.60485
CASA 7	0.27868	-1.99052	2.12395
CASA 8	0.11337	-0.68728	1.64305
CASA 9	0.94806	-2.38404	0.16215
CASA 10	0.78275	-0.0808	0.68125
CASA 11	0.61744	-0.77756	-0.20035
CASA 12	0.45213	-0.47432	0.771945
CASA 13	0.28682	-0.17108	0.23855
CASA 14	0.12151	-0.86784	0.75765
CASA 15	0.9562	-0.5646	0.27675
CASA 16	0.79089	-0.26136	0.79585

**Fuente.** Elaboración propia

### **INTERPRETACION:**

En las tablas **28** y **29**, se muestran los promedios de estrés de los elementos articulares (VIGAS), en los cuales se puede observar el promedio de estrés máximo, mínimo y medio para las 16 casas del sector 8 de marzo la diferencia entre tablas, muestran que hubo una disminución de estrés para las 16 casas a la hora de aplicar los aportes técnicos de acuerdo a la NORMA E.030.

### 3.4 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD SISMORRESISTENTE AL APLICAR LOS APORTES TECNICOS

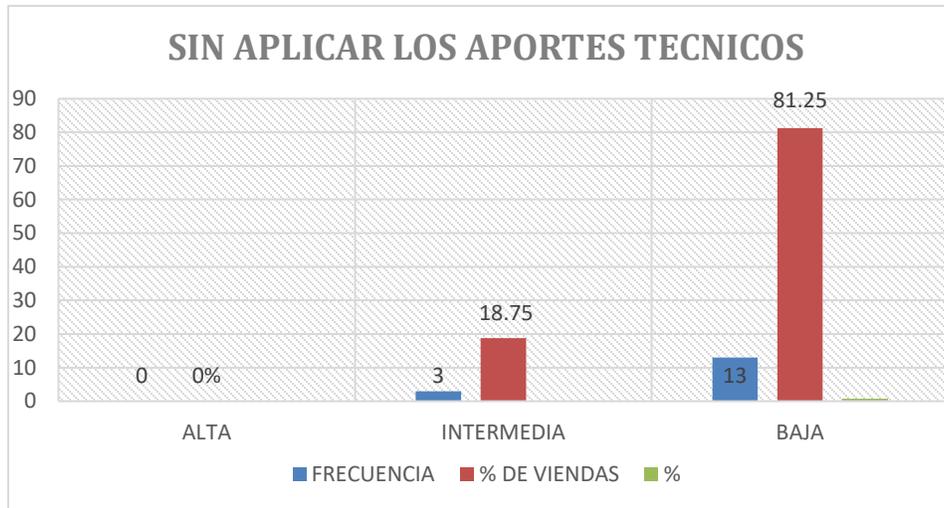


**Figura N° 24:** Capacidad sismorresistente de las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaraz, al aplicar los aportes técnicos.

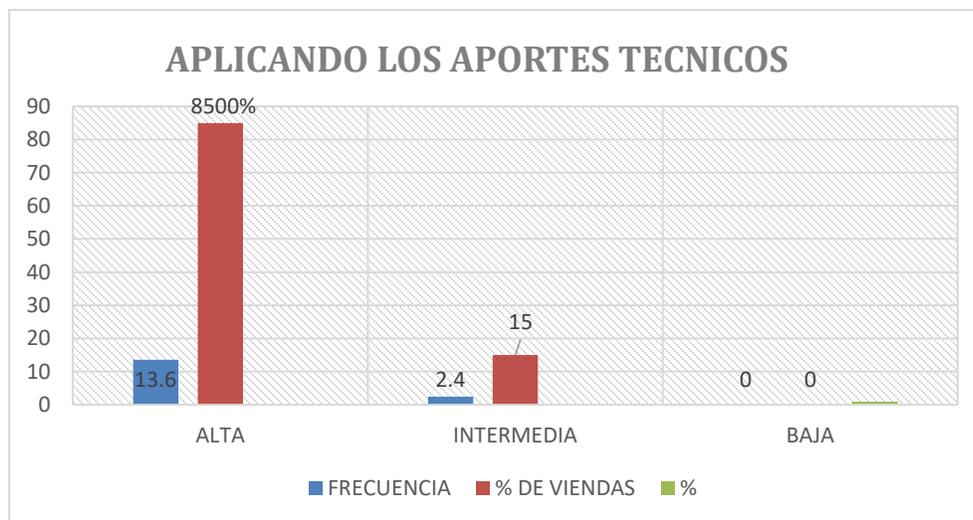
#### INTERPRETACION:

Según la figura N° 24, en el sector 8 de marzo-Huaraz las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada, presentan baja capacidad sismorresistente en un 0.00%, capacidad sismorresistente intermedia en un 15,00% y alta capacidad sismorresistente en un 85.00%.

### 3.5 EVALUACION DE LOS APORTES TECNICOS EN LA CAPACIDAD SISMORRESISTENTE



**Figura N° 25:** Capacidad sismorresistente de las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras, sin aplicar los aportes técnicos.



**Figura N° 26.** Capacidad sismorresistente de las construcciones de las viviendas del sector 8 de marzo-Huaras, al aplicar los aportes técnicos.

Según la figura N° 25 y N° 26, al evaluar la influencia de los aportes técnicos, se concluye que su aplicación influye de forma positiva en un 85.00 %.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para determinar el efecto de los aportes técnicos en la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo-Huaraz, nuestros resultados se compararon con otros estudios.

-Primero se evaluó la capacidad Sismoresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo – Huaraz, sin aplicar los aportes técnicos encontrando que donde se muestra que el 10.42% de las viviendas autoconstruidas analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta de acuerdo a la carga modal estática; el 29% vulnerabilidad sísmica media y el 60.41 % vulnerabilidad sísmica baja, mientras que para un análisis dinámico la carga modal muestra que el 12.50% de las viviendas informales analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta; el 62.50% vulnerabilidad sísmica media y el 25.00% vulnerabilidad sísmica baja. Esto se corresponde con los estudios de Mosqueira y Nicola (2005), que el 72 % de las viviendas informales analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta; el 18% vulnerabilidad sísmica media y el 10 % vulnerabilidad sísmica baja. También contradice de cierta manera lo encontrado por Cárdenas (2019), que encontró que la vulnerabilidad sísmica encontrada fue Alta en un 90% y media en un 10%, debido a esto, ante la ocurrencia de un sismo severo la mayoría de las estructuras evaluadas podrían colapsar. Esto se da probablemente a la mala distribución de muros sin confinar en sus cuatro lados, lo cual origina un inadecuado comportamiento sísmico de la estructura; además se encontró juntas de espesores superiores a lo permitido por la Norma E.070 de albañilería, llegándose a encontrar espesores de hasta 5 cm, disminuyendo la resistencia de los muros de albañilería.

-Así mismo, se diagnosticaron los aportes técnicos en la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada, donde se encontró que en las

técnicas autoconstruidas prima el ladrillo King Kong de 18 huecos en un 69%, por otro lado al evaluar el tipo de cimentación en la construcción primó el tipo de corrido de concreto ciclópeo y zapata con un 81% de casas que cuentan con este tipo de construcción y los tres problemas estructurales que destacan en las construcciones de viviendas son insuficiencia de junta sísmica (22%), cercos no aislados de la estructura (20%) y unión muro techo (14%); además la calidad de mano de obra solo el 7% buena y el otro 93% es mala, muy mala o regular; esto contradice el estudio de Núñez (2017) que encontró que los edificios habitacionales tienen un 80% ingeniería de alta calidad, que contemplan en su mayoría los requerimientos sismorresistente de las Normas establecidas; con un 75% de una metodología de diseño tipificada, que permita acelerar la realización de los proyectos estructurales. Así mismo, indicamos que los factores degradantes que priman son armaduras expuestas en un 35% y armaduras corridas en un 19%.

-Las viviendas antes de aplicar los aportes técnicos superan el límite máximo de distorsión establecida en la norma técnica E.030 en el caso de albañilería confinada de 0.005; sin embargo, a la hora de aplicar los aportes técnicos la mayoría de nuestros desplazamientos fue inferior a este valor; esto es semejante a lo encontrado por Inga (2019), que encuentra valores de deriva máxima en el eje X de 0.018 y en el eje Y de 0.016. Del mismo modo, Loor (2017) realizó una investigación de la vulnerabilidad sísmica del edificio administrativo de la escuela politécnica nacional, en la capital de Ecuador; en la que al realizar el modelamiento matemático obtuvo derivas que superan la máxima permitida por la NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción), debido a la gran flexibilidad lateral.

-También se aplicaron los aportes técnicos para la construcción de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo-Huaraz, donde se usó la norma E.030 para el año 2020, estos fueron los parámetros de sitio Zona 3 con perfil de suelo S2 y Tp de 1.15 y TL igual a 0.6, la caracterización de las viviendas de acuerdo a norma es 2 y la categoría de viviendas para edificaciones comunes es C, las restricciones

de irregularidad tomaron el valor de 1.0 donde no se permiten irregularidades, también se tomó como sistema estructural a la albañilería armada o confinada; con  $R_0 = 3$  y factores de irregularidad  $I_a$  e  $I_p$  de 0.75, para el análisis estructural se considerará un Peso máximo de 250 Kg/m<sup>2</sup> una fuerza cortante de 375 kg/m<sup>2</sup> y un espectro de pseudoaceleraciones  $S_a$  igual a 22.64 kg/m<sup>2</sup>. Dados todos estos parámetros se determinó la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo Huaraz al aplicar los aportes técnicos, obteniendo que el 0 % de las viviendas informales analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta; el 2.08% vulnerabilidad sísmica media y el 97.92% vulnerabilidad sísmica baja, tomando en cuenta la carga modal estática; así mismo, para la carga modal dinámica se obtuvo, que el 2.08% de las viviendas informales analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta; el 12.50% vulnerabilidad sísmica media y el 85.42%, estos datos concuerdan con los de Mosqueira y Nicola (2005) que encuentran datos similares .

-Al evaluar la influencia de los aportes técnicos en la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo Huaraz al aplicar los aportes técnicos; se obtuvo que, los desplazamientos articulares en las tres direcciones se redujeron en la mayoría de casos, estas variaciones en direcciones y reducción de desplazamientos se hacen notar a la hora de evaluar la vulnerabilidad sísmica ya que hacen a las viviendas más estables. En cuanto a las fuerzas y momentos en las tres direcciones, así como el estrés generado sea máximo, mínimo o medio, en la mayoría de casos se redujeron esto quiere decir que las estructuras son más estables dados los aportes técnicos de acuerdo a la norma. Nuestros desplazamientos articulares de la casa 2, 4, 5, 10 y 14 (0.0013011 cm, 0.0019100 cm, 0.001352 cm, 0.0014000 cm y 0.000251 cm) se asemejan a lo encontrado por Reyes y Mercedes (2018) que encontró que el pabellón de aulas tiene desplazamientos de 0,069cm, esto probablemente porque estas casas cuentan con estructuras más estables a la hora de hacer el reforzamiento. También podemos agregar que estos cambios beneficiarían a las casas, dado que los límites de

desplazamientos fueron superiores a los que indica la norma para albañilería 0.005 lo cual no cumple con lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones.

-Dada todas las premisas se puede concluir que existe efecto positivo de los aportes técnicos en la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo-Huaraz, donde hubo un giro estadístico donde se encontró que más del 85% de hogares contarían con vulnerabilidad sísmica baja si se hacen estos aportes, esto mejora los datos obtenidos por Meyhuay, Colonia y Tinoco (2015), en su estudio de determinación de vulnerabilidad sísmica, que encuentran que el 21,6% de las viviendas se encuentran en la clase A con un vulnerabilidad baja, el 39 % en la clase B con vulnerabilidad media, el 34,9% en la clase C con una vulnerabilidad alta y el 45 % en la clase D con una vulnerabilidad muy alta. Así mismo Cárdenas (2019) encuentra que el 90% de las viviendas de albañilería confinada evaluadas en el Asentamiento Humano Los Ángeles – Piura, presentan Vulnerabilidad sísmica Alta. Ante lo encontrado, podemos acotar aportes técnicos para las viviendas autoconstruidas donde prima el ladrillo King Kong de 18 huecos en un 69%, que se debe construir, con la supervisión de un especialista, aplicar el corrido de concreto ciclópeos, viga de arrastre y zapatas y mejorar la insuficiencia de junta sísmica, realizar cercos aislados de la estructura y principalmente hacer arreglos en la unión muro techo.

## V. CONCLUSIONES

- Se determino el efecto positivo de los aportes técnicos en la capacidad sismorresistente de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo-Huaraz, donde hubo un giro estadístico donde el 60.41 % de viviendas tuvo una vulnerabilidad sísmica baja para los análisis estáticos y el 62.50% tiene vulnerabilidad sísmica media y el 25.00% vulnerabilidad sísmica baja para el análisis dinámico.

-Se diagnóstico los aportes técnicos en el cual el tipo de cimentación que primó es el corrido de concreto ciclópeo y zapata con un 81% de casas y los tres problemas estructurales que destacan en las construcciones de viviendas son insuficiencia de junta sísmica (22%), cercos no aislados de la estructura (20%) y unión muro techo (14%).

- Se concluye que sin aplicar los aportes técnicos la capacidad sismorresistente de las viviendas en estudio presenta alta capacidad sismorresistente en un 0 %, capacidad sismorresistente media en un 18.75% y capacidad sismorresistente baja en un 81.25%.

- Se concluye que al aplicar los aportes técnicos la capacidad sismorresistente de las viviendas en estudio presenta alta capacidad sismorresistente en un 85 %, capacidad sismorresistente media en un 15 % y capacidad sismorresistente baja en un 0%.

- Al evaluar la influencia de los aportes técnicos, Se determinó de acuerdo a la Norma E.030; los parámetros de sitio Zona 3, con perfil de suelo S2 y Tp de 1.15 y TL igual a 0.6, la caracterización de las viviendas de acuerdo a norma es 2 y la categoría de viviendas para edificaciones comunes es C, también se consideró un Peso máximo de 250 Kg/m<sup>2</sup> una fuerza cortante de 375 kg/m<sup>2</sup> y un espectro de pseudoaceleraciones Sa igual a 22.64 kg/m<sup>2</sup>.

## **VI. RECOMENDACIONES**

-Se recomienda reforzar las estructuras de las edificaciones mayores a 3 pisos y construir con la supervisión de especialistas, dado que la mayor parte de deficiencias estructurales se dan por falta de los mismos, por lo que universidades públicas y privadas deben desarrollar profesionales de ingeniería civil en áreas que promuevan el perfeccionamiento profesional en materia de viviendas de interés social sismorresistente.

-También se recomienda tomar este estudio como referente para otros estudios que utilizan SAP 2000 para el modelamiento estructural y básicamente para estudios que recomiendan aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente.

-En base a una perspectiva política el gobierno peruano, los profesionales de la construcción, organismos privados, públicos, y el pueblo deben participar democráticamente en conjunto en espacios que promuevan el diálogo sobre la actualización de las políticas de viviendas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrade, T. (2009). Estudio y análisis de nuevas tipologías de ladrillos introducidos en cuenca para la aplicación en la autoconstrucción de viviendas. (Tesis pregrado), Universidad Nacional de Cuenca- Ecuador.
- Aranda, R. (2019). Evaluación del riesgo sismo-geotécnico de la ciudad universitaria de la UNASAM, 2018. (Tesis posgrado), Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Arnold C y Reitherman R. (1987). “Configuración y Diseño Sísmico de Edificios”. Editorial Limusa. México. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2001. “Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería”. AIS. Colombia.
- Avanto F. (2003). “Análisis y diseño de edificaciones de albañilería”. Editorial San Marcos. Lima, Perú. Badillo J. 1980. “Mecánica de suelos”. Tercera edición. Editorial Limusa. México.
- Barbat A. (1998). “El riesgo sísmico en el diseño de edificios, calidad siderúrgica”. Madrid, España. Bartola, Morales, Blanco y Casabonne. 1998. “Evaluación y reparación de estructuras”. Primera edición. American Concrete Institute. Lima, Perú.
- Barlek, E. (2015). Capacidad sísmica residual de columnas de hormigón armado (Tesis posgrado). UNT-Tucumán Argentina.

- Bommer J, Salazar W y Samayoa R. (1998). “Riesgo sísmico en la región metropolitana de San Salvador”. Programa Salvadoreño de Investigación sobre desarrollo y medio ambiente. San Salvador, El Salvador
- Cárdenas, M. (2019). Determinación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada en el asentamiento humano Los Ángeles- Piura, 2019.
- Chaplin, J. (2012). Déficit cuantitativo y cualitativo y su influencia dentro del parque habitacional del distrito de breña en el año 2012. (Tesis pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Estrada, G. (2002). La autoconstrucción como sistema entre el proyectista y el usuario. (Tesis pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú
- Ghery, F.L. (2002). Diagnostico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones de Lima. (Tesis pregrado), Universidad Nacional de Ingeniería del Perú.
- Gómez, J. (2013). Autoconstrucción aplicada y la tipología de vivienda de cuenca. (Tesis pregrado), Universidad Nacional de Cuenca-Ecuador.
- Inga, M. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento en viviendas de albañilería confinada de tres niveles en la asociación 13 de noviembre en Ate, 2019.
- Loor. (2017). Análisis de la vulnerabilidad sísmica y planteamiento del reforzamiento estructural de la edificación de la escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

- Mosqueira, M. y Nicola, S. (2005.) recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada en la costa peruana. (Tesis posgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Núñez, G. (2017), Diseño Sismoresistente de edificios habitacionales de Petrocasa para la construcción repetitiva. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Cuenca-Ecuador.
- Quispe, D.B. (2011). Propuesta de un plan de seguridad y salud Habitacional. (Tesis pregrado), Universidad el pacífico.
- Rojas, D. (2017). Comparación entre el método estático y el método dinámico, aplicados en una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. (Tesis pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca.
- Sánchez-Vallejo, F., Rubio, J., Páez, D. y Blanco, A. (1998). Boletín de riesgos y zonas vulnerables en el Perú. Arango J. 2002. “Análisis, diseño y construcción en albañilería”. American Concrete Institute. Lima, Perú.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiarme paso a paso; por ayudarme a tomar decisiones correctas, por darme unos padres ejemplares y nunca abandonarme, siempre estar aquí junto a mí y a mi familia.

Mi más sincero agradecimiento:

A la Universidad San Pedro – Filial Huaraz, que es la Alma Mater de las generaciones venideras, por haberme dado la oportunidad de formarme en sus aulas y salir profesional.

A mis docentes, por sus invaluable enseñanzas en mi formación profesional; enseñanzas que han servido para darme una base sólida para la culminación de una de mis metas.

A mi asesor, Ing. Elencio Melchor Mejía Oncoy por compartir su experiencia y gran apoyo en la elaboración de la presente investigación.

## ANEXOS Y APENDICE

### ANEXO N° 1. TABLAS DE PROPORCION DE CARGA MODAL

**Tabla 30.** Proporción de participación de carga modal sin aplicar aportes técnicos para mejorar la capacidad sismorresistente de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.

<b>TABLA 30</b>				
<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de Junta</b>	<b>Ítem</b>	<b>Estático</b>	<b>Dinámico</b>
Texto	Texto	Texto	Porcentaje	Porcentaje
MODAL	Aceleración	UX	80.6412	29.3044
MODAL	Aceleración	UY	17.3217	4.1039
MODAL	Aceleración	UZ	79.8705	40.9891

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; proporción de participación de carga modal.

