



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN EDIFICIO  
MULTIFAMILIAR PROYECTADO CON SISTEMAS DE  
ALBAÑILERÍA ARMADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA EN  
LA CIUDAD DE CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Gianfranco Castañeda Cieza

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

A mis padres.

## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial al Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, por su asesoría en el desarrollo de esta tesis.

Y un agradecimiento al Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga y a la plana docente por todo el apoyo brindando a través de toda la carrera.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema.....	31
1.3. Objetivos .....	31
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	31
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	31
1.4. Hipótesis.....	32
1.4.1. <i>Hipótesis general</i> .....	32
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
2.1. Tipo de investigación .....	33
2.2. Población y muestra.....	33
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	34
2.4. Procedimiento .....	35
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>
Anexo 1: Planos.....	59
Anexo 2: Datos generales del proyecto del y estructuración del sistema de albañilería confinada. ....	65
Anexo 3: Análisis estático del sistema de albañilería confinada. ....	71
Anexo 4: Análisis dinámico del sistema estructural de albañilería confinada. ....	76
Anexo 5: estructuración del sistema estructural de Albañilería Armada.....	91
Anexo 6: Análisis estático del sistema estructural de albañilería confinada.....	94

Anexo 7: Análisis dinámico del sistema estructural de albañilería confinada. ....	94
Anexo 8: Estudio de mecánica de suelos .....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resistencias características de la albañilería. ....	23
Tabla 2 Clasificación de los perfiles del suelo. ....	27
Tabla 3 Factor de amplificación del suelo. ....	27
Tabla 4 Factor de amplificación del periodo. ....	27
Tabla 5 Límites para la distorsión del entrepiso. ....	30
Tabla 6 Irregularidad de resistencia – Piso débil XX. ....	36
Tabla 7 Irregularidad de resistencia – Piso débil YY. ....	36
Tabla 8 Irregularidad por rigidez XX. ....	37
Tabla 9 Irregularidad por rigidez YY. ....	37
Tabla 10 Irregularidad de masa. ....	37
Tabla 11 Irregularidad Torsional XX. ....	38
Tabla 12 Irregularidad Torsional YY. ....	38
Tabla 13 Desplazamientos laterales relativos admisibles en XX. ....	39
Tabla 14 Desplazamientos laterales relativos admisibles en YY. ....	40
Tabla 15 Irregularidad de resistencia – Piso débil XX, AA. ....	41
Tabla 16 Irregularidad de resistencia – Piso débil YY, AA. ....	41
Tabla 17 Irregularidad por rigidez XX, AA. ....	41
Tabla 18 Irregularidad por rigidez YY, AA. ....	42
Tabla 19 Irregularidad de masa, AA. ....	42
Tabla 20 Irregularidad Torsional XX, AA. ....	42
Tabla 21 Irregularidad Torsional YY, AA. ....	43
Tabla 22 Comparación del peso de la edificación por nivel. ....	43
Tabla 23 Comparación de masa por nivel. ....	44
Tabla 24 Comparación de irregularidad por rigidez. ....	45

Tabla 25 Comparación de la fuerza cortante por nivel en la dirección X. ....	45
Tabla 26 Comparación de la fuerza cortante por nivel en la dirección Y. ....	46
Tabla 27 Comparación de los momentos por nivel en la dirección X.....	47
Tabla 28 Comparación de los momentos por nivel en la dirección Y.....	47
Tabla 29 Comparación de los periodos de vibración. ....	48
Tabla 30 Comparación de la cortante basal.....	49
Tabla 31 Comparación de desplazamientos en la dirección X.....	49
Tabla 32 Comparación de desplazamientos en la dirección Y.....	50
Tabla 33 Comparación de derivas en la dirección X.....	51
Tabla 34 Comparación de derivas en la dirección Y.....	51
Tabla 35 Densidad de muros en albañilería confinada.....	69
Tabla 36 Factor de escala X. ....	80
Tabla 37 Factor de escala Y. ....	80
Tabla 38 Esfuerzos de diseño según NTE E.070.....	82
Tabla 39 Control de fisuración. ....	83
Tabla 40 Verificación de la resistencia al corte del edificio.....	84
Tabla 41 Amplificación de las fuerzas internas para el diseño .....	85
Tabla 42 Densidad de muros en albañilería armada.....	91
Tabla 43 Desplazamientos laterales relativos admisibles en YY.....	95
Tabla 44 Factor de escala X. ....	95
Tabla 45 Factor de escala Y. ....	95

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Tipos y clasificación de albañilería (Alarcon, 2017) .....	20
Gráfico 2 Planta típica de arquitectura. ....	33
Gráfico 3 Sección longitudinal. ....	34
Gráfico 4 Procedimiento para el desarrollo de la investigación. ....	35
Gráfico 5 Desplazamiento máximo en la dirección X. ....	39
Gráfico 6 Desplazamiento máximo en la dirección X. ....	40
Gráfico 7 Comparación del peso de la edificación por nivel. ....	44
Gráfico 8 Comparación de masa por nivel. ....	44
Gráfico 9 Comparación de irregularidad por rigidez. ....	45
Gráfico 10 Comparación de la fuerza cortante por nivel en la dirección X. ....	46
Gráfico 11 Comparación de la fuerza cortante por nivel en la dirección Y. ....	46
Gráfico 12 Comparación de los momentos por nivel en la dirección X. ....	47
Gráfico 13 Comparación de los momentos por nivel en la dirección Y. ....	48
Gráfico 14 Comparación de la cortante basal. ....	49
Gráfico 15 Comparación de desplazamientos en la dirección X. ....	50
Gráfico 16 Comparación de desplazamientos en la dirección Y. ....	50
Gráfico 17 Comparación de derivas en la dirección X. ....	51
Gráfico 18 Comparación de derivas en la dirección Y. ....	52



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cinturón de fuego. Wikipedia enciclopedia libre, 2018. ....	13
Figura 2: Albañilería confinada (Torre,2012) .....	15
Figura 3: Albañilería Armada (San Bartolomé, 2008) .....	15
Figura 4 Detalle de muros de albañilería armada (Gallegos & Casabonne, 2005) .....	20
Figura 5 Esquema estructural de albañilería confinada (UNI, 2004) .....	21
Figura 6: Gráfico de zonificación E0.30. ....	26
Figura 7 Estructuración de muros de albañilería. ....	69
Figura 8 Ventana de configuración de Grid. ....	71
Figura 9 Ventana de creación de materiales .....	72
Figura 10 Ventana definir materiales .....	73
Figura 11 Vista 3D y planta Edificio 4 niveles. ....	73
Figura 12 Asignación de cargas en el modelo. ....	74
Figura 13 Definición de diafragmas. ....	74
Figura 142 Asignación de empotramientos. ....	75
Figura 15 Asignación de brazo rígido. ....	75
Figura 16 Discretización de los elementos. ....	76
Figura 17 Definición curva C. ....	77
Figura 18 Definición patrón de carga en dirección X. ....	78
Figura 19 Definición patrón de carga en dirección Y. ....	79
Figura 20 Amplificación de Sismo X. ....	81
Figura 21 Amplificación de Sismo Y. ....	81
Figura 22 Creación de la albañilería armada. ....	93
Figura 23 Creación del muro de albañilería armada. ....	94

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Densidad mínima de muros reforzados. ....	24
Ecuación 2: Esfuerzo axial máximo. ....	25
Ecuación 3: Factor de amplificación. ....	28
Ecuación 4: Factor de ampliación. ....	28
Ecuación 5: Factor de amplificación. ....	28
Ecuación 6: Fuerza cortante en la base. ....	28
Ecuación 7: Distribución de fuerza en altura. ....	29
Ecuación 8: Calculo de $\alpha_i$ . ....	29
Ecuación 9 Cálculo de k. ....	29
Ecuación 10 Periodo fundamental de vibración. ....	29
Ecuación 11: Pre dimensionamiento de losa maciza. ....	68
Ecuación 12: Espesor efectivo para zonas sísmicas 2 y 3. ....	68
Ecuación 13: Espesor efectivos para zonas sísmicas 1. ....	68
Ecuación 14 Fuerza cortante admisible. ....	82
Ecuación 15 Factor de resistencia al corte por esbeltez. ....	83
Ecuación 16 Verificación de la resistencia al corte del edificio. ....	84
Ecuación 17 Amplificación de las fuerzas internas. ....	84
Ecuación 18 Fuerza Cortante en columna de confinamiento. ....	85
Ecuación 19 Fuerza axial producida por el momento. ....	86
Ecuación 20 Fuerza axial producida por el momento. ....	86
Ecuación 21 Compresión en columna de confinamiento. ....	87
Ecuación 22 Tracción en columna de confinamiento. ....	87
Ecuación 23 Área del núcleo. ....	87
Ecuación 24 Sección transversal por corte fricción. ....	88

Ecuación 25 Determinación del refuerzo vertical. ....	88
Ecuación 26 Refuerzo vertical mínimo. ....	89
Ecuación 27 Primera separación de estribos. ....	89
Ecuación 28 Segunda separación de estribo. ....	89
Ecuación 29 Tercera separación de estribos. ....	89
Ecuación 30 Diseño de viga solera a tracción pura. ....	90
Ecuación 31 Diseño de acero en viga solera. ....	90

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo realizar el análisis sísmico estático y análisis sísmico dinámico de un edificio multifamiliar de cuatro niveles proyectado con sistemas de albañilería armada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. Así mismo, el análisis y comparación de la respuesta sísmica de ambos sistemas estructurales de albañilería. Con el fin de identificar cual tiene un comportamiento sísmico más conservador, ya que el sistema estructural de albañilería es uno de los más usados en nuestro país en edificaciones de mediana altura. El modelamiento del edificio multifamiliar y análisis sísmico dinámico y estático se realizó en el software Etabs 2016 educacional, y se tuvieron en cuenta las normas técnicas del reglamento nacional de edificaciones del Perú NTE.030 diseño sismo resistente, la norma NTE.020 de cargas, y la norma NTE.070 de albañilería. Luego de realizar los diseños estructurales se pudo comparar y corroborar que la albañilería armada tiene un comportamiento sísmico más conservador que la albañilería confinada, llegando a obtener una reducción de desplazamientos hasta un 40.60 % en la dirección X, y un 34.64% en la dirección Y, y una disminución del periodo fundamental de vibración de hasta 23.24%. Con estos resultados se pudo confirmar la hipótesis inicial.