<b>TABLA 31</b>				
<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de Junta</b>	<b>Ítem</b>	<b>Estático</b>	<b>Dinámico</b>
Texto	Texto	Texto	Porcentaje	Porcentaje
MODAL	Aceleración	UX	85.3012	75.9319
MODAL	Aceleración	UY	42.5107	63.5198
MODAL	Aceleración	UZ	98.1518	28.1874

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida aplicando la NORMA E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; proporción de participación de carga modal.

<b>TABLA 32</b>				
<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de Junta</b>	<b>Ítem</b>	<b>Estático</b>	<b>Dinámico</b>
Texto	Texto	Texto	Porcentaje	Porcentaje
MODAL	Aceleración	UX	85.2520	65.1525
MODAL	Aceleración	UY	62.3654	18.3250
MODAL	Aceleración	UZ	100.0926	42.1523

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 2 autoconstruida el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; proporción de participación de carga modal.

<b>TABLA 33</b>				
<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de Junta</b>	<b>Ítem</b>	<b>Estático</b>	<b>Dinámico</b>
Texto	Texto	Texto	Porcentaje	Porcentaje
MODAL	Aceleración	UX	98.2543	103.6065
MODAL	Aceleración	UY	87.6254	122.0788
MODAL	Aceleración	UZ	100.0712	108.6813

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 2 autoconstruida aplicando la NORMA E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; proporción de participación de carga modal.

<b>TABLA 34</b>				
<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de Junta</b>	<b>Ítem</b>	<b>Estático</b>	<b>Dinámico</b>
Texto	Texto	Texto	Porcentaje	Porcentaje
MODAL	Aceleración	UX	73.2546	80.6451
MODAL	Aceleración	UY	89.2541	75.2816
MODAL	Aceleración	UZ	26.2458	98.2512

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 3 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; proporción de participación de carga modal.

<b>TABLA 35</b>				
<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de Junta</b>	<b>Ítem</b>	<b>Estático</b>	<b>Dinámico</b>
Texto	Texto	Texto	Porcentaje	Porcentaje
MODAL	Aceleración	UX	85.2621	101.2542
MODAL	Aceleración	UY	94.2511	98.1521
MODAL	Aceleración	UZ	84.2412	100.2541

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 3 autoconstruida aplicando la NORMA E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; proporción de participación de carga modal.

<b>TABLA 36</b>				
<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de Junta</b>	<b>Ítem</b>	<b>Estático</b>	<b>Dinámico</b>
Texto	Texto	Texto	Porcentaje	Porcentaje
MODAL	Aceleración	UX	64.2322	38.6163
MODAL	Aceleración	UY	56.1785	42.0788
MODAL	Aceleración	UZ	55.1523	63.4513

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 4 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; proporción de participación de carga modal.

<b>TABLA 37</b>				
<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de Junta</b>	<b>Ítem</b>	<b>Estático</b>	<b>Dinámico</b>
Texto	Texto	Texto	Porcentaje	Porcentaje
MODAL	Aceleración	UX	88.5514	100.8256
MODAL	Aceleración	UY	98.2564	100.0745
MODAL	Aceleración	UZ	87.0018	109.5632

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 4 autoconstruida aplicando la NORMA E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; proporción de participación de carga modal.

<b>TABLA 38</b>					
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de caso</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>
Texto	Texto	Texto	m	m	m
1	COMB1	Combinación	0	0	-0.000111
1	COMB2	Combinación	0	0	-0.000069
1	COMB2	Combinación	0	0	-0.000098
1	COMB3	Combinación	0	0	-0.000077
1	COMB3	Combinación	0	0	-0.000089
1	ENv	Combinación	0	0	-0.000069
1	ENv	Combinación	0	0	-0.000111
2	COMB1	Combinación	-0.000119	0.000002228	-0.000136
2	COMB2	Combinación	0.000018	0.000029	-0.000081
2	COMB2	Combinación	-0.000192	-0.000025	-0.000123
2	COMB3	Combinación	-0.000051	0.000012	-0.000094
2	COMB3	Combinación	-0.000123	-0.00000917	-0.000111
2	ENv	Combinación	0.000018	0.000029	-0.000081
2	ENv	Combinación	-0.000192	-0.000025	-0.000136

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; desplazamientos articulares.

<b>TABLA 39</b>					
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de caso</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>
Texto	Texto	Texto	cm	cm	cm
1	COMB1	Combinación	0	0	-0.011068
1	COMB2	Combinación	0	0	-0.006992
1	COMB2	Combinación	0	0	-0.009691
1	COMB3	Combinación	0	0	-0.007758
1	COMB3	Combinación	0	0	-0.008926
1	ENv	Combinación	0	0	-0.006992
1	ENv	Combinación	0	0	-0.011068
2	COMB1	Combinación	-0.012192	0.00021	-0.013634
2	COMB2	Combinación	0.001353	0.002714	-0.008321
2	COMB2	Combinación	-0.019164	-0.002406	-0.012195
2	COMB3	Combinación	-0.005308	0.001251	-0.009425
2	COMB3	Combinación	-0.012503	-0.000943	-0.011091
2	ENv	Combinación	0.001353	0.002714	-0.008321
2	ENv	Combinación	-0.019164	-0.002406	-0.013634

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida aplicando la NORMA E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; desplazamientos articulares

<b>TABLA 40</b>					
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de caso</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>
Texto	Texto	Texto	cm	cm	cm
1	COMB1	Combinación	-2.06E+13	6.799E+12	-7.401E+13
1	COMB2	Combinación	-2.018E+13	8.961E+12	-8.071E+13
1	COMB2	Combinación	-2.513E+13	5.996E+12	-8.211E+13
1	COMB3	Combinación	2.926E+12	1.752E+12	8.263E+11
1	COMB3	Combinación	-2.926E+12	-1.752E+12	-8.263E+11
1	ENV	Combinación	-3.786E+13	1.751E+13	-1.539E+14
1	ENV	Combinación	-4.866E+13	1.104E+13	-1.569E+14
2	COMB1	Combinación	-4.256E+13	1.22E+13	-7.401E+13
2	COMB2	Combinación	-4.411E+13	1.572E+13	-8.071E+13
2	COMB2	Combinación	-4.953E+13	1.112E+13	-8.211E+13
2	COMB3	Combinación	3.205E+12	2.718E+12	8.263E+11
2	COMB3	Combinación	-3.205E+12	-2.718E+12	-8.263E+11
2	ENV	Combinación	-8.346E+13	3.063E+13	-1.539E+14
2	ENV	Combinación	-9.53E+13	2.059E+13	-1.569E+14

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 2 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; desplazamientos articulares.

<b>TABLA 41</b>					
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de caso</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>
Texto	Texto	Texto	cm	cm	cm
1	COMB1	Combinación	-76270000000	-93490000000	1.991E+11
1	COMB2	Combinación	-21770000000	-19960000000	2.614E+11
1	COMB2	Combinación	-1.46E+11	-1.857E+11	1.767E+11
1	COMB3	Combinación	73430000000	97950000000	50020000000
1	COMB3	Combinación	-73430000000	-97950000000	-50020000000
1	ENV	Combinación	-24610000000	-15510000000	5.105E+11
1	ENV	Combinación	-2.957E+11	-3.772E+11	3.258E+11
2	COMB1	Combinación	-1.698E+11	-48870000000	1.991E+11
2	COMB2	Combinación	-87270000000	13940000000	2.979E+11
2	COMB2	Combinación	-2.863E+11	-1.215E+11	1.402E+11
2	COMB3	Combinación	1.176E+11	80020000000	93150000000
2	COMB3	Combinación	-1.176E+11	-80020000000	-93150000000
2	ENV	Combinación	-1.395E+11	45080000000	5.902E+11
2	ENV	Combinación	-5.738E+11	-2.504E+11	2.462E+11

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 2 autoconstruida aplicando la NORMA E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; desplazamientos articulares

<b>TABLA 42</b>					
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de caso</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>
Texto	Texto	Texto	cm	cm	cm
1	COMB1	Combinación	3.093E+12	1.58E+13	4.839E+12
1	COMB2	Combinación	7.437E+12	1.414E+13	4.452E+12
1	COMB2	Combinación	2.823E+12	6.379E+11	4.839E+12
1	COMB3	Combinación	7.596E+12	3.926E+12	4.452E+12
1	COMB3	Combinación	3.363E+12	3.224E+13	4.839E+12
1	ENV	Combinación	7.279E+12	3.221E+13	4.452E+12
1	ENV	Combinación	3.634E+12	4.868E+13	4.839E+12
2	COMB1	Combinación	7.121E+12	5.027E+13	4.452E+12
2	COMB2	Combinación	3.904E+12	6.512E+13	4.839E+12
2	COMB2	Combinación	6.962E+12	6.834E+13	4.452E+12
2	COMB3	Combinación	3.904E+12	6.645E+13	4.472E+12
2	COMB3	Combinación	6.962E+12	7.085E+13	4.667E+12
2	ENV	Combinación	3.634E+12	5.002E+13	4.472E+12
2	ENV	Combinación	7.121E+12	5.279E+13	4.667E+12

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 3 autoconstruida aplicando en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; desplazamientos articulares.

<b>TABLA 43</b>					
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de caso</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>
Texto	Texto	Texto	cm	cm	cm
1	COMB1	Combinación	3.847E+13	-8.246E+13	-4.648E+13
1	COMB2	Combinación	-2.91E+13	9.168E+13	-1.192E+14
1	COMB2	Combinación	8.613E+13	-1.271E+14	-4.648E+13
1	COMB3	Combinación	-6.712E+13	1.313E+14	-1.192E+14
1	COMB3	Combinación	-9.192E+12	-3.787E+13	-4.648E+13
1	ENv	Combinación	8.913E+12	5.204E+13	-1.192E+14
1	ENv	Combinación	-5.685E+13	6.719E+12	-4.648E+13
2	COMB1	Combinación	4.693E+13	1.241E+13	-1.192E+14
2	COMB2	Combinación	-1.045E+14	5.131E+13	-4.648E+13
2	COMB2	Combinación	8.495E+13	-2.723E+13	-1.192E+14
2	COMB3	Combinación	-1.045E+14	5.102E+13	1.82E+13
2	COMB3	Combinación	8.495E+13	-2.153E+13	-1.708E+14
2	ENv	Combinación	-5.685E+13	6.431E+12	1.82E+13
2	ENv	Combinación	4.693E+13	1.811E+13	-1.708E+14

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 3 autoconstruida aplicando la Norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; desplazamientos articulares.

<b>TABLA 44</b>					
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo caso</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>
Text	Text	Text	m	m	m
1	COMB1	Combinación	-4.092E+12	-4.984E+11	-5.1E+12
1	COMB1	Combinación	-7.361E+12	-2.2E+12	-5.1E+12
1	COMB1	Combinación	-4.092E+12	-6.238E+11	5.031E+11
1	COMB1	Combinación	-7.361E+12	-2.325E+12	5.031E+11
1	COMB1	Combinación	-4.092E+12	-7.491E+11	6.106E+12
1	COMB1	Combinación	-7.361E+12	-2.45E+12	6.106E+12
1	COMB1	Combinación	-4.092E+12	-8.745E+11	1.171E+13
2	COMB1	Combinación	-7.361E+12	-2.576E+12	1.171E+13
2	COMB1	Combinación	2.445E+12	2.528E+12	1.171E+13
2	COMB1	Combinación	-8.239E+11	8.268E+11	1.171E+13
2	COMB1	Combinación	-8.239E+11	9.521E+11	6.106E+12
2	COMB1	Combinación	2.445E+12	2.653E+12	6.106E+12
2	COMB1	Combinación	2.445E+12	2.779E+12	5.031E+11
2	COMB1	Combinación	-8.239E+11	1.077E+12	5.031E+11

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 4 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020 desplazamientos articulares.

<b>TABLA 45</b>					
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo caso</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>
Text	Text	Text	m	m	m
1	COMB1	Combinación	-3.032E+12	-3.754E+11	-4.3E+12
1	COMB1	Combinación	-5.485E+12	-3.65E+12	-4.11E+12
1	COMB1	Combinación	-3.256E+12	-4.89E+11	3.21E+11
1	COMB1	Combinación	-6.852E+12	-3.485E+12	4.61E+11
1	COMB1	Combinación	-3.852E+12	-5.185E+11	4.162E+12
1	COMB1	Combinación	-7.361E+12	-2.45E+12	4.162E+12
1	COMB1	Combinación	-4.092E+12	-3.745E+11	1.184E+13
2	COMB1	Combinación	-5.342E+12	-1.621E+12	1.184E+13
2	COMB1	Combinación	1.548E+12	2.548E+12	1.184E+13
2	COMB1	Combinación	-1.254E+11	2.852E+11	1.184E+13
2	COMB1	Combinación	-2.873E+11	3.856E+11	4.625E+12
2	COMB1	Combinación	3.842E+12	3.482E+12	4.625E+12
2	COMB1	Combinación	2.635E+12	3.962E+12	4.352E+11
2	COMB1	Combinación	-4.852E+11	1.081E+12	4.352E+11

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 4 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; desplazamientos articulares.

<b>TABLA 46</b>								
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de paso</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
3	COMB1		129.12	5455.92	24969.72	62524.1	-42394.43	4895.8
3	COMB2	Max	149.47	4361.7	20775.68	53405.44	-27741.37	4448.06
3	COMB2	Min	22.4	3881.23	16546.76	41877.46	-40934.98	3254.37
3	COMB3	Max	110.99	4230.09	19577.73	50088.08	-30979.6	4166.22
3	COMB3	Min	60.88	4012.85	17744.71	45194.82	-37696.75	3536.22
3	ENv	Max	149.47	5455.92	24969.72	62524.1	-27741.37	4895.8
3	ENv	Min	22.4	3881.23	16546.76	41877.46	-42394.43	3254.37
6	COMB1		215.92	-378.61	31916.76	149831.6	-4735	-1038.3
6	COMB2	Max	213.09	-233.17	25472.04	122905.81	4090.55	-93.64
6	COMB2	Min	95.82	-332.95	21226.68	114158.41	-11687.69	-1350.1
6	COMB3	Max	178.27	-263.96	24191.31	121851.79	-111.81	-499.82
6	COMB3	Min	130.63	-302.16	22507.42	115212.42	-7485.33	-943.96

6	ENv	Max	215.92	-233.17	31916.76	149831.6	4090.55	-93.64
6	ENv	Min	95.82	-378.61	21226.68	114158.41	-11687.69	-1350.1
9	COMB1		94.32	6170	30636.38	76493.8	40811.89	-8201.9
9	COMB2	Max	165.12	5099.51	24446.2	62124.51	40398.65	-5486.9
9	COMB2	Min	-13.21	4231.01	21263.2	53939.52	26968.46	-7285.1
9	COMB3	Max	109.6	4869.84	23692.93	60068.34	36796.83	-6000.8
9	COMB3	Min	42.3	4460.68	22016.46	55995.7	30570.28	-6771.1
9	ENv	Max	165.12	6170	30636.38	76493.8	40811.89	-5486.9
9	ENv	Min	-13.21	4231.01	21263.2	53939.52	26968.46	-8201.9

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo aplicando la NORMA E.030, Huaraz 2020; reacciones articulares.

<b>TABLA 47</b>								
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de paso</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
3	COMB1		137.45	5477.2	24992.07	62301.15	-41572.04	4477.04
3	COMB2	Max	176.06	4319.2	20962.86	53779.21	-27017.2	4159.24
3	COMB2	Min	7.58	3955.3	16393.64	41151.31	-40498.35	2922.52
3	COMB3	Max	122.58	4216.8	19600.64	50016.27	-30457.12	3847.85
3	COMB3	Min	61.06	4057.7	17755.86	44914.25	-37058.43	3233.91
3	ENv	Max	176.06	5477.2	24992.07	62301.15	-27017.2	4477.04
3	ENv	Min	7.58	3955.3	16393.64	41151.31	-41572.04	2922.52
6	COMB1		217.57	-316.33	31872.53	143192.77	-4422.03	-1074.92
6	COMB2	Max	224.51	-188.71	24618.72	118187.52	4968.34	-91.69
6	COMB2	Min	86.76	-285.88	22007.36	109106.15	-12115.58	-1405.91
6	COMB3	Max	181.59	-221.21	23848.53	116859.21	386.84	-519.85
6	COMB3	Min	129.67	-253.38	22777.55	110434.47	-7534.09	-977.75
6	ENv	Max	224.51	-188.71	31872.53	143192.77	4968.34	-91.69
6	ENv	Min	86.76	-316.33	22007.36	109106.15	-12115.58	-1405.91
9	COMB1		66.15	6166.6	30691.59	76874.47	38105.75	-7757.62
9	COMB2	Max	189.55	5099.7	24356.41	62366.75	39839.43	-5198.55
9	COMB2	Min	-78.25	4226.1	21435.44	54233.06	23627.52	-6915.09
9	COMB3	Max	103.3	4843.4	23591.82	60098.09	35143.37	-5708.61
9	COMB3	Min	8	4482.5	22200.03	56501.73	28323.58	-6405.03
9	ENv	Max	189.55	6166.6	30691.59	76874.47	39839.43	-5198.55
9	ENv	Min	-78.25	4226.1	21435.44	54233.06	23627.52	-7757.62

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; reacciones articulares.

<b>TABLA 48</b>								
<b>Junta</b>	<b>Output Case</b>	<b>Step Type</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
3	COMB1		-23.44	-283.2	210.24	33691.41	-2734.38	5175.78
3	COMB2	Max	27.9	320.63	347.2	51340.25	713.99	-5290.85
3	COMB2	Min	-27.9	-320.6	115.33	35928.36	-3389.53	5290.85
3	COMB3	Max	2.5	10.76	137.01	1338.04	451.12	475.69
3	COMB3	Min	-2.5	-10.76	-137	-1338.04	-451.12	-475.69
3	ENV	Max	-44.6	-574.9	694.45	73222.19	-4909.34	11747.33
3	ENV	Min	-53.83	-614.6	188.57	68281.72	-6575.03	9990.95
6	COMB1		-15.63	27.34	-3790	-13281.3	5468.75	292.97
6	COMB2	Max	19.4	-24.53	4767.5	25193.97	1764.62	-82.57
6	COMB2	Min	-19.4	24.53	-4305	-15222.8	5544.13	82.57
6	COMB3	Max	2.61	6.55	161.03	1971.96	54.21	283.28
6	COMB3	Min	-2.61	-6.55	-161	-1971.96	-54.21	-283.28
6	ENV	Max	37.63	-45.32	9138.8	48552.64	3381.32	-92.26
6	ENV	Min	-37.63	45.32	-8256	-29229	10455.7	92.26
9	COMB1		-31.25	27.34	1210.2	7128.91	-3515.63	2099.61
9	COMB2	Max	36.3	-24.8	-634.5	-15941.7	-4414.09	-1961.79
9	COMB2	Min	-36.3	24.8	1097	6590.08	-4105.37	1961.79
9	COMB3	Max	2.27	6.23	276.84	1479.3	281.48	411.01
9	COMB3	Min	-2.27	-6.23	-276.8	-1479.3	-281.48	-411.01
9	ENV	Max	69.82	-45.91	-1147	-30328.7	-8224.49	-3650.4
9	ENV	Min	-69.82	45.91	2030.4	12239.69	-7902.48	3650.4

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 2 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; reacciones articulares.

<b>TABLA 49</b>								
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de paso</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
3	COMB1		-39.06	15.63	-3789.76	3125	781.25	-9017.94
3	COMB2	Max	39.06	-15.63	4210.24	-6054.69	-11718.75	9017.94
3	COMB2	Min	1.403E+16	1.93E+16	2.23E+18	3.057E+18	2.468E+18	2.32E+17
3	COMB3	Max	1.403E+16	1.93E+16	2.23E+18	2.575E+18	1.793E+18	2.32E+17

3	COMB3	Min	-1.403E+16	-1.93E+16	-2.23E+18	-3.057E+18	-2.468E+18	-2.32E+17
3	ENv	Max	-1.403E+16	-1.93E+16	-2.23E+18	-2.575E+18	-1.793E+18	-2.32E+17
3	ENv	Min	1.658E+16	2.28E+16	2.635E+18	3.612E+18	2.917E+18	2.742E+17
6	COMB1		1.658E+16	2.28E+16	2.635E+18	3.043E+18	2.118E+18	2.742E+17
6	COMB2	Max	-1.658E+16	-2.28E+16	-2.635E+18	-3.612E+18	-2.917E+18	-2.742E+17
6	COMB2	Min	-1.658E+16	-2.28E+16	-2.635E+18	-3.043E+18	-2.118E+18	-2.742E+17
6	COMB3	Max	3.061E+16	4.21E+16	4.865E+18	6.669E+18	5.385E+18	5.063E+17
6	COMB3	Min	3.061E+16	4.21E+16	4.865E+18	5.618E+18	3.911E+18	5.063E+17
6	ENv	Max	-3.061E+16	-4.21E+16	-4.865E+18	-6.669E+18	-5.385E+18	-5.063E+17
6	ENv	Min	-3.061E+16	-4.21E+16	-4.865E+18	-5.618E+18	-3.911E+18	-5.063E+17
9	COMB1		7.81	0.98	4210.24	-1562.5	-8007.81	5969.24
9	COMB2	Max	-7.81	-0.98	-3789.76	1757.81	9375	-5969.24
9	COMB2	Min	1.224E+16	6.058E+15	7.503E+17	5.373E+17	1.619E+18	4.157E+17
9	COMB3	Max	1.224E+16	6.058E+15	7.503E+17	1.494E+18	1.869E+18	4.157E+17
9	COMB3	Min	-1.224E+16	-6.058E+15	-7.503E+17	-5.373E+17	-1.619E+18	-4.157E+17
9	ENv	Max	-1.224E+16	-6.058E+15	-7.503E+17	-1.494E+18	-1.869E+18	-4.157E+17
9	ENv	Min	1.447E+16	7.16E+15	8.867E+17	6.349E+17	1.914E+18	4.912E+17

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 2 autoconstruida aplicando la NORMA E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; reacciones articulares

<b>TABLA 50</b>								
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Step Type</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
3	COMB1		-27.4	-36.29	70.39	2292.87	-1959.23	323.49
3	COMB2	Max	27.4	36.29	69.77	1426.6	-625.61	-323.49
3	COMB2	Min	-34.38	-25.32	-77.78	1926.59	-1886.6	-431.37
3	COMB3	Max	34.38	25.32	231.96	1044.91	-1352.84	429.69
3	COMB3	Min	-0.12	36.29	-430.23	-1023.34	-13.73	-170.9
3	ENv	Max	0.12	-36.29	570.39	-1426.6	-54.93	170.9
3	ENv	Min	2.22	37.03	-541.48	-1186.39	-246.73	-495.15
6	COMB1		-2.22	-37.03	695.66	-1338.86	362.55	496.83
6	COMB2	Max	2.93	31.25	-179.92	-3222.66	1228.33	-112.92
6	COMB2	Min	-2.93	-31.25	320.08	390.63	-1016.24	112.92
6	COMB3	Max	-4.03	42.83	-249.47	-3885.55	1220.25	631.1
6	COMB3	Min	4.03	-42.83	403.65	38.6	-1513.98	-631.1
6	ENv	Max	-9.7	155.11	-804.61	-12257.91	-558.47	1626.59
6	ENv	Min	9.7	-155.11	944.77	-5604.65	-613.4	-1623.54

9	COMB1		-18.93	152.28	-730.91	-12330.41	-1527.4	1414.95
9	COMB2	Max	18.93	-152.28	885.08	-5693.08	-1010.44	-1413.27
9	COMB2	Min	-11.9	-131.67	-555.23	7765.73	-549.32	-274.66
9	COMB3	Max	11.9	131.67	695.39	3456.22	-100.71	274.66
9	COMB3	Min	-26.39	-135.1	-575.85	7820.69	-815.73	-280.3
9	ENv	Max	26.39	135.1	730.03	3488	-1003.72	281.98
9	ENv	Min	-22.64	140.63	-304.92	-7519.53	-411.99	274.66

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 3 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; reacciones articulares.

<b>TABLA 51</b>								
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de paso</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
3	COMB1		-281.25	742.48	-996.54	-39465.32	-12109.38	-11114.5
3	COMB2	Max	281.25	-742.48	1136.7	-26577.99	-8593.75	11115.26
3	COMB2	Min	257.81	-719.15	-5369.77	23014.84	23632.81	5673.22
3	COMB3	Max	-257.81	719.15	5523.94	67337.85	19765.63	-5685.81
3	COMB3	Min	-523.44	296.58	136.7	-6628.43	-25000	-16197.2
3	ENv	Max	523.44	-296.58	3.46	-13265.76	-29687.5	16197.97
3	ENv	Min	283.59	263.68	10976.06	-18288.27	4726.56	11885.22
6	COMB1		-283.59	-263.68	11130.23	-14915.98	-12031.25	-11897.81
6	COMB2	Max	-23.44	-164.06	1070.08	10156.25	13281.25	-1335.91
6	COMB2	Min	23.44	164.06	-929.92	-781.25	-1562.5	1335.91
6	COMB3	Max	403.91	77.34	-1022.91	-1289.06	32656.25	8990.71
6	COMB3	Min	-403.91	-77.34	1177.09	-18046.88	32656.25	-8990.71
6	ENv	Max	-554.69	804.98	4003.46	-31262.2	-38671.88	-8236.69
6	ENv	Min	554.69	-804.98	-3863.3	-38296.74	-13281.25	8235.93
9	COMB1		369.53	-512.9	6730.23	30319.52	11171.88	8221.13
9	COMB2	Max	-369.53	512.9	-6576.06	18353.48	24921.88	-8208.54
9	COMB2	Min	-429.69	226.27	1136.7	-14440.93	-17968.75	-11609.65
9	COMB3	Max	429.69	-226.27	-996.54	-5453.26	-23437.5	11609.65
9	COMB3	Min	-180.47	-398.03	1123.94	22102.35	-12460.94	4014.05
9	ENv	Max	180.47	398.03	-969.77	33209.02	-8593.75	-4014.05
9	ENv	Min	-335.94	859.38	70.08	-27343.75	-15625	-3649.9

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 3 autoconstruida aplicando la NORMA E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; reacciones articulares.

<b>TABLA 52</b>								
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de paso</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
3	COMB1		-232.63	-1667.97	-7789.76	196484.38	15625	-14947.51
3	COMB2	Max	148.25	1667.97	8210.24	268750	-10937.5	14947.51
3	COMB2	Min	-148.25	-964.84	5210.24	110156.25	-14843.75	27844.24
3	COMB3	Max	235.69	964.84	-4789.76	162500	10937.5	-27844.24
3	COMB3	Min	-235.69	-234.38	-7789.76	46875	3125	-15374.76
3	ENv	Max	84.69	234.38	8210.24	15625	-23437.5	15374.76
3	ENv	Min	-84.69	58.59	210.24	-2734.38	-8593.75	8728.03
6	COMB1		245.86	-58.59	210.24	-17187.5	9375	-8728.03
6	COMB2	Max		-15.63	210.24	5078.13	-21093.75	-280.76
6	COMB2	Min	187.5	15.63	210.24	-3125	-31250	280.76
6	COMB3	Max	-234.38	101.56	-7789.76	-17968.75	-29687.5	5908.2
6	COMB3	Min	234.38	-101.56	8210.24	-7812.5	-34375	-5908.2
6	ENv	Max	-132.81	-386.72	210.24	34765.63	-17968.75	17822.27
6	ENv	Min	132.81	386.72	210.24	74218.75	-15625	-17822.27
9	COMB1		-156.25	-175.78	8210.24	48046.88	-28125	10571.29
9	COMB2	Max	156.25	175.78	-7789.76	781.25	-20312.5	-10571.29
9	COMB2	Min	-70.31	-1031.25	-4789.76	164843.75	-8593.75	5780.03
9	COMB3	Max	70.31	1031.25	5210.24	128125	-12500	-5780.03
9	COMB3	Min	-195.31	-1113.28	-2789.76	160937.5	-24218.75	4858.4
9	ENv	Max	195.31	1113.28	3210.24	152343.75	-34375	-4858.4
9	ENv	Min	-54.69	-1789.06	4210.24	249218.75	-12500	16027.83

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 4 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; reacciones articulares.

<b>TABLA 53:</b>								
<b>Junta</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Tipo de paso</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
3	COMB1		167.97	-1804.69	8378.44	217187.5	55468.75	-1635.74
3	COMB2	Max	-167.97	1804.69	-7621.56	290625	-8593.75	1635.74
3	COMB2	Min	18.12	724.33	278.18	77090.6	9642.47	16840.22
3	COMB3	Max	18.12	724.33	278.18	121151	9229.67	16840.22

3	COMB3	Min	-18.12	-724.33	-278.18	-77090.6	-9642.47	-16840.22
3	ENv	Max	-18.12	-724.33	-278.18	-121151	-9229.67	-16840.22
3	ENv	Min	186.09	-1080.36	8656.62	294278.1	65111.22	15204.48
6	COMB1		-149.85	2529.02	-7343.38	411776	635.92	18475.97
6	COMB2	Max	149.85	-2529.02	8100.25	140096.9	45826.28	-18475.97
6	COMB2	Min	-186.09	1080.36	-7899.75	169474	-17823.42	-15204.48
6	COMB3	Max	372.18	-2160.71	17313.24	588556.19	130222.44	30408.96
6	COMB3	Min	-299.7	5058.04	-14686.76	823551.99	1271.83	36951.93
6	ENv	Max	299.7	-5058.04	16200.51	280193.81	91652.56	-36951.93
6	ENv	Min	-372.18	2160.71	-15799.49	338948.01	-35646.83	-30408.96
9	COMB1		35.16	-1515.63	-7621.56	185937.5	-24609.38	11010.74
9	COMB2	Max	-35.16	1515.63	8378.44	239062.5	31250	-11010.74
9	COMB2	Min	15.77	513.89	911.26	57078.51	5304.33	21171.6
9	COMB3	Max	15.77	513.89	911.26	87617.89	9927.84	21171.6
9	COMB3	Min	-15.77	-513.89	-911.26	-57078.51	-5304.33	-21171.6
9	ENv	Max	-15.77	-513.89	-911.26	-87617.89	-9927.84	-21171.6
9	ENv	Min	50.93	-1001.74	-6710.3	243016.01	-19305.04	32182.34

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 4 autoconstruida aplicando la NORMA E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; reacciones articulares.

<b>TABLA 54</b>								
<b>Vigas</b>	<b>Estación</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	cm	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
1	20	COMB2	-1274.17	-496.45	18.24	1305.84	917.32	-58186.28
1	93.333	COMB2	-1080.35	-496.45	18.24	1305.84	2785.8	-20661.97
1	93.333	COMB2	-1161.07	-535.83	2.38	-212.67	540.16	-19675.23
1	140	COMB2	-1037.73	-535.83	2.38	-212.67	454.37	14698.95
1	186.667	COMB2	-914.39	-535.83	2.38	-212.67	379.35	53946.58
1	186.667	COMB2	-1016.96	-595.66	-17.3	553.69	991.1	55052.92
1	260	COMB2	-823.13	-595.66	-17.3	553.69	3595.53	109031.75
1	20	COMB2	-2722	-933.62	-108.2	-232	-5151	-95977.9
1	93.333	COMB2	-2528.18	-933.62	-108.2	-232	-422.45	-28630.07
1	93.333	COMB2	-2042.52	-850.89	-0.56	-910.24	-164.2	-27241.08
1	140	COMB2	-1919.18	-850.89	-0.56	-910.24	-163.38	3098.48
1	186.667	COMB2	-1795.84	-850.89	-0.56	-910.24	-173.33	28564.6
1	186.667	COMB2	-1505.8	-746.97	-62.5	-1798.3	-1330.8	29456.89
1	260	COMB2	-1311.98	-746.97	-62.5	-1798.3	1916.74	73938.13
1	20	COMB3	-1687.18	-634.57	-17.39	840.74	-791.73	-70265.94
1	93.333	COMB3	-1493.36	-634.57	-17.39	840.74	1880.25	-23277.57
1	93.333	COMB3	-1415.37	-636.08	1.43	-443.4	342.28	-22154.67
1	140	COMB3	-1292.03	-636.08	1.43	-443.4	283.52	11096.97
1	186.667	COMB3	-1168.68	-636.08	1.43	-443.4	228.08	45973.17
1	186.667	COMB3	-1162.37	-643.74	-30.73	-175.51	325.98	47009.24
1	260	COMB3	-968.55	-643.74	-30.73	-175.51	3059.77	97871.55
1	20	COMB3	-2308.99	-795.5	-72.57	233.11	-3441.9	-83898.24
1	93.333	COMB3	-2115.16	-795.5	-72.57	233.11	483.1	-26014.48
1	93.333	COMB3	-1788.22	-750.64	0.39	-679.51	33.68	-24761.64
1	140	COMB3	-1664.88	-750.64	0.39	-679.51	7.47	6700.46
1	186.667	COMB3	-1541.54	-750.64	0.39	-679.51	-22.05	36538.01
1	186.667	COMB3	-1360.39	-698.9	-49.07	-1069.1	-665.71	37500.57
1	260	COMB3	-1166.57	-698.9	-49.07	-1069.1	2452.49	85098.33
2	0	COMB1	-11914.5	6.89	-47.7	-4213.3	175.55	-7295.6
2	100	COMB1	-11578.1	6.89	-47.7	-4213.3	4945.77	-7984.3

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida aplicando la Norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; fuerzas de los elementos – VIGAS

<b>TABLA 55</b>								
<b>Vigas</b>	<b>Estación</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	cm	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
1	0	COMB2	986.24	-154.09	135.19	714.13	11817.8	-4954.5
1	50	COMB2	986.24	-21.94	135.19	714.13	5058.63	-544.19
1	100	COMB2	986.24	110.21	135.19	714.13	1653.41	-714.97
1	100	COMB2	224.84	-116.73	61.02	654.39	1890.29	-1208.1
1	150	COMB2	224.84	15.42	61.02	654.39	5013.61	1655.03
1	200	COMB2	224.84	147.57	61.02	654.39	8137.22	257.1
1	200	COMB2	69.64	-129.67	58.79	474.64	8140.67	-2341.9
1	250	COMB2	69.64	2.48	58.79	474.64	5208.03	1924.35
1	300	COMB2	69.64	134.63	58.79	474.64	2291.14	701.89
1	300	COMB2	94.04	-136	143.44	1515.01	2055.07	-915.79
1	350	COMB2	94.04	-3.85	143.44	1515.01	5085.67	3425.08
1	400	COMB2	94.04	128.3	143.44	1515.01	12178.42	1180.17
1	0	COMB2	-152.52	-219.92	-134.92	-2303.65	-11838.73	-9503
1	50	COMB2	-152.52	-87.76	-134.92	-2303.65	-5093	-1820.5
1	100	COMB2	-152.52	44.39	-134.92	-2303.65	-1701.23	-2772.14
1	100	COMB2	-11.09	-170.5	-62.47	-931.67	-1944.68	-3581.68
1	150	COMB2	-11.09	-38.35	-62.47	-931.67	-4995.31	1309.55
1	200	COMB2	-11.09	93.8	-62.47	-931.67	-8046.25	-2753.39
1	200	COMB2	-388.85	-173.8	-58.29	-412.95	-8057.67	-3464.28
1	250	COMB2	-388.85	-41.64	-58.29	-412.95	-5149.93	835.32
1	300	COMB2	-388.85	90.51	-58.29	-412.95	-2257.94	-2591.61
1	300	COMB2	-822.32	-153.46	-141.89	-1356.38	-2019.92	-2042.07
1	350	COMB2	-822.32	-21.3	-141.89	-1356.38	-5127.69	1482.28
1	400	COMB2	-822.32	110.85	-141.89	-1356.38	-12297.62	-1622.82
2	0	COMB1	503.06	-276.58	2.26	813.39	134.29	-12287.58
2	50	COMB1	503.06	-108.38	2.26	813.39	21.18	-2663.56

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; fuerzas de los elementos – VIGAS

<b>TABLA 56</b>								
<b>Vigas</b>	<b>Estación</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	cm	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
1	0	COMB1	0	31.25	281.25	-5175.78	33593.75	3125
1	140	COMB1	210.24	31.25	281.25	-5175.78	-5781.25	-1250
1	280	COMB1	420.48	31.25	281.25	-5175.78	-45156.25	-5625
1	0	COMB2	115.93	36.03	318.22	-5290.85	38120.35	3807.55
1	140	COMB2	347.2	36.03	318.22	-5290.85	-6237.86	-875.46
1	280	COMB2	578.47	36.03	318.22	-5290.85	-48356.09	-5545.31
1	0	COMB2	-115.9	32.72	300.53	-6095.86	35785.9	3067.45
1	140	COMB2	115.33	32.72	300.53	-6095.86	-6480.89	-1874.54
1	280	COMB2	346.6	32.72	300.53	-6095.86	-50987.66	-6829.69
1	0	COMB3	137.01	1.95	10.45	475.69	1379.45	437.33
1	140	COMB3	137.01	1.95	10.45	475.69	143.61	590.36
1	280	COMB3	137.01	1.95	10.45	475.69	1555.02	758.96
1	0	COMB3	-137	-1.95	-10.45	-475.69	-1379.45	-437.33
1	140	COMB3	-137	-1.95	-10.45	-475.69	-143.61	-590.36
1	280	COMB3	-137	-1.95	-10.45	-475.69	-1555.02	-758.96
1	0	ENV	252.94	69.23	609.91	-9990.95	73093.55	7369.88
1	140	ENV	694.45	69.23	609.91	-9990.95	-11875.5	-1535.1
1	280	ENV	1136	69.23	609.91	-9990.95	-91957.31	-10411.35
1	0	ENV	-252.9	62.02	571.34	-11747.33	68000.2	5755.12
1	140	ENV	188.57	62.02	571.34	-11747.33	-12405.75	-3714.9
1	280	ENV	630.07	62.02	571.34	-11747.33	-97698.94	-13213.65
2	0	COMB1	-4000	-15.6	27.34	292.97	21386.72	-3125
2	140	COMB1	-3790	-15.6	27.34	292.97	17558.59	-937.5

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 2 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; fuerzas de los elementos - VIGAS