**Palabras clave:** Albañilería armada, albañilería confinada, análisis estructural, comportamiento sísmico.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El incremento acelerado de las edificaciones en nuestro país el cual viene siendo motivado por el llamado “boom de la construcción” y las políticas de mejora y ampliación de la infraestructura pública y privada, han conllevado a que cada vez existan más edificios multifamiliares, en los cuales cada vez se albergan mucho más número de personas y familias. (Rivas, 2018)

El Perú está localizado en una zona de alto riesgo sísmico, donde la mayor actividad sísmica de origen tectónico se desarrolla en el cinturón de fuego.

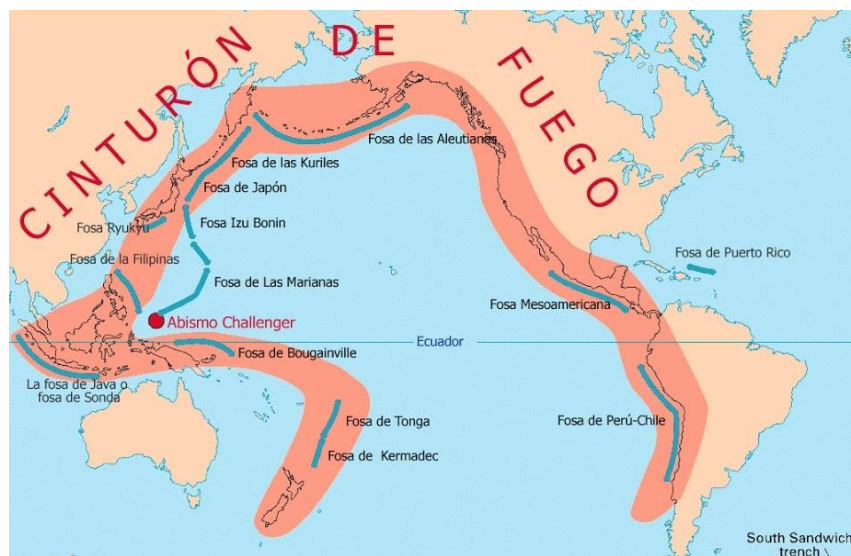


Figura 1: Cinturón de fuego. Wikipedia enciclopedia libre, 2018.

En el cinturón de fuego ocurren el 80% de los sismos en el mundo. En esta zona se da la convergencia de subducción de la Placa Oceánica de Nazca que se introduce por debajo de la Placa Continental Sudamericana generando terremotos de magnitud elevada. (Santana, 2012)

Las ocurrencias sísmicas son cada vez mayores, es por ello que todo esto obliga al Ingeniero Estructuralista tener más cautela en diseño sísmo resistente de una estructura y esto se vea reflejado en el comportamiento sísmico de la misma. (López, 2019).

Según la Norma Técnica E.030, Cajamarca se encuentra en la zona sísmica 3, zona de alta actividad sísmica. Esta zonificación ha permitido identificar, determinar el nivel de peligrosidad de las posibles ocurrencias de procesos de movimientos telúricos

Para Rivas (2018) ante este riesgo sísmico la filosofía del diseño sísmico en ingeniería debe ser la protección de la vida y así, su evolución sólo puede tender a la mejora del comportamiento sísmico de las edificaciones para reducir el riesgo de colapso.

En la actualidad existente diversos tipos de sistemas estructurales con el cual construir edificaciones, por ejemplo, los más comerciales son: El concreto armado, acero estructural, madera y albañilería reforzada (confinada y armada). Pero la albañilería es el material más usado en la construcción de viviendas por ser de: bajo costo, fácil adquisición y mano de obra disponible. (Escamilo, 2017)

La albañilería confinada es el sistema estructural más utilizado en el Perú y principalmente en el norte del país. Su predominancia sobre otros sistemas estructurales para edificaciones de baja complejidad y reducida altura radica fundamentalmente en la cantidad de materiales y mano de obra calificada que se encuentra disponible en el territorio nacional. Sin embargo, los bajos estándares de calidad, el autoconstrucción y el desconocimiento técnico de quienes ejercen o son responsables de la construcción de viviendas estructuradas mediante dicho sistema, representan ser un riesgo considerable ante un eventual sismo de magnitud relevante, situación que lamentablemente ocurre en nuestro país. (Merodio y Vásquez, 2018)



Figura 2: Albañilería confinada (Torre,2012)

San Bartolomé (2009), citado por Escamilo (2017) El uso de la albañilería reforzada en la construcción de edificaciones se viene estudiando desde los años 70's y 80's, fruto de esto en el año 1982, se publicó la primera versión de la norma técnica (E-070), en donde se implantó la metodología de diseño por esfuerzos admisibles, dando origen a suponer que los requisitos de diseño se formularon de tal manera que la falla del muro confinado sería por flexión, ya que, tiene una excesiva resistencia al corte.



Figura 3: Albañilería Armada (San Bartolomé, 2008)

Por lo mencionado anteriormente, siendo la albañilería uno de los sistemas estructurales más usados en nuestro país, el cual cumple con la filosofía de diseño. Se realiza esta investigación para hacer una comparación entre diferentes diseños estructurales dentro de la albañilería, como es la albañilería armada y albañilería confinada, para poder comprar qué sistema tiene una mejor respuesta sísmica, ante las sollicitaciones según los parámetros de la norma E.030, y luego de haber cumplido estas sollicitaciones, hacer un comparativo económico para determinar el sistema más eficiente.

También se revisó investigaciones realizadas previamente, tanto de albañilería armada como de albañilería confinada, en las cuales ambos sistemas estructurales tuvieron buen comportamiento sísmico.

A nivel internacional, Astroza y Schmidt (2004) en uno de sus artículos más recientes: “Capacidad de Deformación de Muros de Albañilería Confinada para Distintos Niveles de Desempeño”, explican que en general este tipo de construcción ha tenido un buen comportamiento en los terremotos. En su trabajo establecen niveles de deformaciones asociados con diferentes estados límite, para lo cual se aprovechan estudios experimentales de muros de albañilería confinada de Chile, México y Venezuela.



Escamilo (2017) hizo un diseño estructural de una edificación de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, para poder revisar el desempeño estructural.

Los desplazamientos máximos fueron de 6.80 cm y 9.53 cm en “X” y “Y” respectivamente. Evidenciándose que estas derivas son menores que la reglamentaria de 0.005, pero si bien este límite funcionó adecuadamente para edificios bajos cuya falla sería por corte, este trabajo demostró que la deriva reglamentaria sería muy severa para un edificio alto de mayor capacidad de deformación.

Flores (2009) en su tesis *Análisis y diseño estructural de un edificio de albañilería armada*, el cual consistió en la aplicación de la norma E.070 en un edificio de 3 pisos con tanque elevado en la ciudad de Lima, sobre un suelo de buena calidad.

Como resultado se obtuvo que las resistencias de los muros son mayores a la fuerza cortante del sismo severo, cumpliendo con lo especificado en la norma, con respecto al diseño no es necesario confinar ningún muro, y en su mayoría el refuerzo vertical y horizontal es mínimo.

Santana (2012) en su tesis *Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada*, investigo los límites aceptables para estructuras de albañilería confinada y los criterios que determinan el buen desempeño de las estructuras de albañilería confinada.

Para el nivel de sísmico de Servicio, la edificación presentó un Estado Límite de Servicio ELS, esto quiere decir que los ambientes podrían seguir siendo utilizados de manera que no se interrumpa la ocupación. También podemos mencionar que no se produce la fisuración de ningún muro portante. Para el nivel de sísmico de Diseño, presenta un Estado Límite de Daño Controlado ELDC; esto significa que la estructura

presenta la formación de un patrón estable de agrietamiento diagonal. El estado del muro permite repararlo en un tiempo razonable y no hay riesgo para las personas. Para el nivel Sísmico Máximo, presenta un Estado Límite de Resistencia ELR; esto significa que el muro alcanza la máxima capacidad de carga. El muro presenta un daño importante, pero tiene un margen razonable de seguridad contra el colapso parcial o total.

Caceres y Enriquez (2017) analizó el costo en el análisis sismoresistente-estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería estructural de un edificio multifamiliar, para identificar el sistema constructivo más económico mediante la comparación de costos unitarios, y analizar el desempeño de los dos sistemas estructurales.

Los resultados indican que los desplazamientos laterales máximos entre piso del sistema de muros de ductilidad limitada son menores en un 2.5% en dirección X con respecto a los muros de albañilería, y un 9% en dirección Y. Sin embargo, ambos sistemas están bajo los desplazamientos máximos permitidos por la norma. Con respecto a los costos se concluyó que el metro cuadrado de cascaron estructural del sistema de albañilería es un 12.3% mayor al sistema de muros de ductilidad limitada

Quiroz (2016) comparó el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca, para verificar los desplazamientos mínimos y máximos, y deformaciones de la estructura en estudio.

Con respecto al comportamiento estructural se pudo constatar que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada contempla menos deformaciones en sus niveles teniendo una deformación de 0.0016 y tiende a ser más rígido es por eso que ante solicitaciones sísmicas su falla puede ser explosiva, mientras tanto el sistema de muros de albañilería confinada contempla más deformaciones en sus niveles teniendo una deformación de 0.0035 es por eso que tiende a ser más dúctil como se constató en el análisis y es por eso que ante las solicitaciones sísmicas, las deformaciones tienden a ser mucho más pronunciadas y no tienen una falla explosiva.

Luego de haber revisado los antecedentes tenemos como bases teorías de la albañilería; Las construcciones de albañilería se caracterizan por tener como elementos estructurales a los muros confinados. Los muros confinados nacen al ser reforzados por elementos de concreto armado como vigas y columnas. Lo característico de estas construcciones es que lo componen unidades de albañilería (ladrillos de arcilla, sílice calcárea o bloques de concreto).