<b>TABLA 57</b>								
<b>Vigas</b>	<b>Estación</b>	<b>Output Case</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	cm	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
1	0	COMB1	4000	39.06	-15.63	9017.94	3125	-1562.5
1	140	COMB1	4210.24	39.06	-15.63	9017.94	5312.5	-7031.25
1	280	COMB1	4420.48	39.06	-15.63	9017.94	7500	-12500
1	0	COMB2	2.23E+18	1.403E+16	1.93E+16	2.32E+17	3.057E+18	2.468E+18
1	140	COMB2	2.23E+18	1.403E+16	1.93E+16	2.32E+17	8.297E+17	8.915E+17
1	280	COMB2	2.23E+18	1.403E+16	1.93E+16	2.32E+17	2.575E+18	1.793E+18
1	0	COMB2	-2.23E+18	-1.403E+16	-1.93E+16	-2.32E+17	-3.057E+18	-2.468E+18
1	140	COMB2	-2.23E+18	-1.403E+16	-1.93E+16	-2.32E+17	-8.297E+17	-8.915E+17
1	280	COMB2	-2.23E+18	-1.403E+16	-1.93E+16	-2.32E+17	-2.575E+18	-1.793E+18
1	0	COMB3	2.635E+18	1.658E+16	2.28E+16	2.742E+17	3.612E+18	2.917E+18
1	140	COMB3	2.635E+18	1.658E+16	2.28E+16	2.742E+17	9.806E+17	1.054E+18
1	280	COMB3	2.635E+18	1.658E+16	2.28E+16	2.742E+17	3.043E+18	2.118E+18
1	0	COMB3	-2.635E+18	-1.658E+16	-2.28E+16	-2.742E+17	-3.612E+18	-2.917E+18
1	140	COMB3	-2.635E+18	-1.658E+16	-2.28E+16	-2.742E+17	-9.806E+17	-1.054E+18
1	280	COMB3	-2.635E+18	-1.658E+16	-2.28E+16	-2.742E+17	-3.043E+18	-2.118E+18
1	0	ENV	4.865E+18	3.061E+16	4.21E+16	5.063E+17	6.669E+18	5.385E+18
1	140	ENV	4.865E+18	3.061E+16	4.21E+16	5.063E+17	1.81E+18	1.945E+18
1	280	ENV	4.865E+18	3.061E+16	4.21E+16	5.063E+17	5.618E+18	3.911E+18
1	0	ENV	-4.865E+18	-3.061E+16	-4.21E+16	-5.063E+17	-6.669E+18	-5.385E+18
1	140	ENV	-4.865E+18	-3.061E+16	-4.21E+16	-5.063E+17	-1.81E+18	-1.945E+18
1	280	ENV	-4.865E+18	-3.061E+16	-4.21E+16	-5.063E+17	-5.618E+18	-3.911E+18
2	0	COMB1	-4000	-7.81	0	-5969.24	-1562.5	7812.5
2	140	COMB1	-3789.76	-7.81	0	-5969.24	-1562.5	8906.25

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 2 autoconstruida aplicando la Norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; fuerzas de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 58</b>								
<b>Vigas</b>	<b>Estación</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	cm	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
1	0	COMB2	-125	31.25	31.25	-326.54	2343.75	1953.13
1	93.333	COMB2	15.16	31.25	31.25	-326.54	-572.92	-963.54
1	93.333	COMB2	375	0	-39.06	170.9	-781.25	0
1	140	COMB2	445.08	6.669E-14	-39.06	170.9	1041.67	-1.6E-12
1	186.667	COMB2	515.16	1.334E-13	-39.06	170.9	2864.58	-6.2E-12
1	186.667	COMB2	125	-3.91	-31.25	112.92	-3222.7	-1171.88
1	280	COMB2	265.16	-3.91	-31.25	112.92	-305.99	-807.29
1	0	COMB2	17.19	34.38	25.78	426.33	2148.44	1718.75
1	93.333	COMB2	171.37	34.37	25.78	426.33	-257.81	-1489.58
1	93.333	COMB2	481.25	0	-38.67	496.83	-859.38	0
1	140	COMB2	558.34	7.336E-14	-38.67	496.83	945.31	-1.7E-12
1	186.667	COMB2	635.43	1.467E-13	-38.67	496.83	2750	-6.8E-12
1	186.667	COMB2	189.06	4.3	-42.97	-631.1	-3974.6	-1074.22
1	280	COMB2	343.24	4.3	-42.97	-631.1	35.81	-1475.26
1	0	COMB3	750	11.72	-156.25	-1623.5	-12500	585.94
1	93.333	COMB3	890.16	11.72	-156.25	-1623.5	2083.33	-507.81
1	93.333	COMB3	500	7.81	125	274.66	7812.5	585.94
1	140	COMB3	570.08	7.81	125	274.66	1979.17	221.35
1	186.667	COMB3	640.16	7.81	125	274.66	-3854.2	-143.23
1	186.667	COMB3	250	23.44	-140.63	-274.66	-7812.5	390.63
1	280	COMB3	390.16	23.44	-140.63	-274.66	5312.5	-1796.88
1	0	COMB3	670.31	21.48	-154.69	-1413.3	-12676	1503.91
1	93.333	COMB3	824.49	21.48	-154.69	-1413.3	1761.72	-501.3
1	93.333	COMB3	532.81	25.78	128.91	281.98	7949.22	859.38

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 3 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; fuerzas de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 59</b>								
<b>Vigas</b>	<b>Estación</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	cm	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
1	0	COMB1	1000	250	-750	11116.03	-37500	12500
1	93.333	COMB1	1140.16	250	-750	11116.03	32500	-10833.33
1	93.333	COMB1	-1000	562.5	-250	16196.44	-6250	21875
1	140	COMB1	-929.92	562.5	-250	16196.44	5416.67	-4375
1	186.667	COMB1	-859.84	562.5	-250	16196.44	17083.33	-30625
1	186.667	COMB1	-1000	0	125	1335.91	12500	-12500
1	280	COMB1	-859.84	0	125	1335.91	833.33	-12500
1	0	COMB2	5500	-412.5	825	-5658.11	27500	-20625
1	93.333	COMB2	5654.18	-412.5	825	-5658.11	-49500	17875
1	93.333	COMB2	9900	206.25	-275	-11886.1	-20625	-3437.5
1	140	COMB2	9977.09	206.25	-275	-11886.1	-7791.67	-13062.5
1	186.667	COMB2	10054.18	206.25	-275	-11886.1	5041.67	-22687.5
1	186.667	COMB2	1100	-550	-137.5	-8990.71	0	-27500
1	280	COMB2	1254.18	-550	-137.5	-8990.71	12833.33	23833.33
2	0	COMB1	-4000	546.88	-812.5	8235.93	-31250	37890.63
2	93.333	COMB1	-3859.84	546.88	-812.5	8235.93	44583.33	-13151.04

Fuente. Elaboración propia - vivienda 3 autoconstruida aplicando la Norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; fuerzas de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 60:</b>								
<b>Vigas</b>	<b>Estación</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	cm	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
1	0	COMB2	8000	0	1664.06	14947.51	196875	-12500
1	50	COMB2	8210.24	0	1664.06	14947.51	-36093.75	-12500
1	100	COMB2	8420.48	0	1664.06	14947.51	-269062.5	-12500
1	100	COMB2	-5250	31.25	968.75	-27844.24	110937.5	12500
1	150	COMB2	-5039.76	31.25	968.75	-27844.24	-24687.5	8125
1	200	COMB2	-4829.52	31.25	968.75	-27844.24	-160312.5	3750
1	200	COMB2	8000	62.5	234.38	15374.76	46875	0
1	250	COMB2	8210.24	62.5	234.38	15374.76	14062.5	-8750
1	300	COMB2	8420.48	62.5	234.38	15374.76	-18750	-17500
1	300	COMB2	0	0	-62.5	-8728.03	-3125	6250
1	350	COMB2	210.24	0	-62.5	-8728.03	5625	6250
1	400	COMB2	420.48	0	-62.5	-8728.03	14375	6250
1	0	COMB2	0	187.5	15.63	280.76	5468.75	21093.75
1	50	COMB2	210.24	187.5	15.63	280.76	3281.25	-5156.25
1	100	COMB2	420.48	187.5	15.63	280.76	1093.75	-31406.25
1	100	COMB2	8000	234.38	-101.56	-5908.2	-17968.75	29687.5
1	150	COMB2	8210.24	234.38	-101.56	-5908.2	-3750	-3125
1	200	COMB2	8420.48	234.38	-101.56	-5908.2	10468.75	-35937.5
1	200	COMB2	0	125	386.72	-17822.27	34765.63	18750
1	250	COMB2	210.24	125	386.72	-17822.27	-19375	1250
1	300	COMB2	420.48	125	386.72	-17822.27	-73515.63	-16250
1	300	COMB2	-8000	156.25	179.69	-10571.29	47656.25	28125
1	350	COMB2	-7789.76	156.25	179.69	-10571.29	22500	6250
1	400	COMB2	-7579.52	156.25	179.69	-10571.29	-2656.25	-15625
2	0	COMB1	4750	70.31	1031.25	-5780.03	165625	8593.75
2	50	COMB1	4960.24	70.31	1031.25	-5780.03	21250	-1250

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 4 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; fuerzas de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 61</b>								
<b>Vigas</b>	<b>Estación</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
Texto	cm	Texto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
1	0	COMB2	-8000	-171.88	1804.69	1635.74	217187.5	-54687.5
1	50	COMB2	-7621.56	-171.88	1804.69	1635.74	-35468.75	-30625
1	100	COMB2	-7243.13	-171.88	1804.69	1635.74	-288125	-6562.5
1	100	COMB2	278.18	17.01	731.8	16840.22	74496.77	10002.87
1	150	COMB2	278.18	17.01	731.8	16840.22	28282.65	8768.74
1	200	COMB2	278.18	17.01	731.8	16840.22	130548.09	8103.42
1	200	COMB2	-278.18	-17.01	-731.8	-16840.22	-74496.77	-10002.87
1	250	COMB2	-278.18	-17.01	-731.8	-16840.22	-28282.65	-8768.74
1	300	COMB2	-278.18	-17.01	-731.8	-16840.22	-130548.09	-8103.42
1	300	COMB2	-7721.82	-154.86	2536.49	18475.97	291684.27	-44684.63
1	350	COMB2	-7343.38	-154.86	2536.49	18475.97	-7186.1	-21856.26
1	400	COMB2	-6964.94	-154.86	2536.49	18475.97	-157576.91	1540.92
1	0	COMB2	-8278.18	-188.89	1072.89	-15204.48	142690.73	-64690.37
1	50	COMB2	-7899.75	-188.89	1072.89	-15204.48	-63751.4	-39393.74
1	100	COMB2	-7521.31	-188.89	1072.89	-15204.48	-418673.09	-14665.92
1	100	COMB2	-15443.63	-309.73	5072.97	36951.93	583368.54	-89369.26
1	150	COMB2	-14686.76	-309.73	5072.97	36951.93	-14372.19	-43712.52
1	200	COMB2	-13929.89	-309.73	5072.97	36951.93	-315153.83	3081.85
1	200	COMB2	-16556.37	-377.77	2145.78	-30408.96	285381.46	-129380.74
1	250	COMB2	-15799.49	-377.77	2145.78	-30408.96	-127502.81	-78787.48
1	300	COMB2	-15042.62	-377.77	2145.78	-30408.96	-837346.17	-29331.85
1	300	COMB2	8000	-31.25	1515.63	-11010.74	185937.5	25000
1	350	COMB2	8378.44	-31.25	1515.63	-11010.74	-26250	29375
1	400	COMB2	8756.87	-31.25	1515.63	-11010.74	-238437.5	33750
2	0	COMB1	911.26	14.56	510.55	21171.6	57071.03	5089.69
2	50	COMB1	911.26	14.56	510.55	21171.6	15768.32	6834.85

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 4 autoconstruida aplicando la Norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; fuerzas de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 62</b>					
<b>Vigas</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Point</b>	<b>SMax</b>	<b>SMin</b>	<b>SVM</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf/cm2	Kgf/cm2	Kgf/cm2
1	COMB1	0	0.66	-3.3	3.68
1	COMB1	1	0	-19.14	19.14
1	COMB1	2	0.002037	-18.48	18.48
1	COMB1	3	0	-17.81	17.81
1	COMB1	4	0.48	-3.79	4.05
1	COMB1	5	0.89	-2.87	3.4
1	COMB1	6	12.52	0	12.52
1	COMB1	7	13.18	-2.275E-05	13.18
1	COMB1	8	13.84	0	13.84
1	COMB1	0	0.7	-3.1	3.5
1	COMB1	1	0	-7.08	7.08
1	COMB1	2	0.005045	-7.46	7.46
1	COMB1	3	0	-7.83	7.83
1	COMB1	4	0.67	-2.7	3.09
1	COMB1	5	0.73	-3.5	3.92
1	COMB1	6	3.03	0	3.03
1	COMB1	7	2.65	-0.000113	2.65
1	COMB1	8	2.28	0	2.28
1	COMB1	0	0.71	-2.84	3.26
1	COMB1	1	0	-6.89	6.89
1	COMB1	2	0.002045	-6.95	6.95
1	COMB1	3	0	-7.01	7.01
1	COMB1	4	0.83	-2.91	3.41
1	COMB1	5	0.59	-2.78	3.12
1	COMB1	6	2.74	0	2.74
1	COMB1	7	2.68	-0.005045	2.68
1	COMB1	8	2.62	0	2.62

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida aplicando la Norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; Estrés de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 63</b>					
<b>Vigas</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Point</b>	<b>SMax</b>	<b>SMin</b>	<b>SVM</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf/cm2	Kgf/cm2	Kgf/cm2
1	COMB1	0	0.74	-0.18	0.85
1	COMB1	1	0	-0.87	0.87
1	COMB1	2	0.0264	-0.89	0.9
1	COMB1	3	0	-0.86	0.86
1	COMB1	4	0.89	-0.33	1.1
1	COMB1	5	0.62	-0.05206	0.65
1	COMB1	6	2	0	2
1	COMB1	7	2.01	-0.01161	2.02
1	COMB1	8	2	0	2
1	COMB1	0	0.59	-0.02046	0.6
1	COMB1	1	0.31	0	0.31
1	COMB1	2	0.38	-0.06199	0.41
1	COMB1	3	0.32	0	0.32
1	COMB1	4	0.69	-0.12	0.76
1	COMB1	5	0.58	-0.0089	0.59
1	COMB1	6	0.81	0	0.81
1	COMB1	7	0.85	-0.02756	0.86
1	COMB1	8	0.83	0	0.83
1	COMB1	0	0.6	-0.03376	0.62
1	COMB1	1	0.23	0	0.23
1	COMB1	2	0.31	-0.07564	0.35
1	COMB1	3	0.24	0	0.24
1	COMB1	4	0.56	-0.002728	0.56
1	COMB1	5	0.72	-0.15	0.8
1	COMB1	6	0.89	0	0.89
1	COMB1	7	0.93	-0.02519	0.94
1	COMB1	8	0.91	0	0.91

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 1 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; Estrés de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 64</b>					
<b>Vigas</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Point</b>	<b>SMax</b>	<b>SMin</b>	<b>SVM</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf/cm2	Kgf/cm2	Kgf/cm2
1	COMB1	0	0.68	-0.68	1.18
1	COMB1	1	14.1	0	14.1
1	COMB1	2	2.94	-1.74	4.1
1	COMB1	3	0	-11.7	11.7
1	COMB1	4	13.08	-0.18	13.16
1	COMB1	5	0.21	-13.11	13.22
1	COMB1	6	11.7	0	11.7
1	COMB1	7	0.49	-1.69	1.99
1	COMB1	8	0	-14.1	14.1
1	COMB1	0	0.87	-0.53	1.22
1	COMB1	1	0	-2.36	2.36
1	COMB1	2	2.19	-2.34	3.92
1	COMB1	3	2.08	0	2.08
1	COMB1	4	0.84	-2.72	3.23
1	COMB1	5	3.38	-0.82	3.85
1	COMB1	6	0	-1.4	1.4
1	COMB1	7	1.41	-0.59	1.78
1	COMB1	8	3.04	0	3.04
1	COMB1	0	1.09	-0.42	1.36
1	COMB1	1	0	-18.83	18.83
1	COMB1	2	1.64	-3.13	4.19
1	COMB1	3	15.85	0	15.85
1	COMB1	4	0.14	-16.8	16.87
1	COMB1	5	18.17	-0.15	18.24
1	COMB1	6	0	-14.51	14.51
1	COMB1	7	3.1	-0.27	3.24
1	COMB1	8	20.17	0	20.17

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 2 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; Estrés de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 65</b>					
<b>Vigas</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Point</b>	<b>SMax</b>	<b>SMin</b>	<b>SVM</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf/cm2	Kgf/cm2	Kgf/cm2
1	COMB1	0	6.4	-0.00159	6.4
1	COMB1	1	7	0	7
1	COMB1	2	6.93	-1.13	7.57
1	COMB1	3	4.6	0	4.6
1	COMB1	4	8.56	-0.96	9.07
1	COMB1	5	6.33	-1.13	6.96
1	COMB1	6	8.2	0	8.2
1	COMB1	7	7.94	-0.94	8.45
1	COMB1	8	5.8	0	5.8
1	COMB1	0	6.74	-0.00151	6.74
1	COMB1	1	6.08	0	6.08
1	COMB1	2	5.47	-1.44	6.32
1	COMB1	3	2	0	2
1	COMB1	4	9.63	-0.85	10.08
1	COMB1	5	5.91	-1.21	6.6
1	COMB1	6	11.48	0	11.48
1	COMB1	7	10.17	-0.73	10.55
1	COMB1	8	7.4	0	7.4
1	COMB1	0	7.07	-0.00144	7.07
1	COMB1	1	5.15	0	5.15
1	COMB1	2	4.16	-1.89	5.36
1	COMB1	3	0	-0.61	0.61
1	COMB1	4	10.72	-0.76	11.12
1	COMB1	5	5.49	-1.3	6.25
1	COMB1	6	14.75	0	14.75
1	COMB1	7	12.47	-0.6	12.78
1	COMB1	8	8.99	0	8.99

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 2 autoconstruida aplicando la Norma E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; Estrés de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 66</b>					
<b>Vigas</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Point</b>	<b>SMax</b>	<b>SMin</b>	<b>SVM</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf/cm2	Kgf/cm2	Kgf/cm2
1	COMB1	0	0.04577	-0.25	0.27
1	COMB1	1	1.45	0	1.45
1	COMB1	2	0.6	-0.05107	0.63
1	COMB1	3	0	-0.35	0.35
1	COMB1	4	0.7	-0.00091	0.7
1	COMB1	5	0.02723	-1.13	1.14
1	COMB1	6	0	-0.05	0.05
1	COMB1	7	0.00067	-0.95	0.95
1	COMB1	8	0	-1.85	1.85
1	COMB1	0	0.12	-0.09463	0.19
1	COMB1	1	0	-0.57	0.57
1	COMB1	2	0.07327	-0.42	0.46
1	COMB1	3	0	-0.13	0.13
1	COMB1	4	0.0032	-0.2	0.2
1	COMB1	5	0.34	-0.09145	0.39
1	COMB1	6	0.17	0	0.17
1	COMB1	7	0.4	-0.00161	0.4
1	COMB1	8	0.61	0	0.61
1	COMB1	0	0.61	-0.01431	0.62
1	COMB1	1	0.3	0	0.3
1	COMB1	2	0.63	-0.03373	0.65
1	COMB1	3	0.9	0	0.9
1	COMB1	4	0.31	-0.00891	0.31
1	COMB1	5	0.9	-0.00305	0.9
1	COMB1	6	0.3	0	0.3
1	COMB1	7	0.6	-0.00283	0.6
1	COMB1	8	0.9	0	0.9

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 3 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; Estrés de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 67</b>					
<b>Vigas</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Point</b>	<b>SMax</b>	<b>SMin</b>	<b>SVM</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf/cm2	Kgf/cm2	Kgf/cm2
1	COMB1	0	2.86	-1.26	3.66
1	COMB1	1	0	-8	8
1	COMB1	2	9.32	-2.92	11.07
1	COMB1	3	20.8	0	20.8
1	COMB1	4	1.15	-13.95	14.56
1	COMB1	5	16.48	-0.48	16.72
1	COMB1	6	0	-17.6	17.6
1	COMB1	7	0.67	-3.87	4.25
1	COMB1	8	11.2	0	11.2
1	COMB1	0	3.02	-1.19	3.76
1	COMB1	1	10.14	0	10.14
1	COMB1	2	4.17	-6.51	9.32
1	COMB1	3	0	-14.82	14.82
1	COMB1	4	15.35	-1.05	15.9
1	COMB1	5	0.7	-11.35	11.72
1	COMB1	6	18.46	0	18.46
1	COMB1	7	6.39	-0.41	6.6
1	COMB1	8	0	-6.5	6.5
1	COMB1	0	0.88	-2.48	3.02
1	COMB1	1	4.4	0	4.4
1	COMB1	2	9.93	-3.13	11.8
1	COMB1	3	9.2	0	9.2
1	COMB1	4	4.63	-8.63	11.66
1	COMB1	5	4.04	-3.24	6.32
1	COMB1	6	0	-12.4	12.4
1	COMB1	7	1.64	-11.64	12.54
1	COMB1	8	0	-7.6	7.6

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 3 autoconstruida aplicando la Normal E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; Estrés de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 68</b>					
<b>Vigas</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Punto</b>	<b>SMax</b>	<b>SMin</b>	<b>SVM</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf/cm2	Kgf/cm2	Kgf/cm2
1	COMB1	0	13.94	-1.14	14.55
1	COMB1	1	83.6	0	83.6
1	COMB1	2	8.04	-0.04379	8.07
1	COMB1	3	0	-67.6	67.6
1	COMB1	4	88.64	-0.24	88.76
1	COMB1	5	0.33	-63.13	63.3
1	COMB1	6	93.2	0	93.2
1	COMB1	7	21.09	-3.49	23.04
1	COMB1	8	0	-58	58
1	COMB1	0	14.26	-1.12	14.85
1	COMB1	1	0	-5.52	5.52
1	COMB1	2	8.38	-0.04204	8.4
1	COMB1	3	22.2	0	22.2
1	COMB1	4	4.24	-4.96	7.98
1	COMB1	5	27.75	-0.76	28.14
1	COMB1	6	4.08	0	4.08
1	COMB1	7	21.38	-3.44	23.29
1	COMB1	8	31.8	0	31.8
1	COMB1	0	14.57	-1.09	15.14
1	COMB1	1	0	-94.65	94.65
1	COMB1	2	8.71	-0.04043	8.73
1	COMB1	3	111.99	0	111.99
1	COMB1	4	0.23	-90.08	90.2
1	COMB1	5	116.97	-0.18	117.06
1	COMB1	6	0	-85.05	85.05
1	COMB1	7	21.67	-3.4	23.55
1	COMB1	8	121.59	0	121.59

**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 4 autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; Estrés de los elementos – VIGAS.

<b>TABLA 69:</b>					
<b>Vigas</b>	<b>Caso de salida</b>	<b>Point</b>	<b>SMax</b>	<b>SMin</b>	<b>SVM</b>
Texto	Texto	Texto	Kgf/cm2	Kgf/cm2	Kgf/cm2
1	COMB1	0	0.74	-7.85	8.25
1	COMB1	1	6.96	0	6.96
1	COMB1	2	0.25	-19.02	19.15
1	COMB1	3	0	-44.52	44.52
1	COMB1	4	18.63	-0.00005575	18.63
1	COMB1	5	0.005526	-32.86	32.86
1	COMB1	6	30.3	0	30.3
1	COMB1	7	5.77	-1.22	6.46
1	COMB1	8	0	-21.19	21.19
1	COMB1	0	0.77	-7.55	7.96
1	COMB1	1	0	-17.51	17.51
1	COMB1	2	0.34	-13.65	13.83
1	COMB1	3	0	-9.1	9.1
1	COMB1	4	0.00009461	-10.98	10.98
1	COMB1	5	0.06878	-2.64	2.67
1	COMB1	6	0	-4.45	4.45
1	COMB1	7	2.53	-2.77	4.59
1	COMB1	8	3.96	0	3.96
1	COMB1	0	0.81	-7.24	7.68
1	COMB1	1	0	-41.99	41.99
1	COMB1	2	0.56	-8.4	8.69
1	COMB1	3	26.31	0	26.31
1	COMB1	4	0.00002559	-40.59	40.59
1	COMB1	5	27.72	-0.006551	27.72
1	COMB1	6	0	-39.19	39.19
1	COMB1	7	1.14	-6.17	6.81
1	COMB1	8	29.11	0	29.11

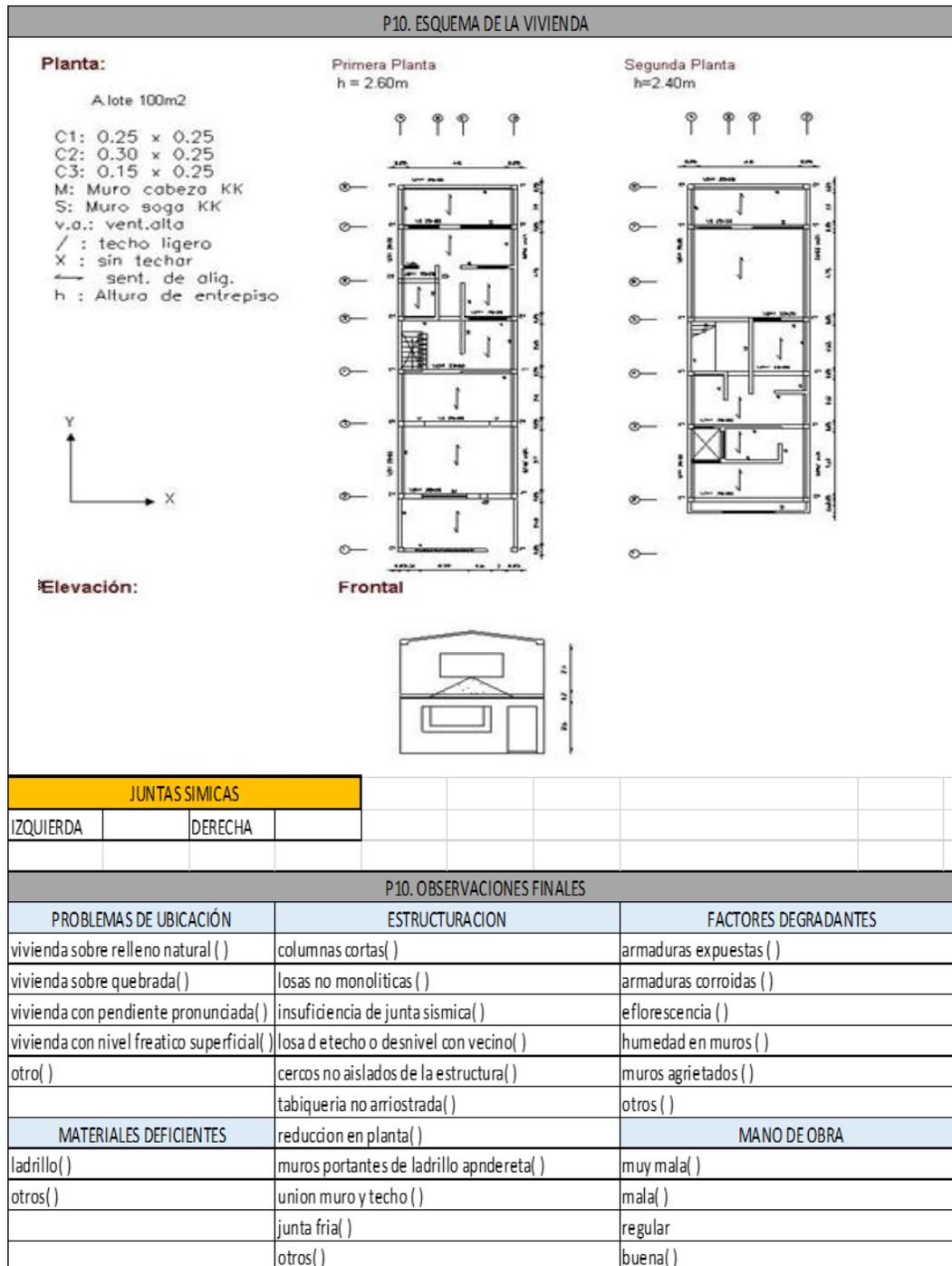
**Fuente.** Elaboración propia - vivienda 4 autoconstruida aplicando la Normal E.030 en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020; Estrés de los elementos – VIGAS.

## ANEXO N°2 FICHAS DE ENCUESTA (1)

 CAPACIDAD SISMORRESISTENTE DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL SECTOR 8 DE MARZO-HUARAZ					
FAMILIA:		FECHA DE ENCUESTA:			
DIRECCION:		N° DE NCUESTA:			
MANZANA:		N° DE HABITANTE DE LA VIVIENDA:			
P1. ¿RESIBIO ASESORIA TECNICA PARA LA CONSTRUCCION DE SU VIVIENDA?, porque:					
P3 A). ¿En que año inicia a construir su vivienda?		P3 B). ¿en que año termino de construir su vivienda?			
P4 A). Numero de pisos actual		P4 B). Numero de pisos proyectados			
P5) SECUENCIA DE CONSTRUCCION DE LOS AMBIENTES					
paredes limites( )	sala comedor ( )	dormitorio 1( )	dormitorio 2( )	cocina ( )	
baño( )	otros ( )	todo a la vez( )	primero un cuarto( )		
P6 ¿Cuánto INVIRTIO EN LA CONTRUCCION DE SU VIVIENDA?					
DATOS TECNICOS:					
P7. Parametros del suelo				observaciones	
rigidoz( )	intermedios( )	flexibles( )	suelo arenoso		
P8. CARACTERISITCA DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA VIVIENDA					
elemento	caracteristicas			observaciones	
cimiento (m)	cimiento corrido	zapata	viga de arrastre		
	profundidad	profundidad	profundidad		
	anho	seccion	seccion		
muros (cm)	ladrillo maziso	ladrillo pandereta	ladrillo artesanal		
	dimensiones	dimensiones	dimensiones		
	juntas	juntas	juntas		
techo (m)	diafragma rigido	otro			
	tipo	tipo	tipo		
	peralte	peralte	peralte		
columnas(m)	concreto	otros			
	dimensiones	dimensiones	dimensiones		
vigas(m)	concreto	otros			
	dimensiones	dimensiones	dimensiones		
P9. OBSERVACIONES Y COMENTARIOS					
problemas d e fisuración en los techos					
problemas de salitre en los muros					
existe un apr de muros con aparejo de cabeza en la primera planta (eje 2 y 3)					
las vistas laterales de la vivienda evidencian la pesima calidad de mano de obra					
desalineacion en las Hileras					
mala terminacion de la ultima hilada y su unios con la losa del techo					

Fuente: elaboración propia

Ficha de encuesta (2)



Fuente: elaboración propia

## ANEXO N°3 CALCULO DE LA CAPACIDAD SISMICA

### Capacidad Sísmica

En esta parte se realizó el análisis sísmico de las viviendas de albañilería. El análisis se basó en la comparación de la densidad de muros existentes con la densidad mínima requerida para que las viviendas soporten adecuadamente los sismos raros (0,4 g).

Para determinar el área mínima de muros que debe tener cada vivienda en el primer piso, se ha supuesto que la fuerza cortante actuante, producto de un sismo raro, dividida entre el área de muros requerida debe ser menor que la sumatoria de las fuerzas cortantes resistentes de los muros dividida entre el área existente de muros (ecuación 1.1).

$$\frac{V}{A_m} \leq \frac{\sum V_R}{A_e} \dots\dots (1.1)$$

Donde

V = Fuerza cortante basal (kN) actuante

VR =Fuerza de corte resistente (kN) de los muros.

Am = Área (m2) requerida o necesaria de muros

Ae = Área (m2) existente de muros confinados

La fuerza cortante basal V producida por los sismos se expresa como (Norma E 030 de diseño sismorresistente):

$$V = \frac{Z.U.S.C}{R} \cdot P \dots\dots (1.2)$$

Donde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso que para viviendas es 1

S = Factor de suelo

Suelo rígido = 1

Suelo intermedio = 1,2

Suelo flexible = 1,4

C = Factor de amplificación sísmica = 2,5

R = Factor de reducción por ductilidad = 3

P = Peso de la estructura (kN)

Para determinar el peso P de la vivienda se ha asumido que el peso está en función al área techada, que es aproximadamente 8 kN/m<sup>2</sup> para viviendas de albañilería confinada (Arango 2002)

$$P = Att \cdot \gamma \dots\dots (1.3)$$

Donde

Att = Suma de las áreas techadas (m<sup>2</sup>) de todos los pisos de la vivienda.

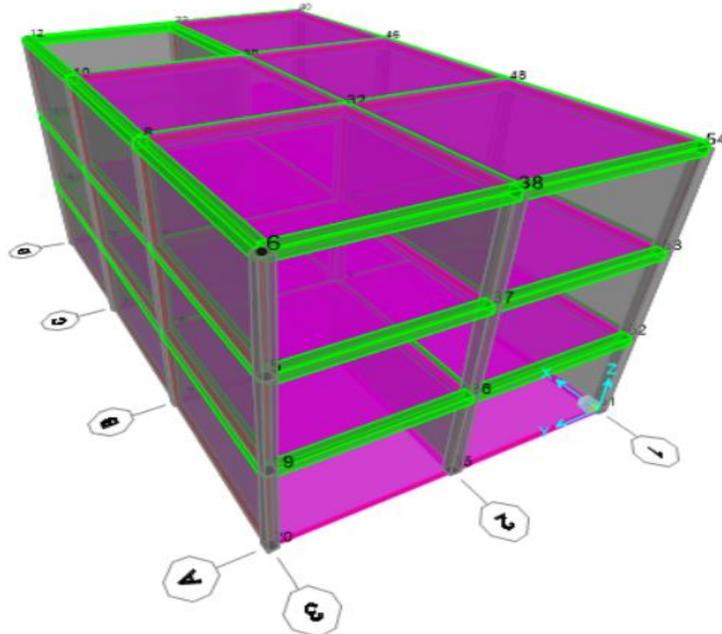
$\gamma = 8 \text{ kN/m}^2$

La fuerza de corte resistente de cada muro se expresa como:

$$VR = 0,5 \times v' \cdot m \cdot a \cdot t \cdot l + 0.23 \times Pg \dots\dots (1.4)$$

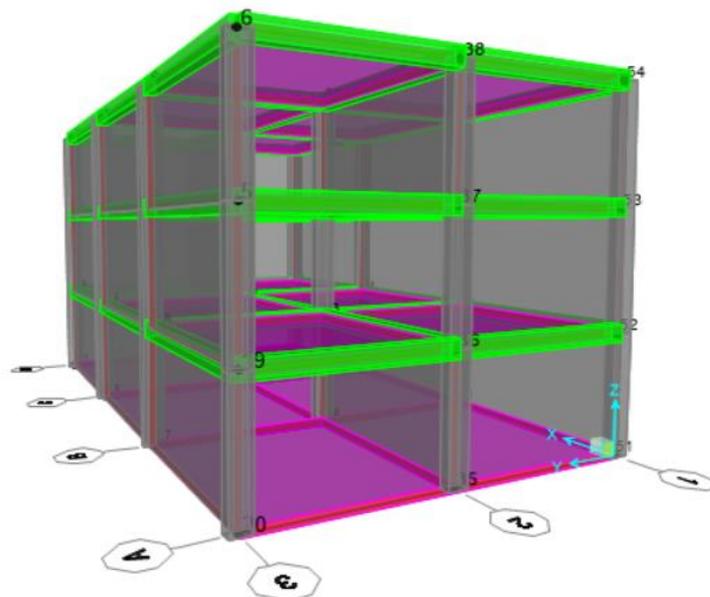
**ANEXO N°4 MODELAMIENTO EN EL PROGRAMA SAP 2000 V.2.1**

**Vivienda 4** autoconstruida en el sector 8 de marzo, Huaraz 2020.



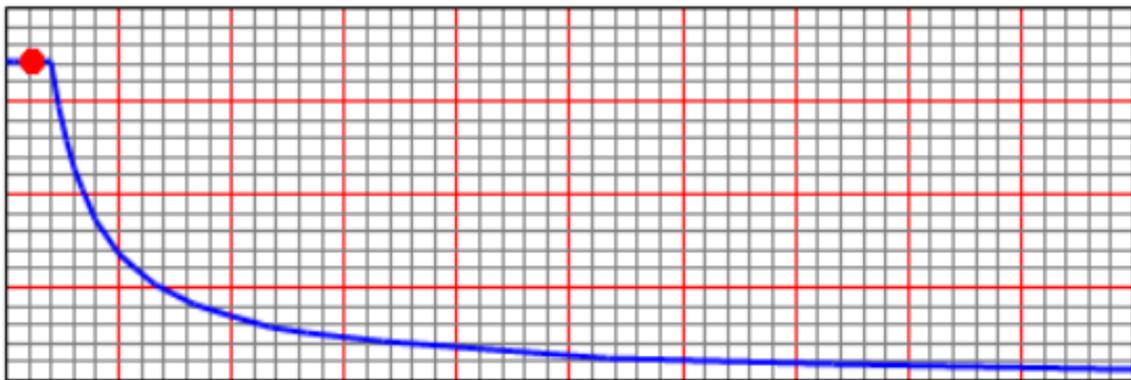
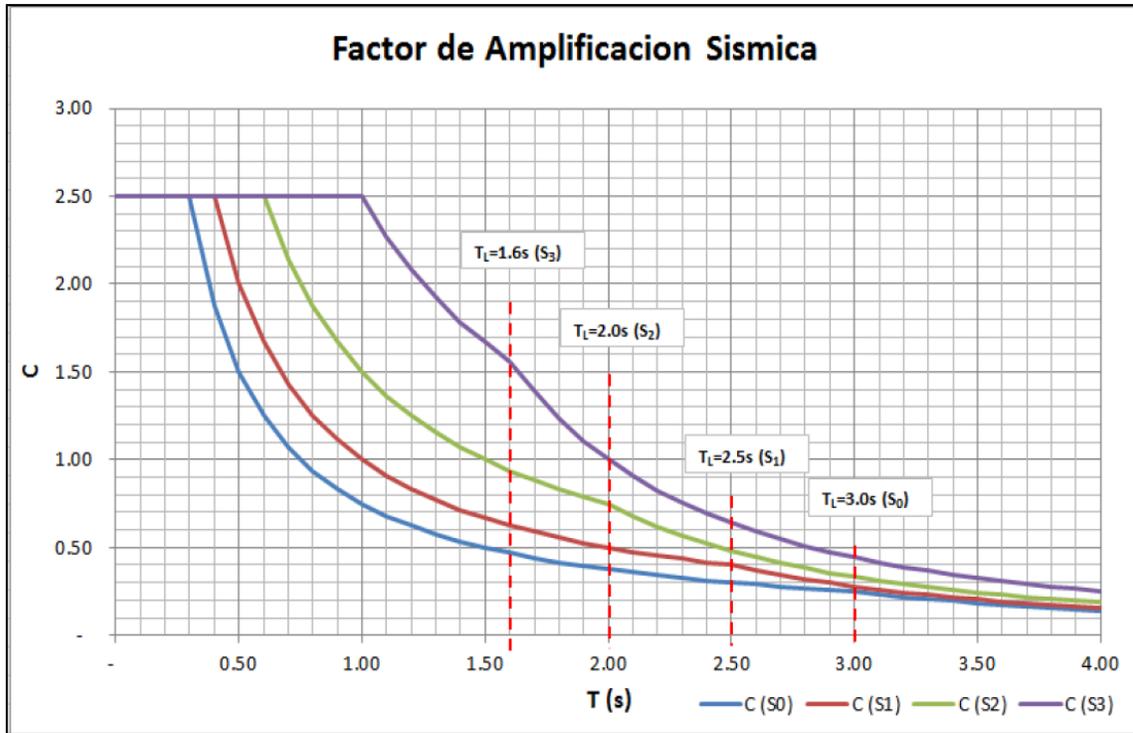
**Fuente.** elaboración propia.