Como la definición de albañilería o Mampostería; Material estructural compuesto por “unidades de albañilería” asentadas con mortero o por “unidades de albañilería” apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

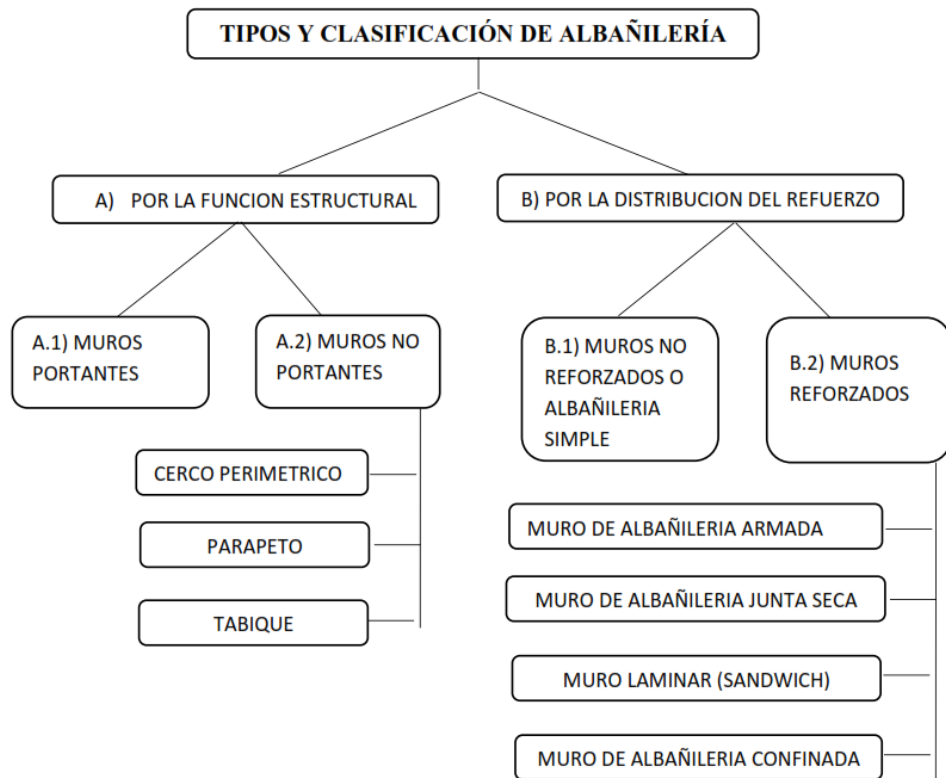


Gráfico 1 Tipos y clasificación de albañilería (Alarcon, 2017)

Albañilería Armada: Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir esfuerzos. A los muros de albañilería armada también se les denomina muros armados.

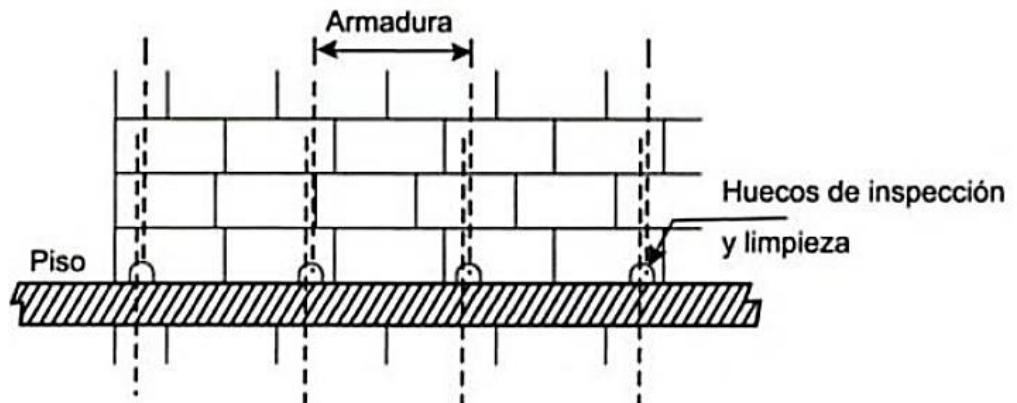


Figura 4 Detalle de muros de albañilería armada (Gallegos & Casabonne, 2005)

Albañilería Confinada: Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

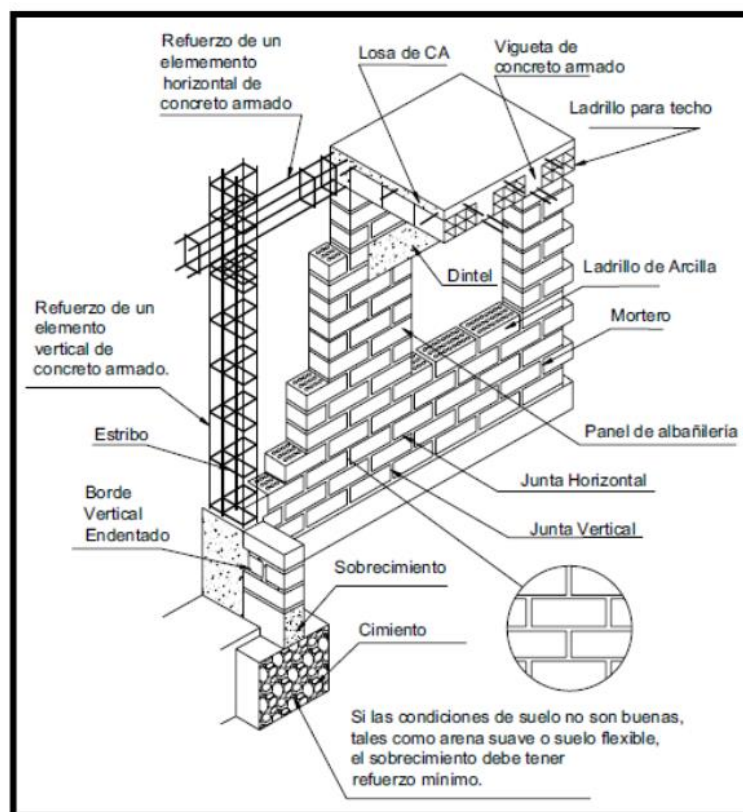


Figura 5 Esquema estructural de albañilería confinada (UNI, 2004)

La albañilería confinada también es caracterizada por poseer como principal elemento de soporte de cargas axiales a los muros portantes, este elemento actúa en conjunto con las columnas y vigas soleras de concreto armado, formando así un marco rígido sobre el cual se apoyan el resto de elementos estructurales como son las losas.

Con respecto al análisis sísmico, para Hernández (2012) El análisis sísmico de una estructura es el estudio de su comportamiento frente a posibles movimientos telúricos, obteniendo la respuesta en fuerzas producidas en los distintos elementos del edificio y sus desplazamientos.

Este comportamiento sísmico será definido por los elementos y características de la estructura, tales como; la configuración del edificio, simetría, altura, distribución y concentración de masas, densidad de estructura en planta, rigidez. centro de masas. centro de rigideces, torsión, periodo propio de oscilación, y ductilidad.

La norma sismo resistente E.030 tiene como filosofía de diseño las siguientes consideraciones:

- Evitar pérdida de vidas humanas
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- Minimizar los daños a la propiedad.

Y si bien reconoce que no es posible dar protección frente a todos los sismos técnica ni económicamente, presenta los siguientes principios

- La estructura no debe colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- La estructura debería soportar movimientos de sueño calificados como moderador para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de los límites aceptables.

- Para las edificaciones esenciales, se debería tener consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

Por lo revisado anteriormente se creyó conveniente tomar un edificio multifamiliar de 4 niveles, para los propósitos de esta investigación, en un suelo blando de la ciudad de Cajamarca. Así mismo para el desarrollo se contempló la siguiente normativa:

- Metrado de cargas: Norma E.020 de Cargas
- Análisis Sísmico: Norma E.030 de Diseño Sismo Resistente
- Diseño de cimentaciones: Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones
- Diseño de albañilería: Norma E.070 de Albañilería

Los materiales usados para el modelamiento fueron los que contempla la norma de diseño de albañilería E.070, para este tipo de edificaciones.

Tabla 1  
*Resistencias características de la albañilería.*

RESISTENCIAS CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f <sub>b</sub>	PILAS f <sub>m</sub>	MURETE S V <sub>m</sub>
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	2,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,2)
	Estándar y mecano	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto Bloque Tipo P		4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Nota: Vivienda, 2006.

En cuanto a las bases teóricas para la estructuración y requisitos de diseño se tomaron los parámetros que estipula la norma E.070, la cual menciona la densidad de muros que debe tener el edificio; la densidad mínima de muros portantes (ver Artículo 17) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típico}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Ecuación 1: Densidad mínima de muros reforzados.

En dónde:

“Z”, “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismo resistente.

“N” es el número de pisos del edificio;

“L” es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen); y,

“t” es el espesor efectivo del muro

De no cumplirse la expresión (Ecuación 1), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación  $E_c/E_m$ , donde  $E_c$  y  $E_m$  son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente.

Después de haber estructurado la edificación, se debe controlar los esfuerzos ya que deben ser menor al esfuerzo axial máximo:



El esfuerzo axial máximo ( $\sigma_m$ ) producido por la carga de gravedad máxima de servicio ( $P_m$ ), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15f'_m$$

Ecuación 2: Esfuerzo axial máximo.

Donde “L” es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados). De no cumplirse esta expresión habrá que mejorar la calidad de la albañilería ( $f'_m$ ), aumentar el espesor del muro, transformarlo en concreto armado, o ver la manera de reducir la magnitud de la carga axial “ $P_m$ ” (\*).

(\*) La carga axial actuante en un muro puede reducirse, por ejemplo, utilizando losas de techo macizas o aligeradas armadas en dos direcciones.

Para la realización del análisis estructural, según la norma técnica de edificación E.070 se deberá analizar con dos sismos, un SISMO SEVERO en donde en se considerarán los mismos criterios de la norma E.030 a excepción del coeficiente de reducción sísmica. Y un SISMO MODERADO el cual será el 50% del sismo severo.

Para los efectos del cumplimiento de la norma técnica de edificación E.030 sismo resistente, se tomarán todos los parámetros que establece:

Para la zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica.



Figura 6: Gráfico de zonificación E0.30.

Dentro de las condiciones geotécnicas, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte ( $V_s$ ) de acuerdo a ensayos. La tabla 2 de la norma resume los valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelos.

Tabla 2  
*Clasificación de los perfiles del suelo.*

CLASIFICACION DE LOS PERFILES DEL SUELO			
Perfil	$V_s$	$N_{60}$	$S_u$
$S_0$	> 1500 m/s	-	-
$S_1$	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
$S_2$	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
$S_3$	< 180 m/s	> 15	25 kPa a 50 kPa
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

Nota: Vivienda, 2018.