**Vivienda 4** autoconstruida en el sector 8 de marzo aplicando los aportes técnicos, Huaraz 2020.



**Fuente.** elaboración propia.

## ANEXO N°5 FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA



Fuente. Elaboración propia

**ANEXO N°6 MODELAMIENTO ESTATICO Y DINAMICO EN EL PROGRAMA  
SAP 2000 V.2.1**

The image displays two screenshots of the SAP 2000 software interface. The top screenshot is the 'Material Property Data' dialog box, which is used to define the properties of a material. It is organized into several sections: 'General Data' (Material Name and Display Color: 'fc 250kg /cm2', Material Type: 'Concrete', Material Grade: 'fc 4000 psi', Material Notes: 'Modify/Show Notes...'), 'Weight and Mass' (Weight per Unit Volume: '2.403E-03', Mass per Unit Volume: '2.450E-06', Units: 'Kgf, cm, C'), 'Isotropic Property Data' (Modulus Of Elasticity, E: '22135943.', Poisson, U: '0.2', Coefficient Of Thermal Expansion, A: '9.900E-06', Shear Modulus, G: '9223310.'), and 'Other Properties For Concrete Materials' (Specified Concrete Compressive Strength, fc: '250.', Expected Concrete Compressive Strength: '250.', Lightweight Concrete: unchecked, Shear Strength Reduction Factor: empty). At the bottom, there is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' and 'OK' and 'Cancel' buttons.

The bottom screenshot is the 'Add Material Property' dialog box, which is used to select a material from a library. It contains four dropdown menus: 'Region' (set to 'United States'), 'Material Type' (set to 'Rebar'), 'Standard' (set to 'ASTM A615'), and 'Grade' (set to 'Grade 60'). At the bottom, there are 'OK' and 'Cancel' buttons.

**Fuente.** Elaboración propia

✖ Reinforcement Data ✕

---

**Rebar Material**

Longitudinal Bars + fy 4200 kg/cm2 ▾

Confinement Bars (Ties) + fy 4200 kg/cm2 ▾

---

**Design Type**

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

---

**Reinforcement Configuration**

Rectangular

Circular

**Confinement Bars**

Ties

Spiral

---

**Longitudinal Bars - Rectangular Configuration**

Clear Cover for Confinement Bars 0.04

Number of Longit Bars Along 3-dir Face 2

Number of Longit Bars Along 2-dir Face 2

Longitudinal Bar Size + #8 ▾

---

**Confinement Bars**

Confinement Bar Size + #4 ▾

Longitudinal Spacing of Confinement Bars 0.075

Number of Confinement Bars in 3-dir 3

Number of Confinement Bars in 2-dir 3

---

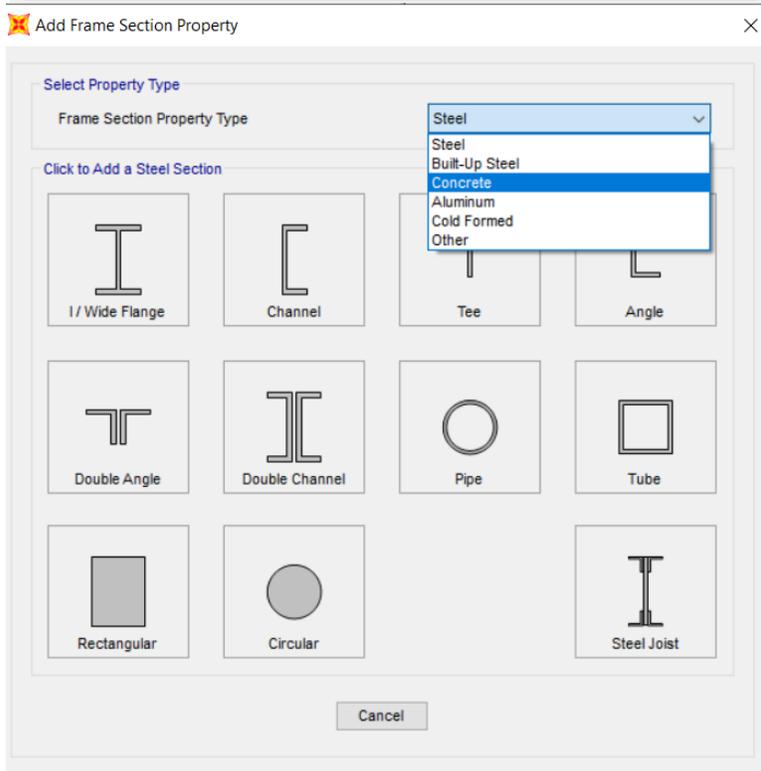
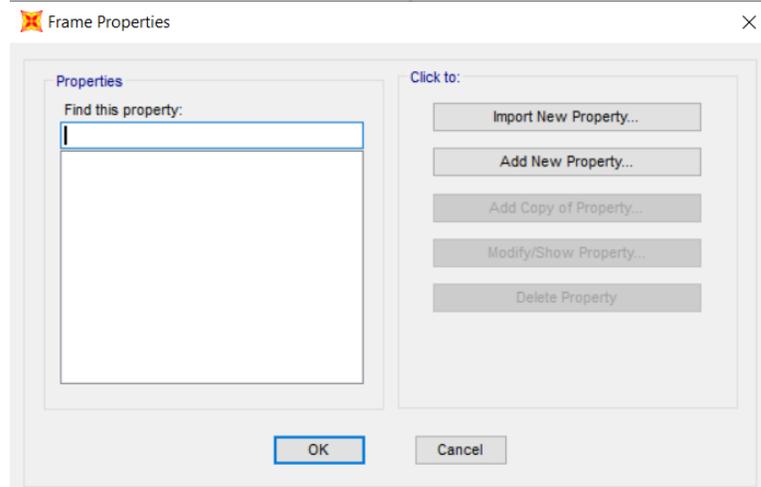
**Check/Design**

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

OK  
Cancel

**Fuente.** Elaboración propia



Fuente. Elaboración propia

✧ Rectangular Section



**Section Name**  **Display Color** ■

**Section Notes**

**Dimensions**

Depth (t3)

Width (t2)

**Section**

**Material**

**Properties**

**Fuente.** Elaboración propia

✘ Reinforcement Data



**Rebar Material**

Longitudinal Bars + fy 4200 kg/cm2 ▾

Confinement Bars (Ties) + fy 4200 kg/cm2 ▾

**Design Type**

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

**Reinforcement Configuration**

Rectangular

Circular

**Confinement Bars**

Ties

Spiral

**Longitudinal Bars - Rectangular Configuration**

Clear Cover for Confinement Bars 0.05

Number of Longit Bars Along 3-dir Face 2

Number of Longit Bars Along 2-dir Face 2

Longitudinal Bar Size + #9 ▾

**Confinement Bars**

Confinement Bar Size + #4 ▾

Longitudinal Spacing of Confinement Bars 0.02

Number of Confinement Bars in 3-dir 3

Number of Confinement Bars in 2-dir 3

**Check/Design**

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

OK

Cancel

Fuente. Elaboración propia

Reinforcement Data ×

**Rebar Material**

Longitudinal Bars + fy 4200 kg/cm2 ▼

Confinement Bars (Ties) + fy 4200 kg/cm2 ▼

**Design Type**

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

**Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center**

Top

Bottom

**Reinforcement Overrides for Ductile Beams**

	Left	Right
Top	<input style="width: 60px;" type="text" value="0."/>	<input style="width: 60px;" type="text" value="0."/>
Bottom	<input style="width: 60px;" type="text" value="0."/>	<input style="width: 60px;" type="text" value="0."/>

**Fuente.** Elaboración propia

Shell Section Data

Section Name: Losa 20cm

Section Notes: Modify/Show...

Display Color:

Type:
 

- Shell - Thin
- Shell - Thick
- Plate - Thin
- Plate Thick
- Membrane
- Shell - Layered/Nonlinear

 Modify/Show Layer Definition...

Thickness:
 

- Membrane: 0.20
- Bending: 0.20

Material:
 

- Material Name: + Fc 250 kg/cm2
- Material Angle: 0.

Time Dependent Properties: Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters: Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers: Set Modifiers...

Temp Dependent Properties: Thermal Properties...

OK Cancel

Concrete Shell Section Design Parameters

Section Name: ASEC1

Rebar Material:
 

- Material: + fy 4200 kg/cm2

Rebar Layout Options:
 

- Default
- One Layer
- Two Layers

Cover to Centroid of Steel:
 

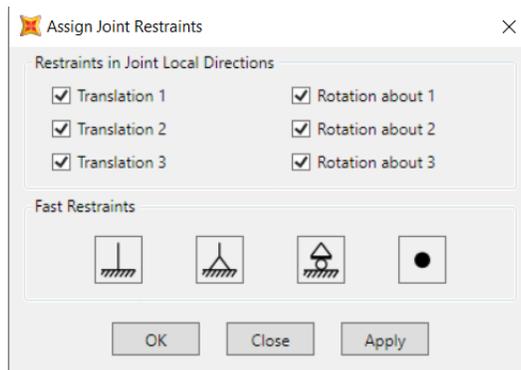
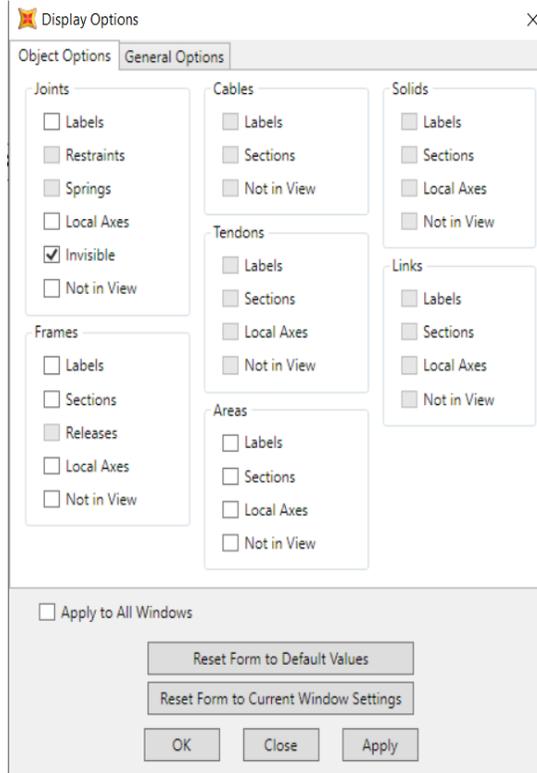
- Top Bar - Direction 1: 0.025
- Top Bar - Direction 2: 0.025
- Bottom Bar - Direction 1:
- Bottom Bar - Direction 2:

OK Cancel

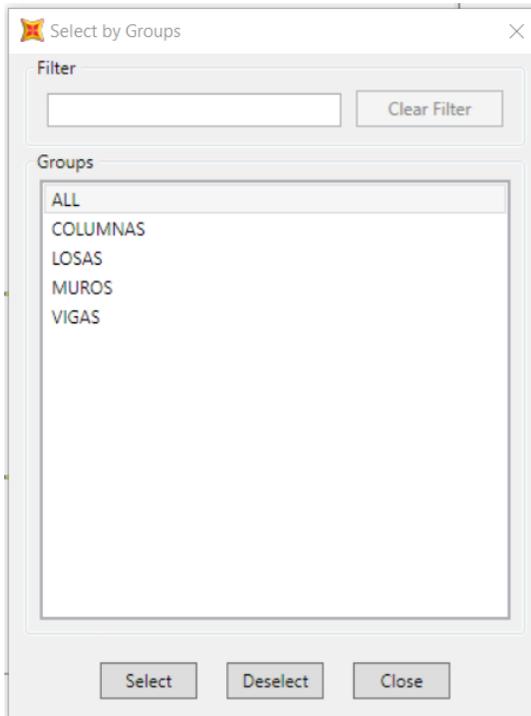
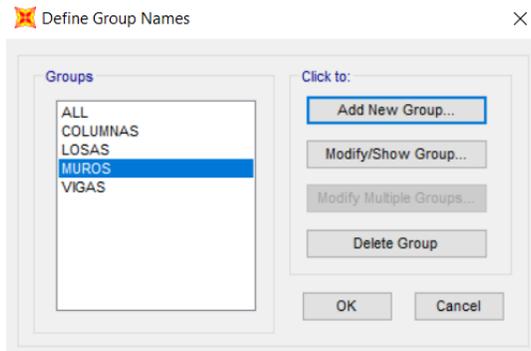
Properties of Object

Line Object Type	Straight Frame
Section	Col 40 x 25
Moment Releases	Continuous
Local Axis Rotation	0.
XY Plane Offset Normal	0.

Fuente. Elaboración propia



**Fuente.** Elaboración propia



**Fuente.** Elaboración propia

**Assign Automatic Area Mesh** X

**Mesh Option**

None

Auto Mesh Area Into This Number of Objects (Quads and Triangles Only)

Along Edge from Point 1 to 2

Along Edge from Point 1 to 3

Auto Mesh Area Into Objects of This Maximum Size (Quads and Triangles Only)

Along Edge from Point 1 to 2  m

Along Edge from Point 1 to 3  m

Auto Mesh Area Based on Points on Area Edges (Quads and Triangles Only)

Points Determined from:

Intersections of Straight Line Objects in Meshing Group with Area Edges

Point Objects in Meshing Group that are on Area Edges

Auto Mesh Area Using Cookie Cut Based on Straight Line Objects in Meshing Group

Extend All Lines to Intersect Area Edges

Auto Mesh Area Using Cookie Cut Based on Point Objects in Meshing Group

Rotation of Cut Lines from Area Local Axes

Auto Mesh Area Using General Divide Tool Based on Points and Lines in Meshing Group

Maximum Size of Divided Object

**Select Meshing Group**

Meshing Group

---

**Local Axes for Added Points**

Make same on EDGE if adjacent corner points have same local axes definition

Make same on FACE if all corner points have same local axes definition

---

**Restrains and Constraints for Added Points**

Add on EDGE when restrains/constraints exist at adjacent corner points  
(Applies when added edge point and adjacent corner points have same local axes definition)

Add on FACE when restrains/constraints exist at all corner points  
(Applies when added face point and all corner points have same local axes definition)

---

**Submesh Option**

Submesh as required to obtain elements no larger than the specified maximum size

Maximum Submeshed Size  m

**Assign Area Edge Constraints** X

**Options**

Do NOT Create Edge Constraints

Create Constraints Around Area Object Edges

**Assign Automatic Frame Mesh** X

**Mesh Options**

No Auto Meshing

Auto Mesh Frame Objects

**Auto Meshing Parameters**

Mesh at Intermediate Joints

Mesh at Intersections with Other Frames, Area Edges and Solid Edges

Minimum Number of Segments

Maximum Segment Length

**Fuente.** Elaboración propia

Define Load Patterns

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
Wm	Live	0	
DEAD	Dead	1	
Wm	Live	0	

Click To:

- Add New Load Pattern
- Add Copy of Load Pattern
- Modify Load Pattern
- Modify Lateral Load Pattern...
- Delete Load Pattern
- Show Load Pattern Notes...

OK Cancel

Define Load Patterns

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
SisX	Quake	0	User Coefficient
DEAD	Dead	1	
Wm	Live	0	
Wa	Reducible Live	0	
SisX	Quake	0	User Coefficient
SisY	Quake	0	User Coefficient

Click To:

- Add New Load Pattern
- Add Copy of Load Pattern
- Modify Load Pattern
- Modify Lateral Load Pattern...
- Delete Load Pattern
- Show Load Pattern Notes...

OK Cancel

User Defined Seismic Load Pattern

**Load Direction and Diaphragm Eccentricity**

Global X Direction  
 Global Y Direction

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Override Diaph. Eccen.

**Lateral Load Elevation Range**

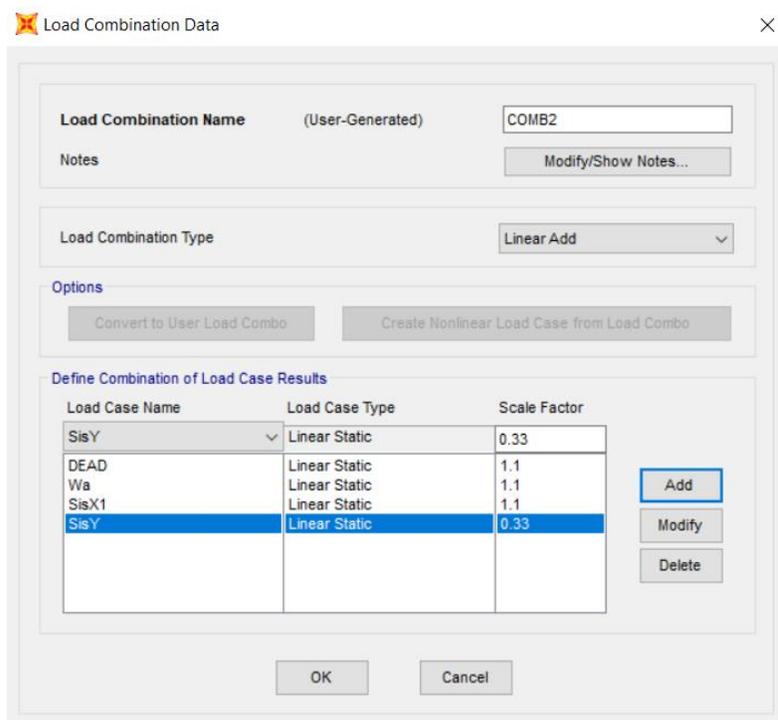
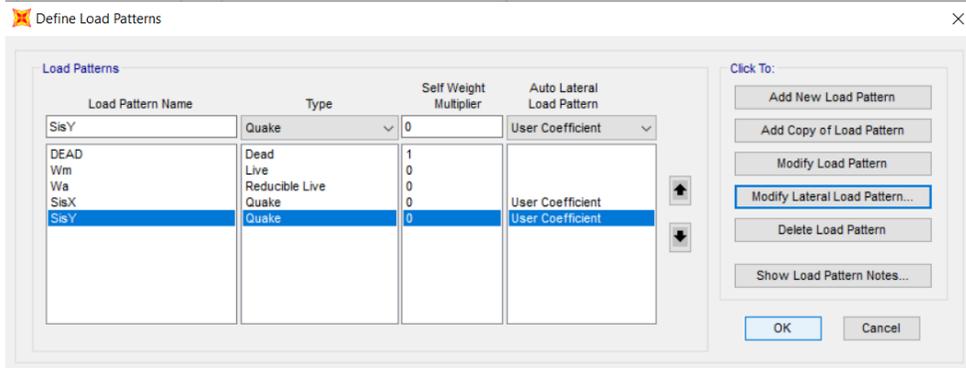
Program Calculated  
 User Specified

Max Z   
Min Z

**Other Factors**

Base Shear Coefficient, C   
Building Height exp., K

Fuente. Elaboración propia



Fuente. Elaboración propia

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated) ENv

Notes Modify/Show Notes...