También se deberá considerar el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores de amplificación del suelo S y de los periodos  $T_p$  y  $T_l$  dados la siguiente figura.

Tabla 3  
*Factor de amplificación del suelo.*

FACTOR DE SUELO "S"					
ZONA	SUELO	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
	$Z_4$		0,80	1,00	1,05
$Z_3$		0,80	1,00	1,15	1,20
$Z_2$		0,80	1,00	1,20	1,40
$Z_1$		0,80	1,00	1,60	2,00

Nota: Vivienda, 2018.

Tabla 4  
*Factor de amplificación del periodo.*

	PERIODOS " $T_p$ " Y " $T_l$ "			
	Perfil de suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$ (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_l$ (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota: Vivienda, 2018.

De acuerdo a estas características, se define el factor de amplificación sísmica C, de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

Ecuación 3: Factor de amplificación.

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

Ecuación 4: Factor de ampliación.

$$T > T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Ecuación 5: Factor de amplificación.

En donde T es el periodo, este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

La norma NT E.030 también clasifica las estructuras según su uso e importancia U, definido en la tabla N°5 de la norma E.030, el cual el edificio multifamiliar a modelar se encuentra en la categoría de edificaciones comunes, teniendo un valor  $U=1.0$

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Ecuación 6: Fuerza cortante en la base.

El valor de C/R no se considera menos que:  $\frac{C}{R} \geq 0.11$

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección a la dirección considerada, se calcularán mediante

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

Ecuación 7: Distribución de fuerza en altura.

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Ecuación 8: Cálculo de  $\alpha_i$ .

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0, para T mayor que 0,5 segundos se considera la siguiente expresión:

$$k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0.$$

Ecuación 9 Cálculo de k.

El período fundamental de vibración es el tiempo requerido para dar una oscilación en una dirección, para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Ecuación 10 Periodo fundamental de vibración.

Para la determinación de los desplazamientos laterales se calculará multiplicando los resultados obtenidos en el análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas, dependiendo si la estructura es regular o irregular se multiplicará por 0.75R o 0.85R respectivamente.

Los desplazamientos laterales relativos se darán por la diferencia de los desplazamientos laterales totales entre dos niveles consecutivos.

El desplazamiento relativo de entrepiso, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que indica en la tabla 5.

Tabla 5  
*Límites para la distorsión del entrepiso.*

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	$\Delta_i/h_i$
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
<b>Albañilería</b>	<b>0,005</b>
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Vivienda, 2018.

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál de los sistemas estructurales; albañilería armada o albañilería confinada de un edificio multifamiliar en la ciudad de Cajamarca, tiene mejor comportamiento ante un sismo?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Analizar y comparar el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar proyectado con sistemas de albañilería armada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis sísmico del sistema estructural de albañilería armada que cumpla con los parámetros establecidos por la norma técnica de edificación E.070.
- Realizar el análisis sísmico del sistema estructural de albañilería confinada que cumpla con los parámetros establecidos por la norma técnica de edificación E.070.
- Comparar los sistemas para determinar cual tiene un mejor comportamiento sísmico.
- Comparar los desplazamientos y derivas de los sistemas estructurales de albañilería armada y albañilería confinada.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

El sistema de albañilería armada tiene un comportamiento sísmico más conservador que el sistema albañilería confinada.



## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Descriptiva – Transversal.

### 2.2. Población y muestra

La población está constituida por un edificio multifamiliar en la ciudad de Cajamarca.

La muestra es no probabilística al ser tomada por conveniencia, y está dada por las características del edificio, las cuales se muestran en los planos.

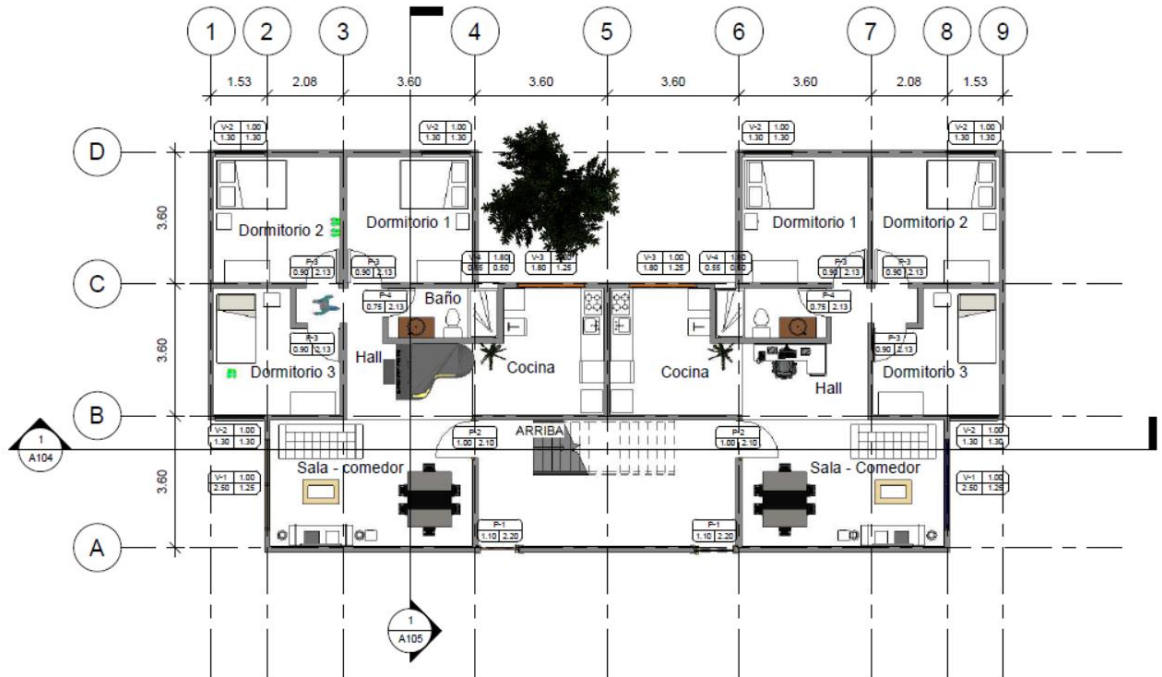


Gráfico 2 Planta típica de arquitectura.

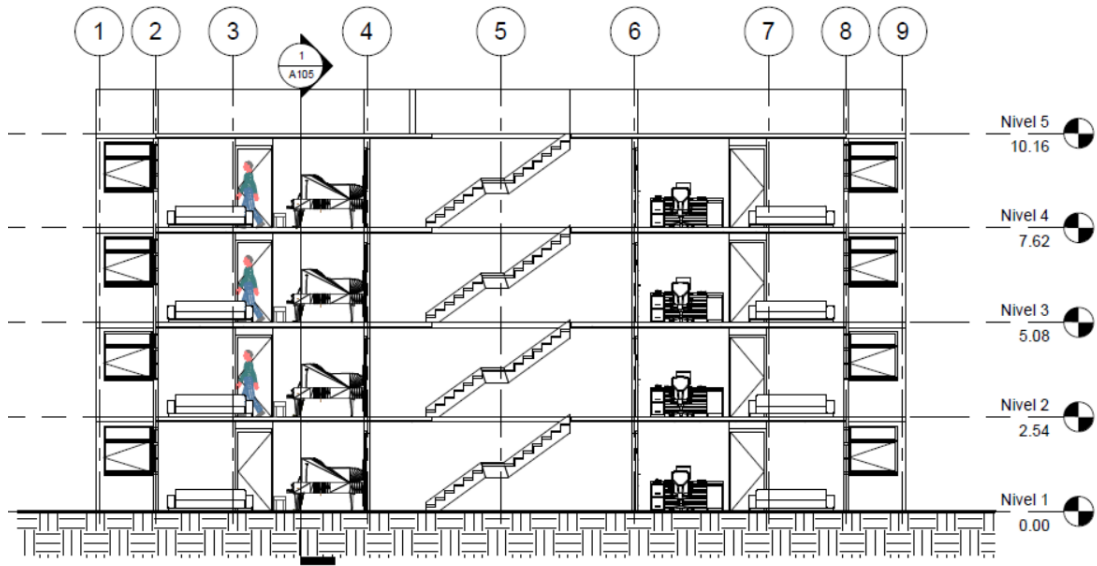


Gráfico 3 Sección longitudinal.

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

Las técnicas que se usaron fueron el modelamiento y la idealización virtual, de los sistemas estructurales, con la información de los planos de la edificación, y para el análisis de datos se usó como instrumento, el software ETABS 2016 en su versión estudiantil.

## 2.4. Procedimiento

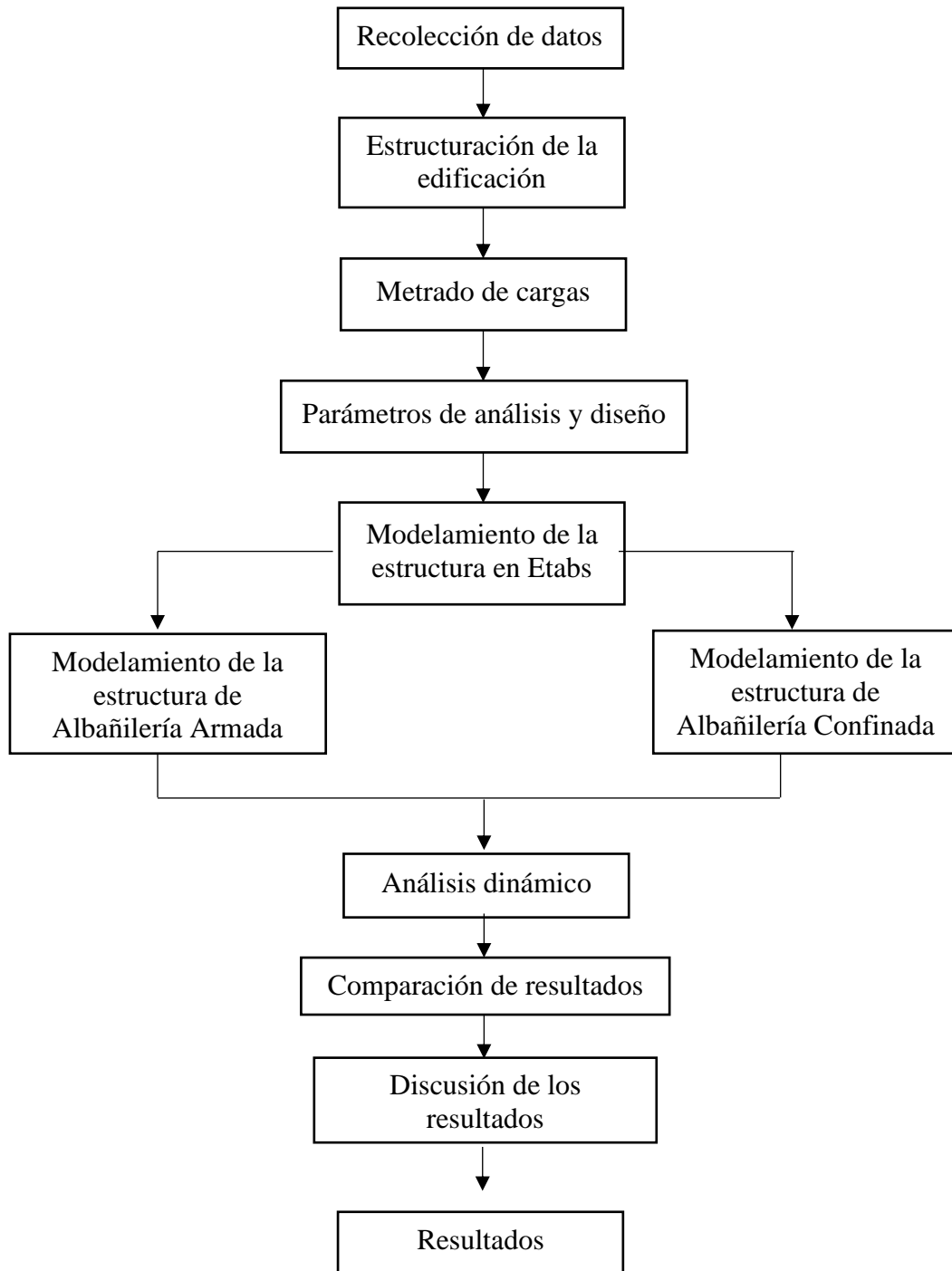


Gráfico 4 Procedimiento para el desarrollo de la investigación.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

De los resultados del análisis estático que se muestra en el Anexo 1, se evaluó las irregularidades en altura y en planta según indica la norma técnica de edificaciones E.030 para ambos sistemas estructurales.

A continuación, se muestran los resultados del sistema de albañilería confinada.

Tabla 6  
*Irregularidad de resistencia – Piso débil XX*

Nivel	Carga	Ubicación	Dirección Vx	Diferencia V por piso
Story 4	SismoEstXX	Top	-98.5955	
Story 4	SismoEstXX	Bottom	-98.5955	0.534851854
Story 3	SismoEstXX	Top	-184.3417	
Story 3	SismoEstXX	Bottom	-184.3417	0.763301337
Story 2	SismoEstXX	Top	-241.5058	
Story 2	SismoEstXX	Bottom	-241.5058	0.894174822
Story 1	SismoEstXX	Top	-270.0879	
Story 1	SismoEstXX	Bottom	-270.0879	

Tabla 7  
*Irregularidad de resistencia – Piso débil YY*

Nivel	Carga	Ubicación	Dirección Vy	Diferencia V por piso
Story 4	SismoEstYY	Top	-109.5373	
Story 4	SismoEstYY	Bottom	-109.5373	0.534852187
Story 3	SismoEstYY	Top	-204.7992	
Story 3	SismoEstYY	Bottom	-204.7992	0.763301171
Story 2	SismoEstYY	Top	-268.3072	
Story 2	SismoEstYY	Bottom	-268.3072	0.894174922
Story 1	SismoEstYY	Top	-300.0612	
Story 1	SismoEstYY	Bottom	-300.0612	

Según la norma; existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas cortantes es inferior al 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

Por los resultados mostrados en la tabla 3 y tabla 4 en ambas direcciones existe irregularidad de resistencia por que se toma un valor  $I_a=0.75$

Tabla 8  
*Irregularidad por rigidez XX*

Nivel	Carga	Dirección	Desp. C.M.	Desp. Relativo	Desp. P. inf./P. sup.
Story 4	SismoEstXX	X	0.004204	0.000831	1.3622142
Story 3	SismoEstXX	X	0.003373	0.001132	1.106890459
Story 2	SismoEstXX	X	0.002241	0.001253	0.788507582
Story 1	SismoEstXX	X	0.000988	0.000988	0
Base	SismoEstXX	X	0		

Tabla 9  
*Irregularidad por rigidez YY*

Nivel	Carga	Dirección	Desp. C.M.	Desp. Relativo	Desp. P. inf./P. sup.
Story 4	SismoEstYY	Y	0.005726	0.001401	1.156316916
Story 3	SismoEstYY	Y	0.004325	0.00162	0.980864198
Story 2	SismoEstYY	Y	0.002705	0.001589	0.702328508
Story 1	SismoEstYY	Y	0.001116	0.001116	0
Base	SismoEstYY	Y	0		

Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso superior. Los resultados mostrados en las tablas 5 y 6 de irregularidad por rigidez no muestran irregularidad por rigidez en ninguna de las direcciones.

Tabla 10  
*Irregularidad de masa.*

Nivel	Masa XX	Masa YY	Diferencia masa X	Diferencia masa Y
Story 4	7.56385	7.56385	1.262194517	1.262194517
Story 3	9.54705	9.54705	1	1
Story 2	9.54705	9.54705	1	1
Story 1	9.54705	9.54705		

Se tiene irregularidad de masa (o peso), cuando el peso de un piso, es mayor que 1.5 veces el peso de un piso adyacente, lo que no se manifiesta en ninguna de las direcciones, según los valores de la tabla 7.

Con respecto a la irregularidad estructural en planta.

Tabla 11  
*Irregularidad Torsional XX.*

Nivel	Desp. Max. (Esq)	Desp. relativo (Max)	Desp. promedio	Desp. relativo (Prom)	Desp. Esq./Desp. C.M.
Story 4	0.004617	0.000942	0.004187	0.000829	1.136308806
Story 3	0.003675	0.001251	0.003358	0.001126	1.111012433
Story 2	0.002424	0.001364	0.002232	0.001248	1.092948718
Story 1	0.00106	0.00106	0.000984	0.000984	1.077235772
Base	0		0		

Tabla 12  
*Irregularidad Torsional YY.*

Nivel	Desp. Max. (Esq)	Desp. relativo (Max)	Desp. promedio	Desp. relativo (Prom)	Desp. Esq./Desp. C.M.
Story 4	0.006127	0.001495	0.005726	0.001401	1.067094932
Story 3	0.004632	0.001733	0.004325	0.00162	1.069753086
Story 2	0.002899	0.001701	0.002705	0.001589	1.070484581
Story 1	0.001198	0.001198	0.001116	0.001116	1.073476703
Base	0		0		

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, al máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio en esa dirección, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso, para la misma dirección de carga.

Después de analizar las irregularidades se multiplico por 0.75 los valores tomados previamente para el coeficiente de reducción sísmica en ambas direcciones, con estos valores definitivos se procedió a realizar en análisis dinámico.

Los desplazamientos obtenidos en el análisis dinámico nos dan los siguientes resultados:

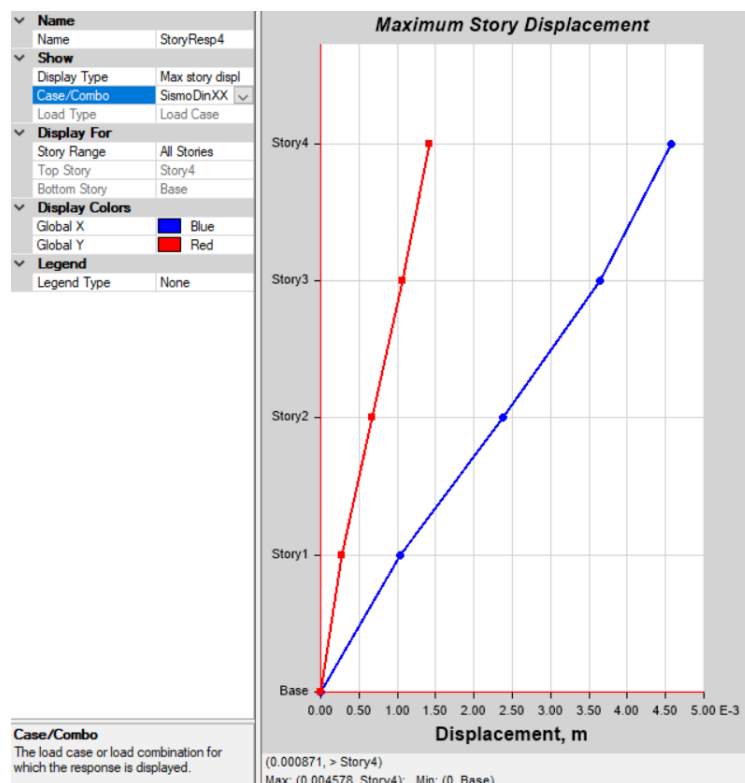


Gráfico 5 Desplazamiento máximo en la dirección X.