Load Combination Type Envelope

Options

Convert to User Load Combo Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
COMB3	Combination	1
COMB1	Combination	1
COMB2	Combination	1
COMB3	Combination	1

Add Modify Delete

OK Cancel

Assign Area Uniform Loads to Frames

General

Load Pattern DEAD

Coordinate System GLOBAL

Load Direction Gravity

Load Distribution One Way

Uniform Load

Load 0 tonf/m<sup>2</sup>

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Fuente. Elaboración propia

Assign Area Uniform Loads to Frames

General

Load Pattern: DEAD

Coordinate System: GLOBAL

Load Direction: Gravity

Load Distribution: Two Way

Uniform Load

Load: 0.120 tonf/m<sup>2</sup>

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Select by Groups

Filter

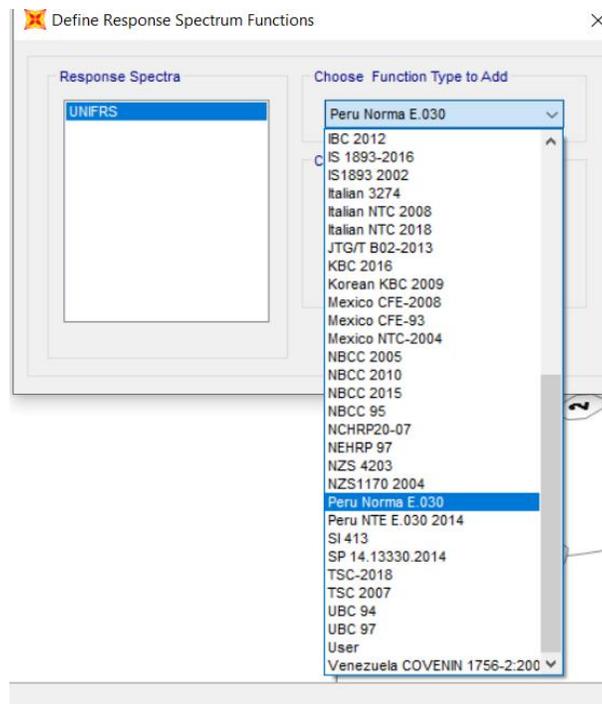
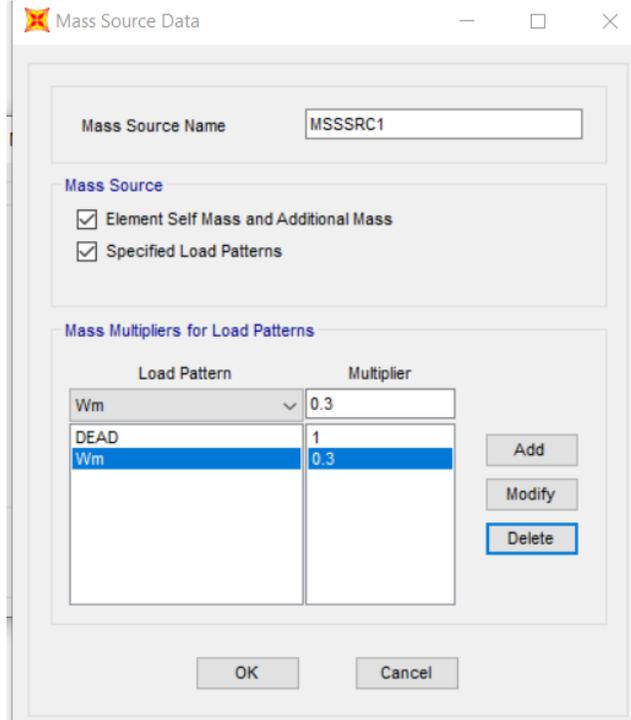
Clear Filter

Groups

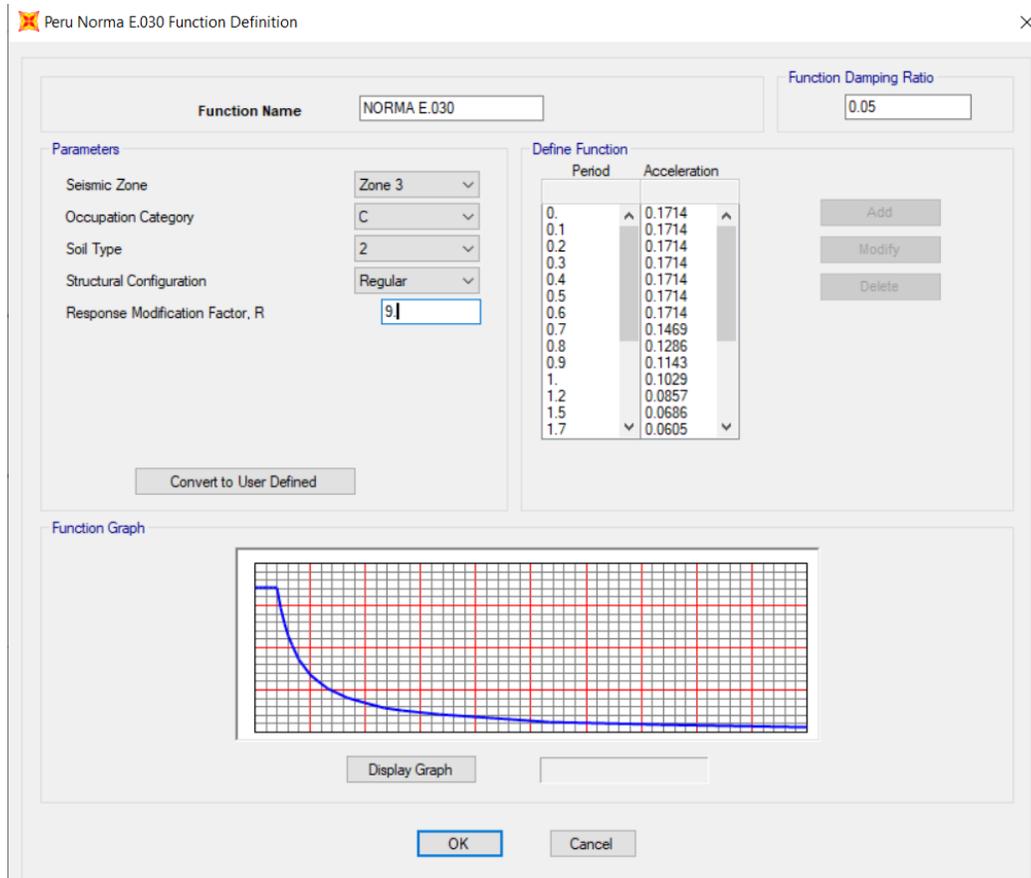
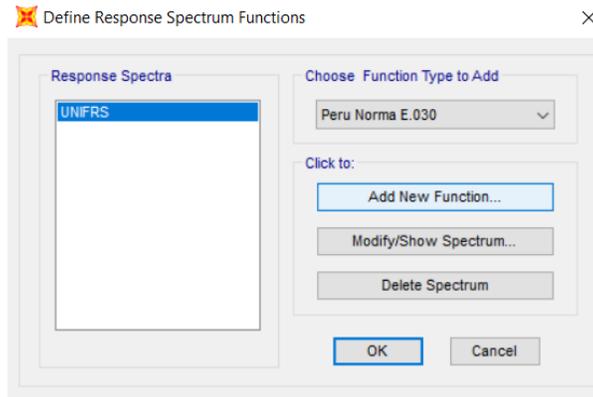
- ALL
- COLUMNAS
- LOSAS
- MUROS
- VIGAS

Select Deselect Close

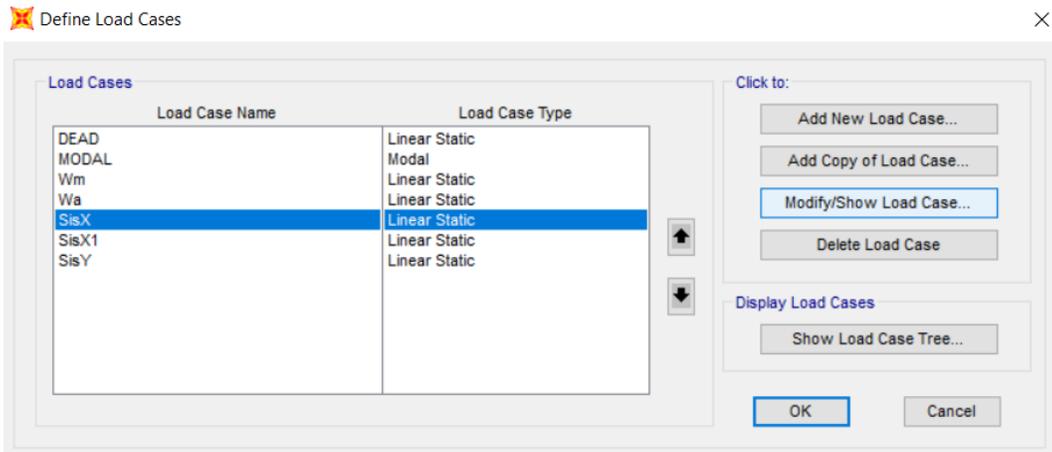
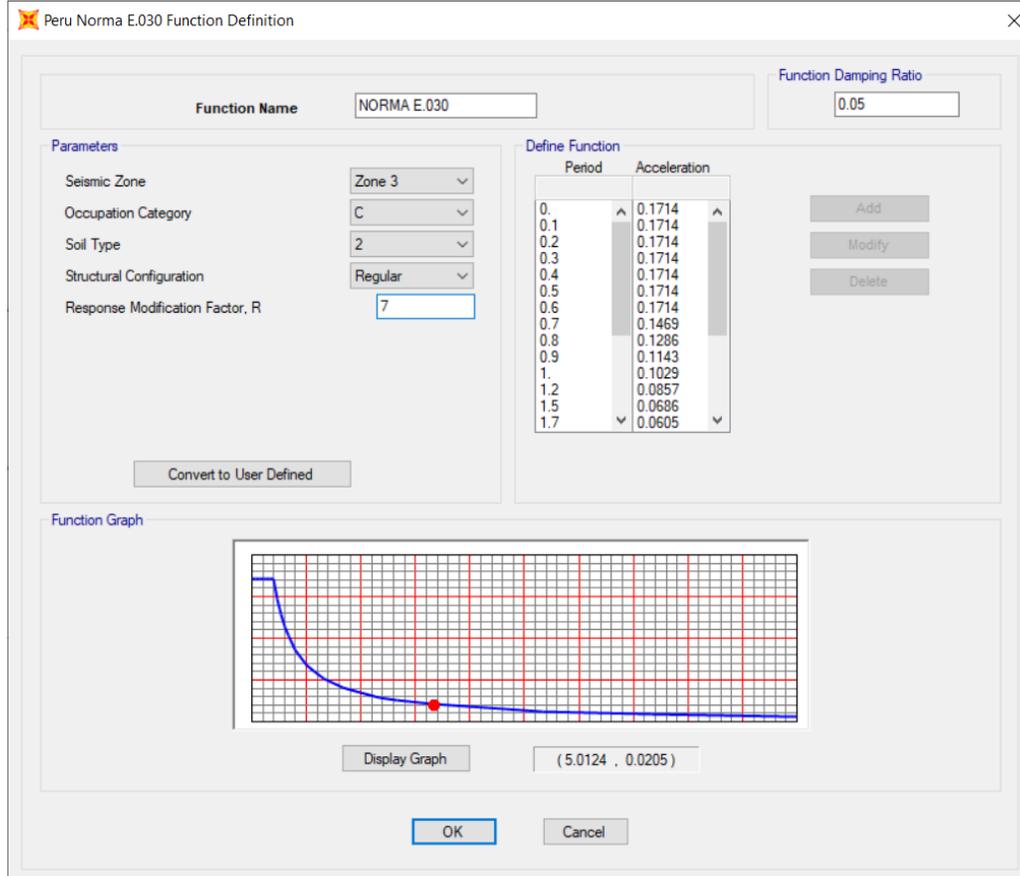
Fuente. Elaboración propia



Fuente. Elaboración propia



Fuente. Elaboración propia



Fuente. Elaboración propia

**Load Case Data - Linear Static**

Load Case Name:   

Notes:

Load Case Type: 

- Static
- Staged Construction
- Multi-step Static
- Modal
- Response Spectrum**
- Time History
- Moving Load
- Buckling
- Steady State
- Power Spectral Density
- Hyperstatic

Stiffness to Use

Zero Initial Conditions - Unstressed State

Stiffness at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	DEAD	1

**Load Case Data - Response Spectrum**

Load Case Name:   

Notes:

Load Case Type: 

- Response Spectrum

Modal Combination

CQC  SRSS  Absolute  GMC  NRC 10 Percent  Double Sum

GMC f1:  GMC f2:

Periodic + Rigid Type:

Directional Combination

SRSS  CQC3  Absolute

Scale Factor:

Mass Source:

Diaphragm Eccentricity

Eccentricity Ratio:

Override Eccentricities:

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case:

Standard - Acceleration Loading  Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied

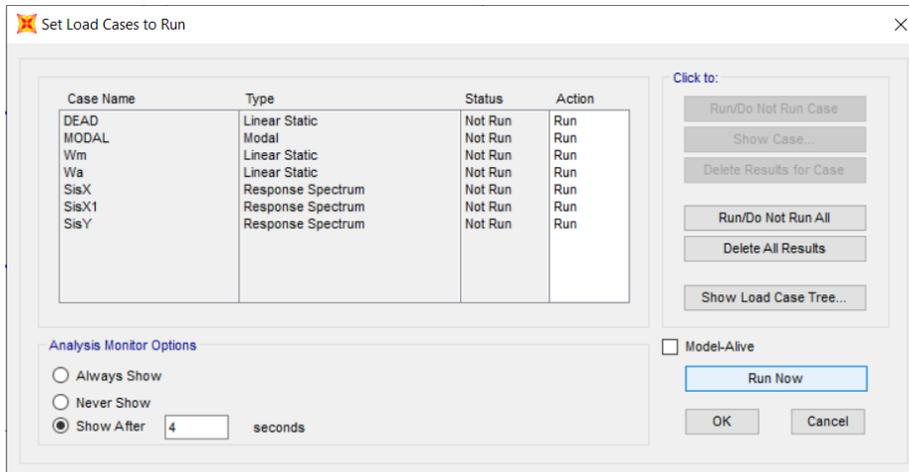
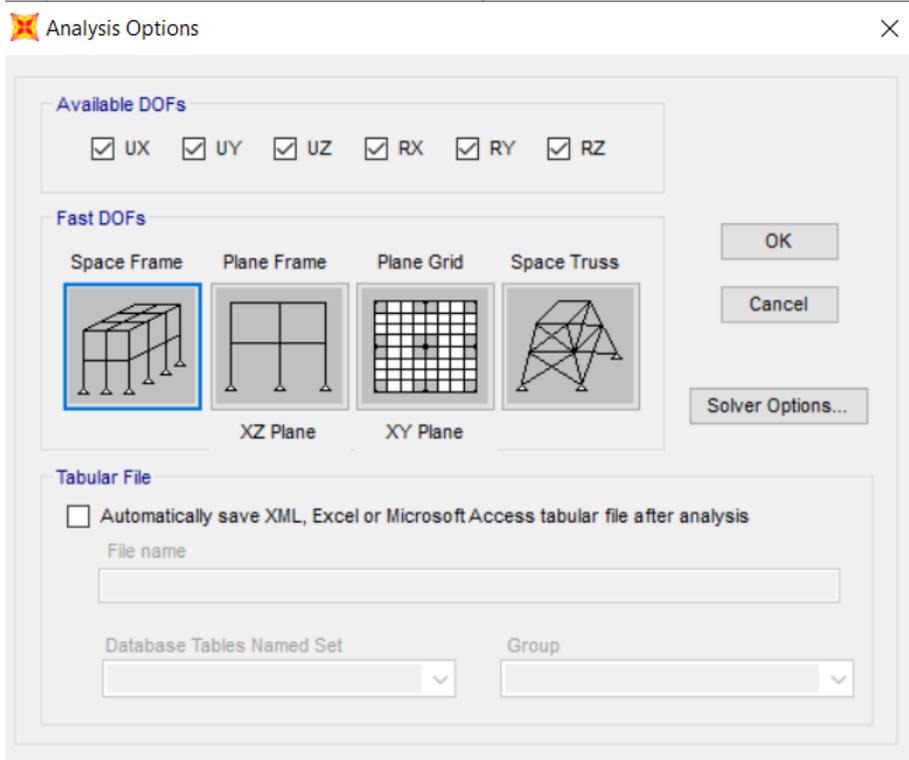
Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	NORMA E.03	9.81
Accel	U1	NORMA E.030	9.81

Show Advanced Load Parameters

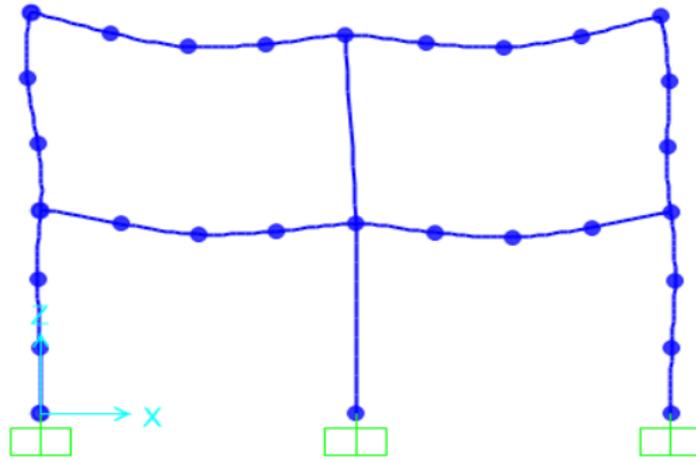
Other Parameters

Modal Damping:

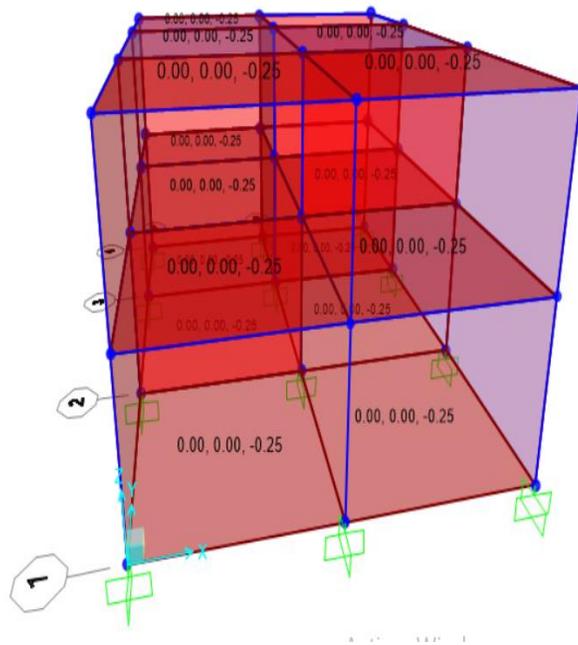
Fuente. Elaboración propia



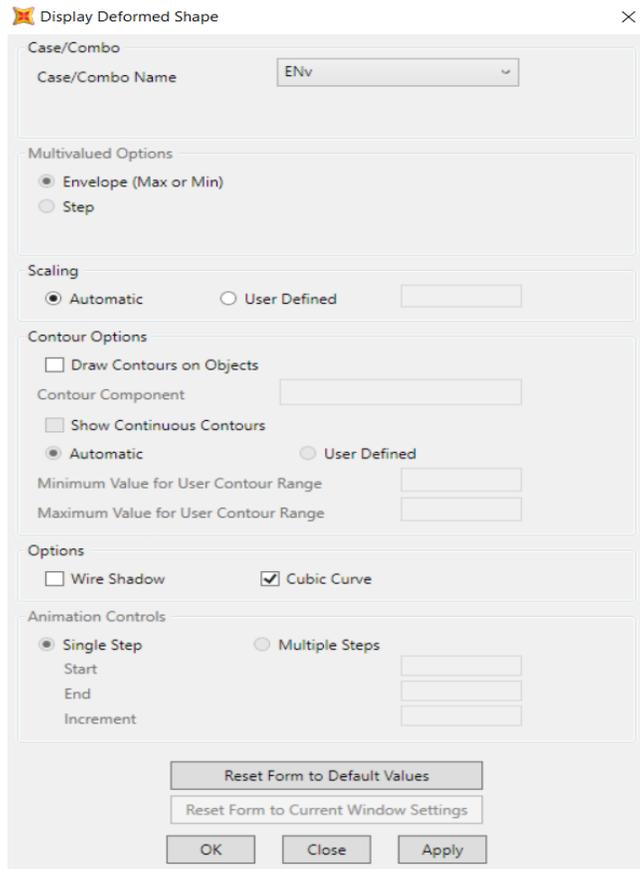
Fuente. Elaboración propia



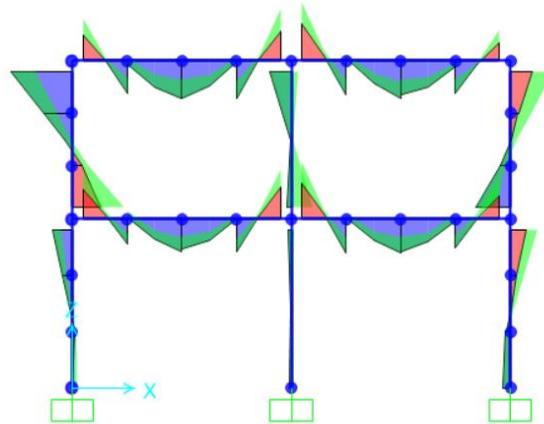
Fuente. Elaboración propia



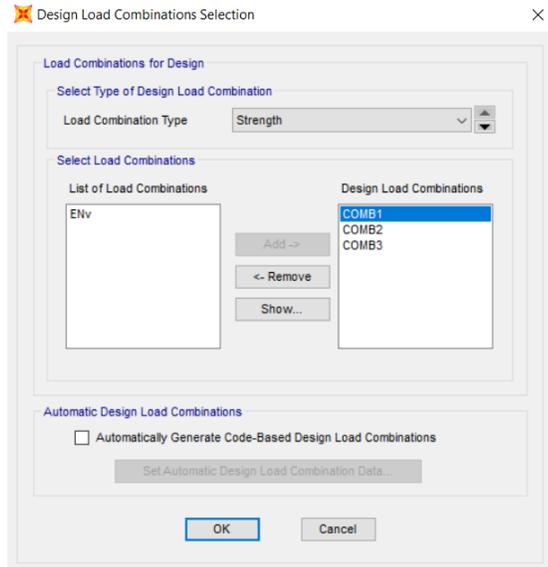
Fuente. Elaboración propia



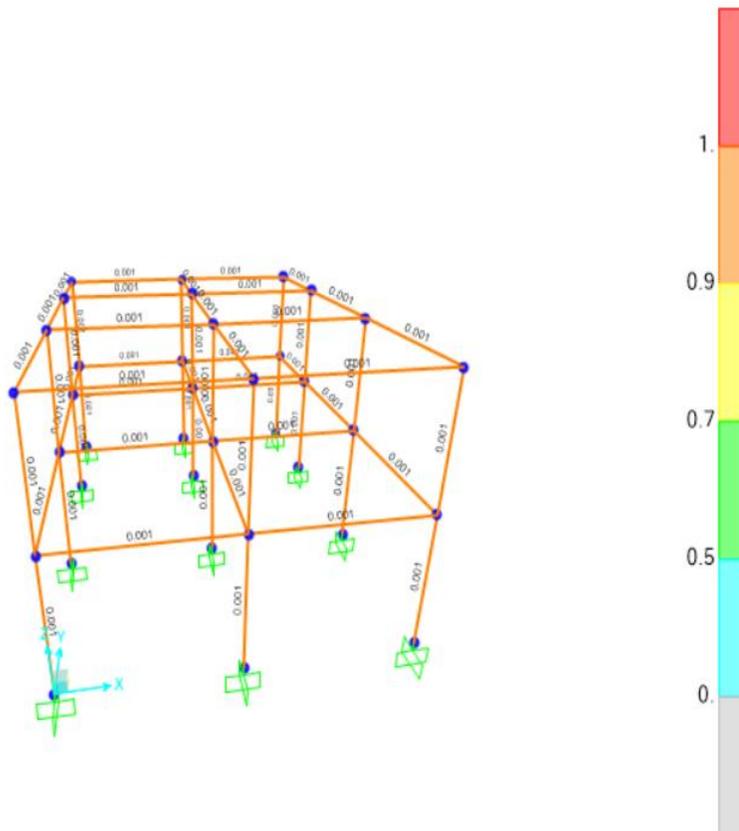
Fuente. Elaboración propia



Fuente. Elaboración propia



Fuente. Elaboración propia



Fuente. Elaboración propia

Display Concrete Design Results (Mexican RCDF 2017) X

Design Output Longitudinal Reinforcing v

Show Ratio Values Above [ ]

Select Frame Objects for which Ratios are Displayed

Design Input Design Sections v

OK Cancel

Display Concrete Design Results (Mexican RCDF 2017) X

Design Output Longitudinal Reinforcing v

Show Ratio Values Above [ ]

Select Frame Objects for which Ratios are Displayed

Design Input Design Sections v

OK Cancel

Display Concrete Design Results (Mexican RCDF 2017) X

Design Output

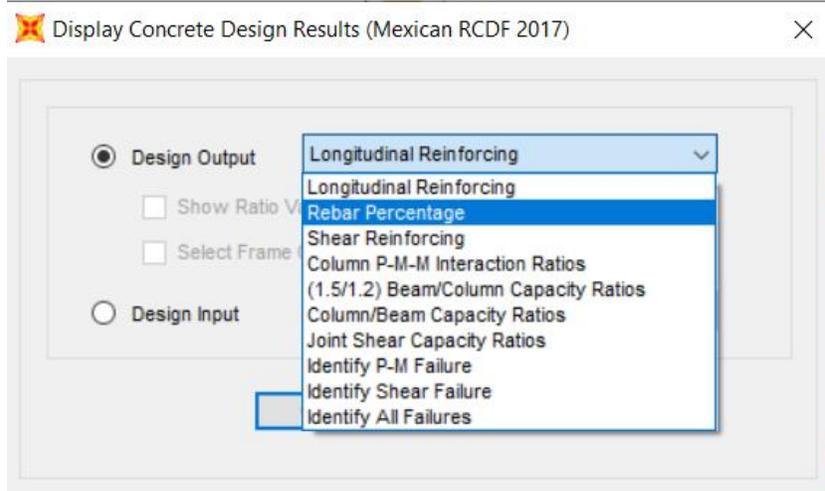
Show Ratio Values Above [ ]

Select Frame Objects for which Ratios are Displayed

Design Input

- Longitudinal Reinforcing v
- Longitudinal Reinforcing
- Rebar Percentage
- Shear Reinforcing
- Column P-M-M Interaction Ratios
- (1.5/1.2) Beam/Column Capacity Ratios
- Column/Beam Capacity Ratios
- Joint Shear Capacity Ratios
- Identify P-M Failure
- Identify Shear Failure
- Identify All Failures

Fuente. Elaboración propia



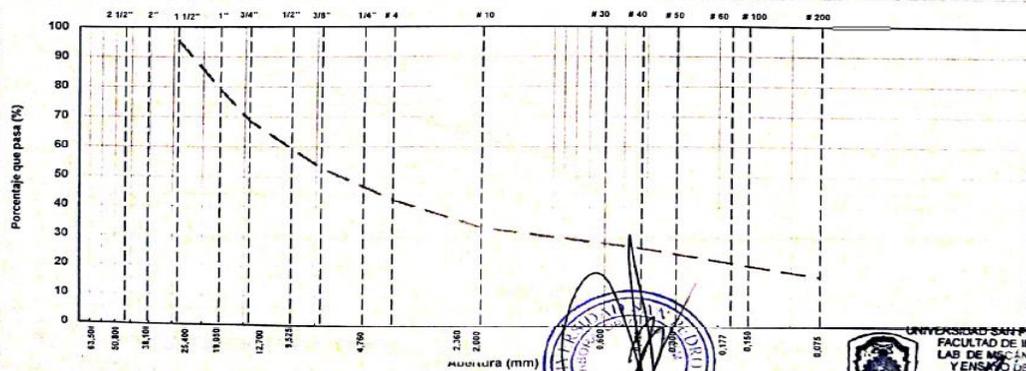
**Fuente.** Elaboración propia

ANEXO N°7: ANALISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO POR TAMIZADO.



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO								
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)								
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
TESIS :	"Aportes Tecnicos para Mejorar la Capacidad Sismoresistente de Viviendas de Albañileria Confinada Autoconstruidas en el Sector 8 de Marzo, Huaraz 2020"							
SOLICITA :	BACH. AQUINO GARAY , Ivan Henry							
ELEMENTO :	SUELOS				HECHO POR :	Lab USP		
CANTERA :					ING. RESP. :	J S		
PROG (KM.) :					FECHA :	27-Jul-20		
DATOS DE LA MUESTRA								
CALICATA :	1				TAMANO MAXIMO :	2"		
MUESTRA :	D1 SUELOS				PESO INICIAL :	3 440.6 g		
KM. :					FRACCION LAVADA SECA :	1 462.6		
PROFUND. :	1.80 mt							
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	RFER. RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89							
3"	76.200							
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0			%Peso Piedra: 57.5%
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0			% Peso arena: 42.5%
1 1/2"	38.100	158.0	4.6	4.6	95.4			Limite Liquido (LL): 28.49
1"	25.400	559.0	16.2	20.8	79.2			Limite Plastico (LP): 24.41
3/4"	19.050	362.0	10.5	31.4	68.6			Indice Plastico (IP): 4.08
1/2"	12.700	354.0	10.3	41.6	58.4			Clasificación(SUCS): GM
3/8"	9.525	188.0	5.5	47.1	52.9			Clasific (AASHTO): A-1-b (0)
1/4"	6.325	239.0	6.9	54.1	45.9			% Humedad: 10.8%
# 4	4.750	118.0	3.4	57.5	42.5			
# 10	2.000	321.0	9.3	66.8	33.2			
# 16	1.190	106.0	3.1	69.9	30.1			
# 20	0.840	54.0	1.6	71.5	28.5			
# 30	0.600	45.0	1.3	72.8	27.2			
# 40	0.420	35.0	1.0	73.8	26.2			
# 50	0.300	34.0	1.0	74.8	25.2			
# 60	0.177	27.0	0.8	75.6	24.4			
# 100	0.150	76.0	2.2	77.8	22.2			
# 200	0.075	185.0	5.4	83.2	16.8			
< N° 200	FONDO	579.6	16.8	100				OBSERVACIONES : GRAVA CON COMPONENTE LIMOSO
FRACCION TOTAL		1,462.6						

CURVA GRANULOMETRICA



Fuente. Laboratorio de Mecánica de Suelos USP-Huaraz.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
  
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE

ANEXO N° 8: LIMITES DE CONSISTENCIA



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

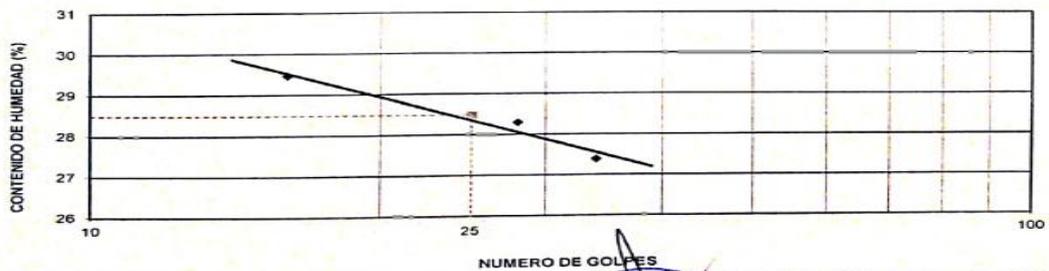
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>			
TESIS:	"Aportes Tecnicos para Mejorar la Capacidad Sismoresistente de Viviendas de Albañileria Confinada Autoconstruidas en el Sector 8 de Marzo, Huaraz 2020"		
SOLICITA:	<b>BACH. AQUINO GARAY , Ivan Henry</b>		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	27/07/2020
		FORMATO	-

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: N° 01	SUELOS	
MUESTRA	: N° 01	SUELOS	
PROF. (m)	: 1.80	mt.	

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		7	6	11
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	55.77	65.66	60.82
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	48.11	58.07	53.37
PESO DE AGUA	(g)	7.66	7.59	7.45
PESO DEL TARRO	(g)	22.11	31.24	26.16
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.00	26.83	27.21
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.46	28.29	27.38
NUMERO DE GOLPES		16	28	34

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		30	36	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.19	32.43	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.24	31.41	
PESO DE AGUA	(g)	0.95	1.02	
PESO DEL TARRO	(g)	26.34	27.24	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.90	4.17	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.36	24.46	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28.49
LIMITE PLASTICO	24.41
INDICE DE PLASTICIDAD	4.08



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

**Ing. Jesus Ernesto Sofelo Montes**  
CIP: 70751  
JEFE

Fuente. Laboratorio de Mecánica de Suelos USP-Huaraz.

ANEXO N°9 : DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS :	"Aportes Técnicos para Mejorar la Capacidad Sismoresistente de Viviendas de Albañilería Confinada Autocostruidas en el Sector S de Marzo, Huaraz 2020"
SOLICITA :	BACHIL AQUINO GARAY, Ivan Henry
FECHA :	27/07/2020
ELEMENTO :	SUELOS
	HECHO: LAB. USP
	ING° Responsable : J.S

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO -MÉTODO DE TERZAGHI-	
<b>Datos:</b>	
Profundidad de desplante, $D_f$ (mts):	1.5
Peso Volumétrico del suelo, $G_m$ (Ton/m <sup>3</sup> ):	1.476
Cohesión del suelo, $c$ , (Ton/m <sup>2</sup> ):	0.0
Ángulo de fricción interna del suelo, $F_i$ (grados):	32
Ancho o Radio del cimiento, $B$ ó $R$ (mts):	1.0
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme / 2-Arcilloso blando / 3-Arenoso	3
Factor de seguridad, F.S.: (3.5 / 3.0 / 2.5)	3.0
<b>Cálculos y Resultados:</b>	
Factores dependientes del ángulo de fricción:	Para suelo arcilloso blando o arenoso:
Factor de cohesión, $N_c =$	44.04
Factor de sobrecarga, $N_q =$	28.52
Factor de piso, $N_g =$	26.87
	$c = 2/3c = 0.01$
	$N' c = 2/3N' c = 29.36$
	$N' q = 2/3N' q = 19.01$
	$N' g = 2/3N' g = 17.91$
Para todo cimiento:	
Capacidad de carga última, $q_c$ :	
$q_c = c \cdot N_c + G_m \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot G_m \cdot B \cdot N_g$	
Capacidad de carga admisible; $q_a$ :	
$q_a = q_c / F.S$	
$c \cdot N_c = 0.4$	
$G_m \cdot D_f \cdot N_q = 42.1$	
$0.5 \cdot G_m \cdot B \cdot N_g = 13.2$	
$q_c$ , (Ton/m <sup>2</sup> ) = 55.7	
$q_a$ , (Ton/m <sup>2</sup> ) = 18.6	
$q_a$ , (Kg/cm <sup>2</sup> ) = 1.86	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 LAS DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE

Fuente. Laboratorio de Mecánica de Suelos USP-Huaraz.

**ANEXO N°10: PANEL FOTOGRAFICO**



**Figura N°27.** Estado de las autoconstrucciones en el sector 8 de marzo-Huaraz.



**Figura N°28.** autoconstrucciones en el sector 8 de marzo-Huaraz.



**Figura N°29.** Coordinación con las autoridades para el levantamiento de información en campo.



**Figura N°30.** Levantamiento de información en campo de las fichas de reporte.



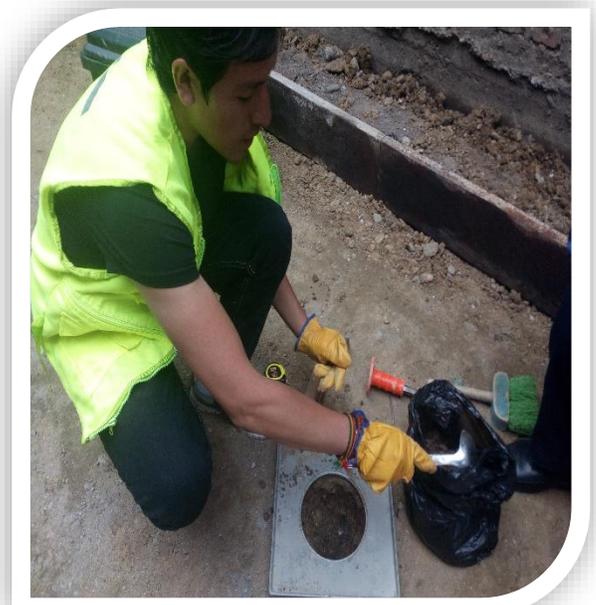
**Figura N°31.** Determinación de la capacidad portante del suelo.



**Figura N°32.** Determinación de límites de consistencia del suelo.



**Figura N°33.** Ensayos realizados en el laboratorio de la USP-Huaraz.



**Figura N°34.** Toma de muestras para el estudio de mecánica de suelo.