Tabla 13

*Desplazamientos laterales relativos admisibles en XX.*

Piso	Piso Superior	Piso inferior	diferencia	0.85R	H Piso	deriva piso	desp obtenido
4	0.0053	0.004194	0.001106	1.9125	2.54	0.00044	0.00071
3	0.004194	0.002751	0.001443	1.9125	2.54	0.00057	0.00092
2	0.002751	0.001197	0.001554	1.9125	2.54	0.00061	0.00099
1	0.001197	0	0.001197	1.9125	2.54	0.00047	0.00077

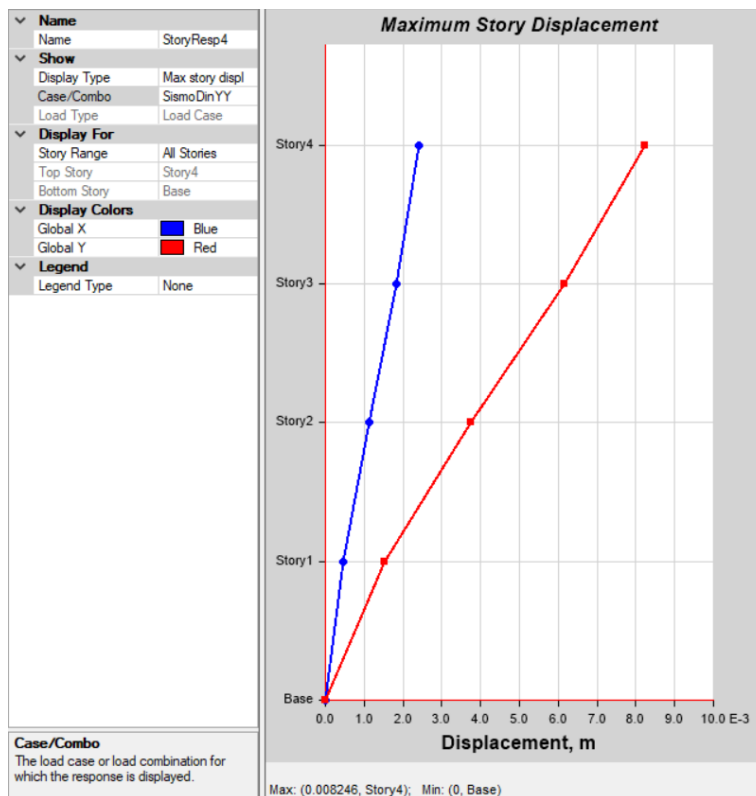


Gráfico 6 Desplazamiento máximo en la dirección X.

Tabla 14

*Desplazamientos laterales relativos admisibles en YY.*

Piso	Piso Superior	Piso inferior	diferencia	0.85R	H Piso	deriva piso	desp obtenido
4	0.006234	0.004698	0.001536	1.7213	2.54	0.00059	0.00086
3	0.004698	0.002929	0.001769	1.7213	2.54	0.00070	0.00102
2	0.002929	0.001207	0.001722	1.7213	2.54	0.00068	0.00099
1	0.001207	0	0.001207	1.7213	2.54	0.00048	0.00070



Se procedió a hacer el mismo análisis para el sistema estructural de albañilería confinada, teniendo como resultados;

Tabla 15  
*Irregularidad de resistencia – Piso débil XX, AA.*

Nivel	Carga	Ubicación	Dirección Vx	Diferencia V por piso
Story 4	SismoEstXX	Top	-145.5465	
Story 4	SismoEstXX	Bottom	-145.5465	0.534921217
Story 3	SismoEstXX	Top	-272.0896	
Story 3	SismoEstXX	Bottom	-272.0896	0.763328103
Story 2	SismoEstXX	Top	-356.4517	
Story 2	SismoEstXX	Bottom	-356.4517	0.894185801
Story 1	SismoEstXX	Top	-398.6327	
Story 1	SismoEstXX	Bottom	-398.6327	

Tabla 16  
*Irregularidad de resistencia – Piso débil YY, AA.*

Nivel	Carga	Ubicación	Dirección Vy	Diferencia V por piso
Story 4	SismoEstYY	Top	-161.7184	
Story 4	SismoEstYY	Bottom	-161.7184	0.534921398
Story 3	SismoEstYY	Top	-302.3218	
Story 3	SismoEstYY	Bottom	-302.3218	0.763328245
Story 2	SismoEstYY	Top	-396.0574	
Story 2	SismoEstYY	Bottom	-396.0574	0.894185745
Story 1	SismoEstYY	Top	-442.9252	
Story 1	SismoEstYY	Bottom	-442.9252	

Al igual que en el sistema estructural de albañilería confinada existe la irregularidad de piso débil, debido a que hay una variación menor al 80% entre los entrepisos 2-3 y 3-4 frente a las fuerzas cortantes de dichos pisos. Por lo que en ambas direcciones se considerara un  $I_a=0.75$

Tabla 17  
*Irregularidad por rigidez XX, AA.*

Nivel	Carga	Dirección	Desp. C.M.	Desp. Relativo	Desp. P. inf./P. sup.
Story 4	SismoEstXX	X	0.00339	0.000728	1.287087912
Story 3	SismoEstXX	X	0.002662	0.000937	1.06189968
Story 2	SismoEstXX	X	0.001725	0.000995	0.733668342
Story 1	SismoEstXX	X	0.00073	0.00073	0
Base	SismoEstXX	X	0		

Tabla 18  
*Irregularidad por rigidez YY, AA.*

Nivel	Carga	Dirección	Desp. C.M.	Desp. Relativo	Desp. P. inf./P. sup.
Story 4	SismoEstYY	Y	0.005037	0.001222	1.171031097
Story 3	SismoEstYY	Y	0.003815	0.001431	0.986722572
Story 2	SismoEstYY	Y	0.002384	0.001412	0.688385269
Story 1	SismoEstYY	Y	0.000972	0.000972	0
Base	SismoEstYY	Y	0		

De los resultados se tiene que no existe una rigidez extrema, ya que en ninguna de las direcciones la rigidez de un entrepiso es menor que el 60% de la rigidez lateral del entrepiso superior

Tabla 19  
*Irregularidad de masa, AA.*

Nivel	Masa XX	Masa YY	Diferencia masa X	Diferencia masa Y
Story 4	9.1666	9.1666	1.2437	1.2437
Story 3	11.40015	11.40015	1	1
Story 2	11.40015	11.40015	1	1
Story 1	11.40015	11.40015		

No existe irregularidad de masa (o peso) al no haber una diferencia de 1.5 entre los pisos continuos.

Tabla 20  
*Irregularidad Torsional XX, AA.*

Nivel	Desp. Max. (Esq)	Desp. relativo (Max)	Desp. promedio	Desp. relativo (Prom)	Desp. Esq./Desp. C.M.
Story 4	0.0038	0.000836	0.003379	0.000725	1.153103448
Story 3	0.002964	0.001056	0.002654	0.000934	1.130620985
Story 2	0.001908	0.001106	0.00172	0.000992	1.114919355
Story 1	0.000802	0.000802	0.000728	0.000728	1.101648352
Base	0		0		

Tabla 21  
*Irregularidad Torsional YY, AA.*

Nivel	Desp. Max. (Esq)	Desp. relativo (Max)	Desp. promedio	Desp. relativo (Prom)	Desp. Esq./Desp. C.M.
Story 4	0.005471	0.001325	0.005037	0.001222	1.084288052
Story 3	0.004146	0.001553	0.003815	0.001431	1.085255066
Story 2	0.002593	0.001535	0.002384	0.001412	1.087110482
Story 1	0.001058	0.001058	0.000972	0.000972	1.088477366
Base	0		0		

Al no darse el caso que, en cualquiera de las direcciones de análisis, al máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio en esa dirección, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso, para la misma dirección de carga. No se asuma irregularidad torsional en ninguna dirección.

Después de analizar las irregularidades se multiplico por 0.75 los valores tomados previamente para el coeficiente de reducción sísmica en ambas direcciones, con estos valores definitivos se procedió a realizar en análisis dinámico.

Análisis del modelamiento de los sistemas de albañilería armada y albañilería confinada; se comparó el peso y la masa por nivel, y la mayor diferencia de irregularidad por rigidez en ambas direcciones del análisis estático.

Tabla 22  
*Comparación del peso de la edificación por nivel.*

Nivel	Alb. Armada	Alb. Confinada	Representa	Disminuye
	Peso	Peso	%	%
Story 4	216.700	193.297	89.20	10.80
Story 3	433.315	391.739	90.41	9.59
Story 2	649.930	590.181	90.81	9.19
Story 1	866.545	788.623	91.01	8.99

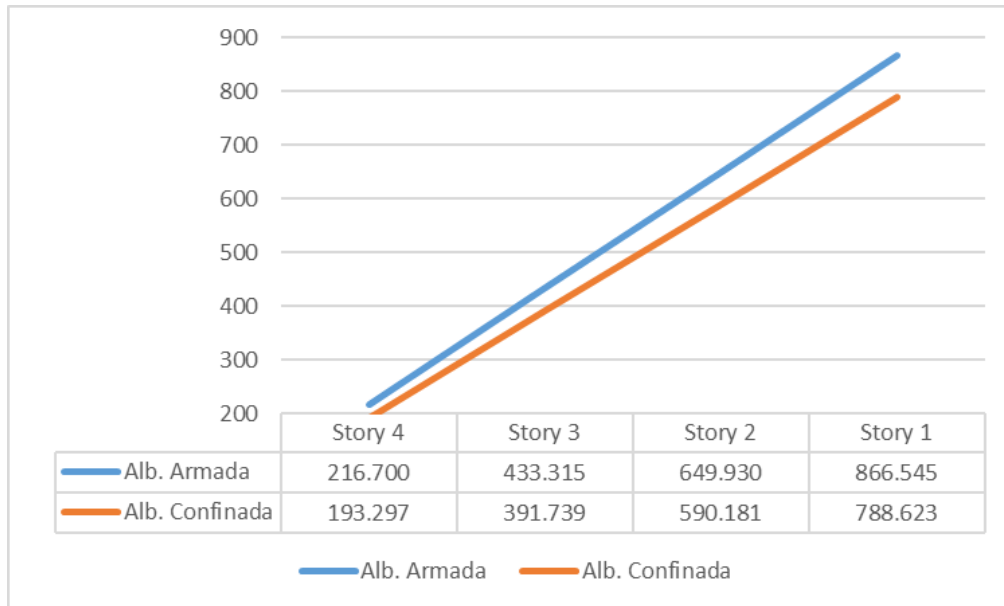


Gráfico 7 Comparación del peso de la edificación por nivel.

Tabla 23  
*Comparación de masa por nivel.*

Nivel	Alb. Armada	Alb. Confinada	Dif. masa AA	Dif. masa AC
Story 4	9.1666	7.564	1.244	1.262
Story 3	11.40015	9.547	1	1
Story 2	11.40015	9.547	1	1
Story 1	11.40015	9.547		

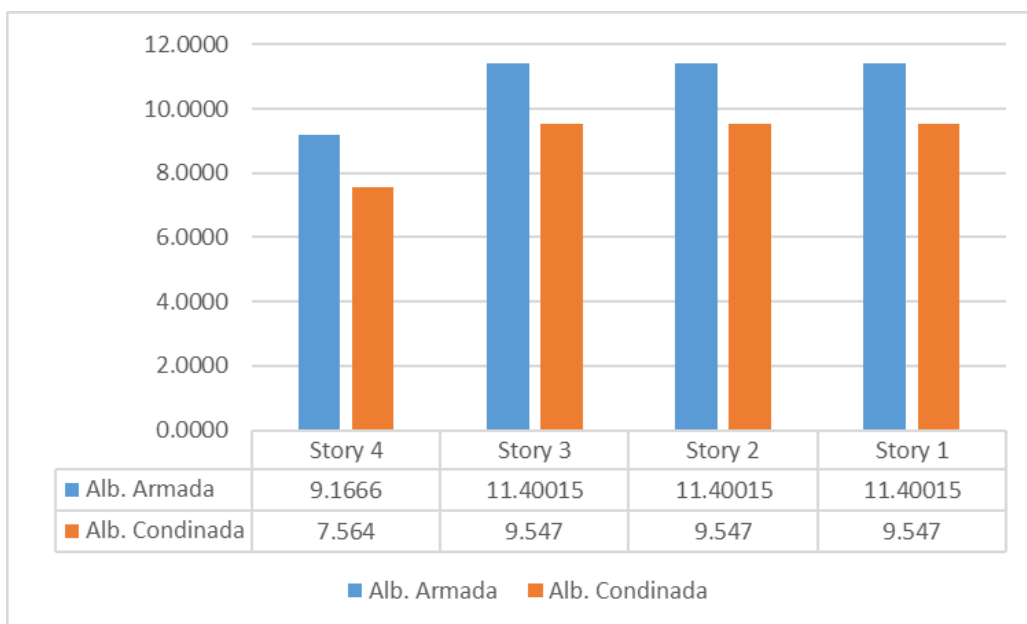


Gráfico 8 Comparación de masa por nivel.

Tabla 24  
*Comparación de irregularidad por rigidez.*

Nivel	Mayor dif. X	Mayor dif. Y
Alb. Armada	1.3622142	1.15631692
Al. Confinada	1.28708791	1.1710311

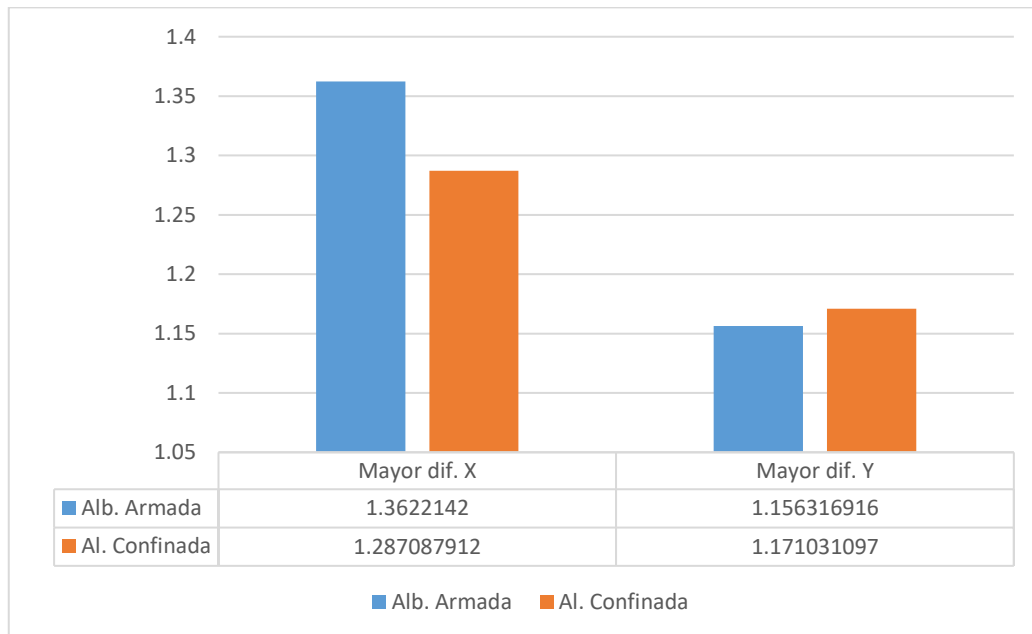


Gráfico 9 Comparación de irregularidad por rigidez.

De los esfuerzos de la edificación en los sistemas estructurales de albañilería armada y albañilería confinada, se comparó las fuerzas cortantes y momentos en dirección X y dirección Y, considerando el sismo escalado.

Tabla 25  
*Comparación de la fuerza cortante por nivel en la dirección X.*

Nivel	Dirección	Alb. Armada	Alb. Confinada	Representa	Disminuye
		Vx	Vx	%	%
Story 4	X	135.696	120.409	88.73	11.27
Story 3	X	246.198	221.466	89.95	10.05
Story 2	X	320.075	289.947	90.59	9.41
Story 1	X	357.586	325.202	90.94	9.06

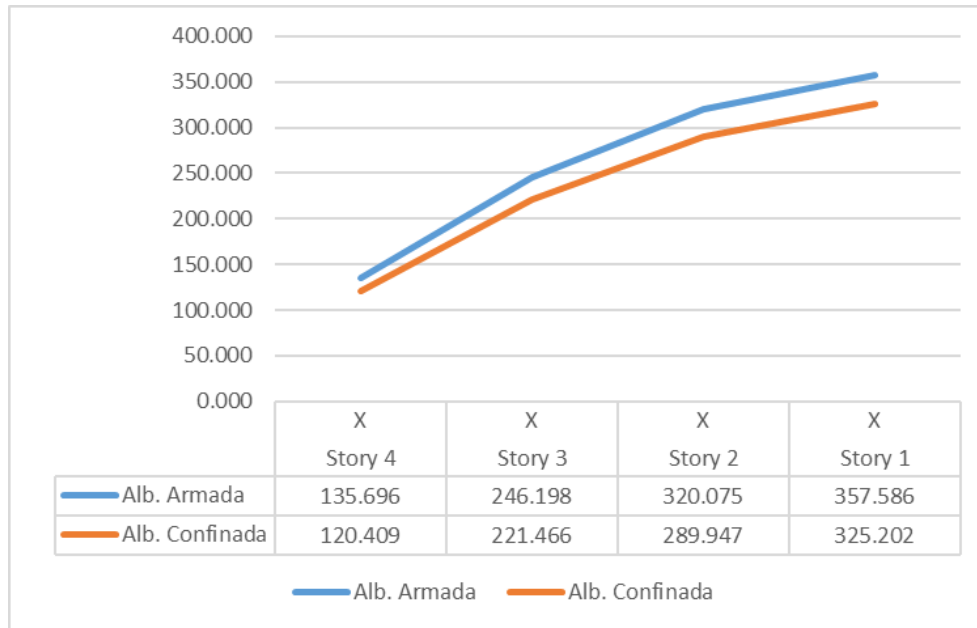


Gráfico 10 Comparación de la fuerza cortante por nivel en la dirección X.

Tabla 26

*Comparación de la fuerza cortante por nivel en la dirección Y.*

		Alb. Armada	Alb. Confinada	Representa	Disminuye
Nivel	Dirección	Vy	Vy	%	%
Story 4	Y	157.212	142.099	90.39	9.61
Story 3	Y	280.234	253.184	90.35	9.65
Story 2	Y	359.843	325.004	90.32	9.68
Story 1	Y	399.808	361.612	90.45	9.55

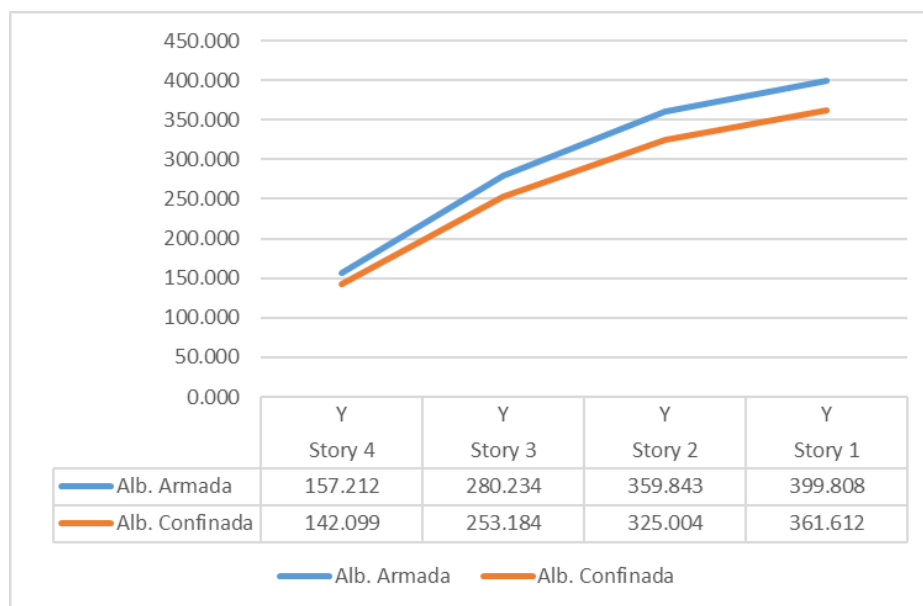


Gráfico 11 Comparación de la fuerza cortante por nivel en la dirección Y.

Tabla 27

*Comparación de los momentos por nivel en la dirección X.*

Nivel	Dirección	Alb.	Alb.	Representa	Disminuye
		Armada	Confinada		
		Mx	Mx	%	%
Story 4	X	344.667	305.838	88.73	11.27
Story 3	X	962.885	862.702	89.60	10.40
Story 2	X	1758.281	1584.757	90.13	9.87
Story 1	X	2643.485	2391.609	90.47	9.53

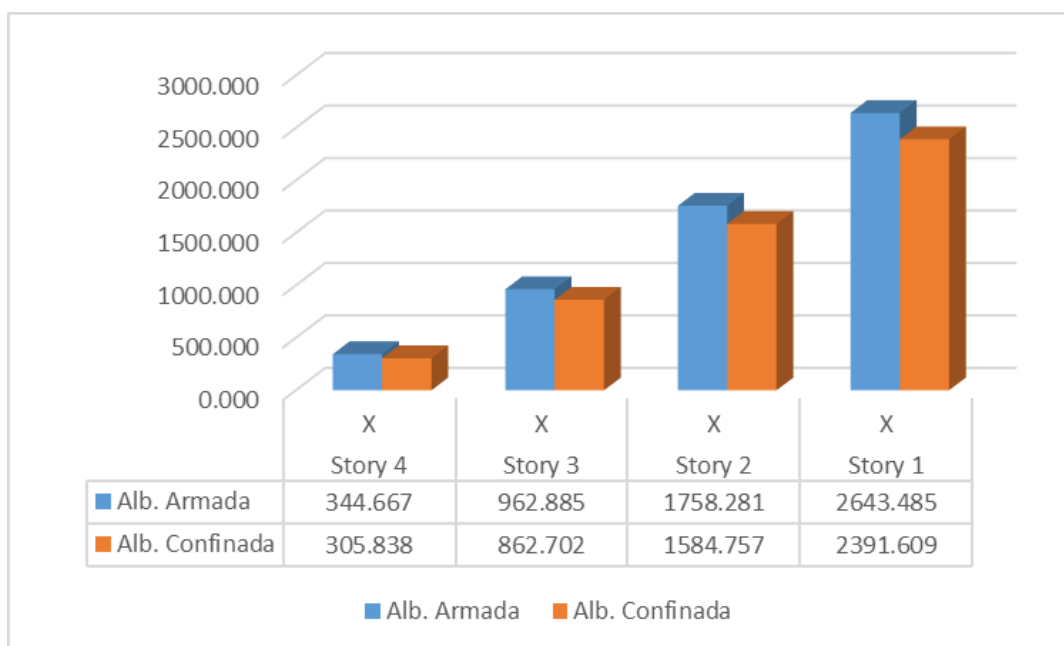


Gráfico 12 Comparación de los momentos por nivel en la dirección X.

Tabla 28

*Comparación de los momentos por nivel en la dirección Y.*

Nivel	Dirección	Alb.	Alb.	Representa	Disminuye
		Armada	Confinada		
		My	My	%	%
Story 4	Y	399.319	360.931	90.39	9.61
Story 3	Y	1103.174	997.127	90.39	9.61
Story 2	Y	1996.332	1803.851	90.36	9.64
Story 1	Y	2984.393	2697.129	90.37	9.63

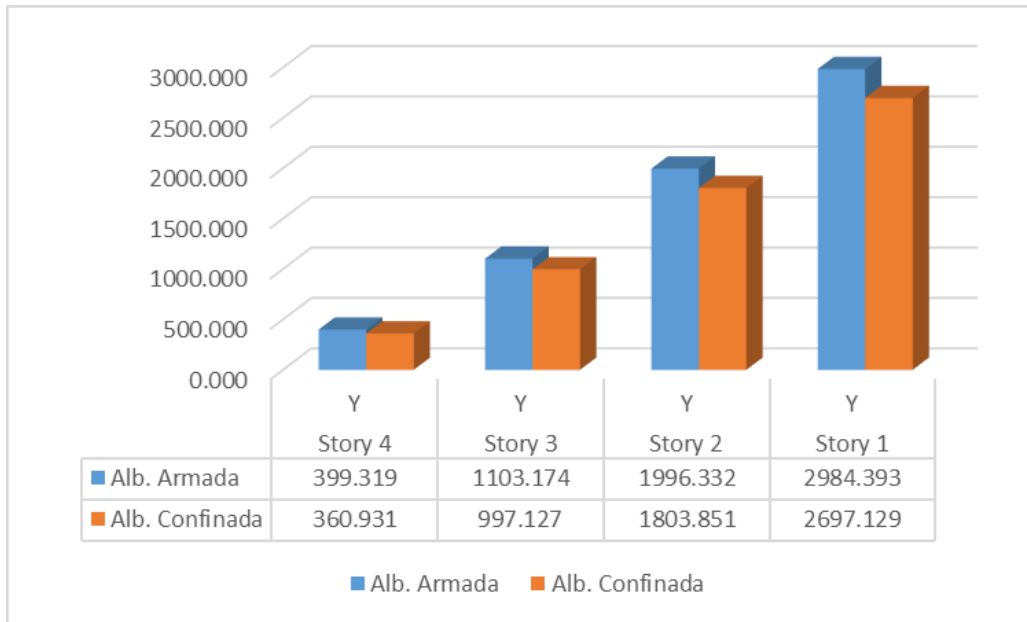


Gráfico 13 Comparación de los momentos por nivel en la dirección Y.

Del análisis sísmico dinámico, para los sistemas de albañilería armada y albañilería confinada. Se comparó los periodos naturales de los sistemas estructurales considerando 3 modos de vibración por nivel. Y la cortante basal, para la dirección X y dirección Y.

Tabla 29

*Comparación de los periodos de vibración.*

Modal	Alb. Armada	Alb. Confinada	Disminuye
1	0.142	0.175	-23.24
2	0.131	0.164	-25.19
3	0.115	0.139	-20.87
4	0.042	0.052	-23.81
5	0.04	0.052	-30.00
6	0.035	0.042	-20.00
7	0.023	0.03	-30.43
8	0.022	0.029	-31.82
9	0.02	0.024	-20.00
10	0.018	0.023	-27.78
11	0.017	0.022	-29.41
12	0.015	0.018	-20.00



Tabla 30  
*Comparación de la cortante basal.*

Dirección	Alb. Armada		Alb. Confinada	
	Cort. Basal	Aumenta	Cort. Basal	Disminuye
Vx	357.586	9.06	325.202	-9.96
Vy	399.8079	9.55	361.6122	-10.56

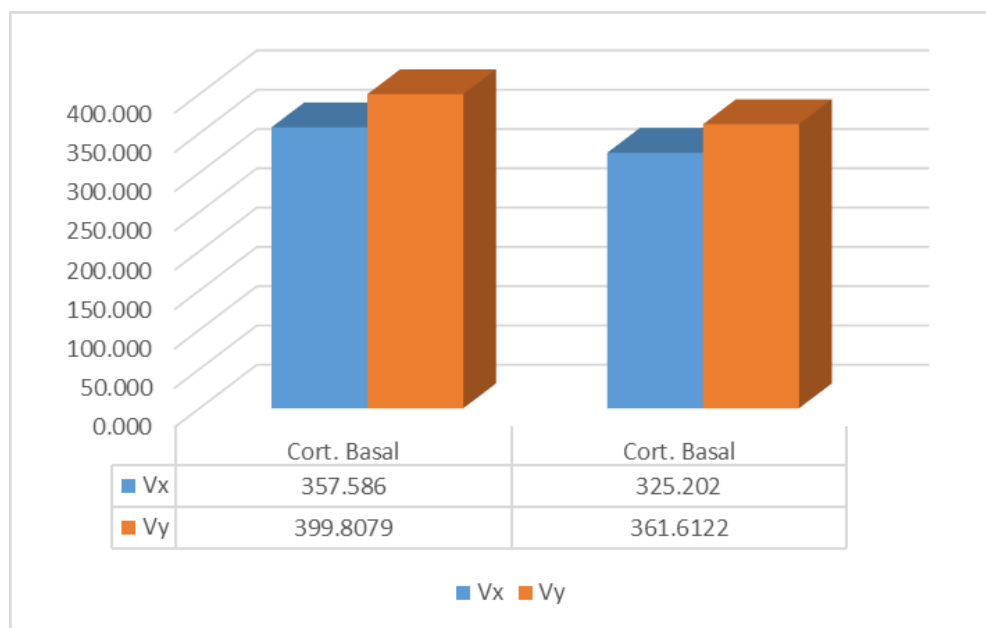


Gráfico 14 Comparación de la cortante basal.

Comparación de los desplazamientos para los sistemas estructurales, en dirección X, y dirección Y.

Tabla 31  
*Comparación de desplazamientos en la dirección X.*

Nivel	Dirección	Alb. Armada	Alb. Confinada	Representa	Disminuye
		Desp. X	Desp. X	%	%
Story 4	X	0.000420	0.000708	168.34	-68.34
Story 3	X	0.000522	0.000924	177.06	-77.06
Story 2	X	0.000539	0.000995	184.56	-84.56
Story 1	X	0.000387	0.000766	197.85	-97.85

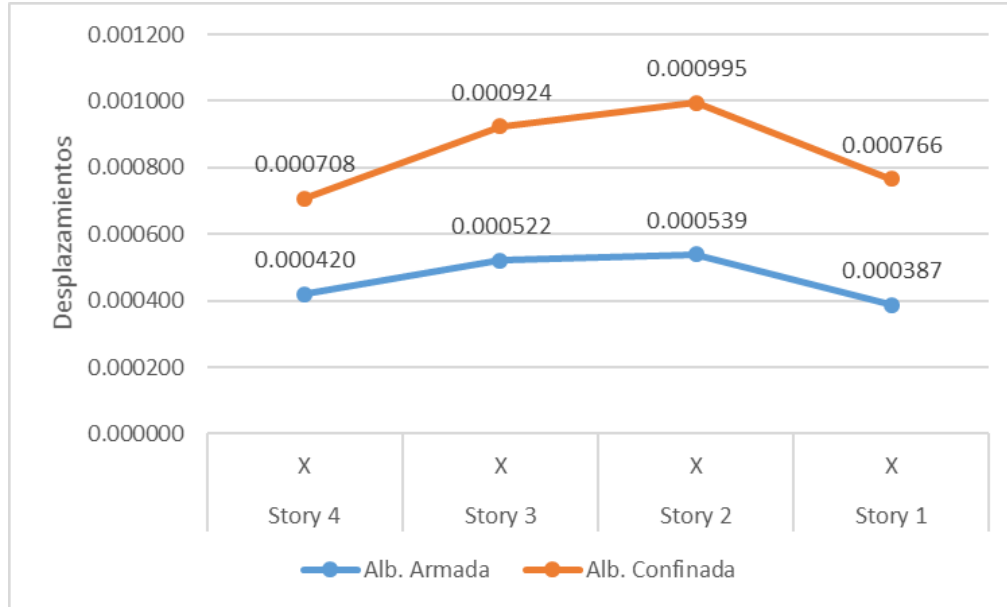


Gráfico 15 Comparación de desplazamientos en la dirección X.

Tabla 32

*Comparación de desplazamientos en la dirección Y.*

Nivel	Dirección	Alb. Armada Desp. Y	Alb. Confinada Desp. Y	Representa %	Disminuye %
Story 4	Y	0.000565	0.000864	152.99	-52.99
Story 3	Y	0.000675	0.001019	151.07	-51.07
Story 2	Y	0.000662	0.000992	149.87	-49.87
Story 1	Y	0.000453	0.000695	153.37	-53.37

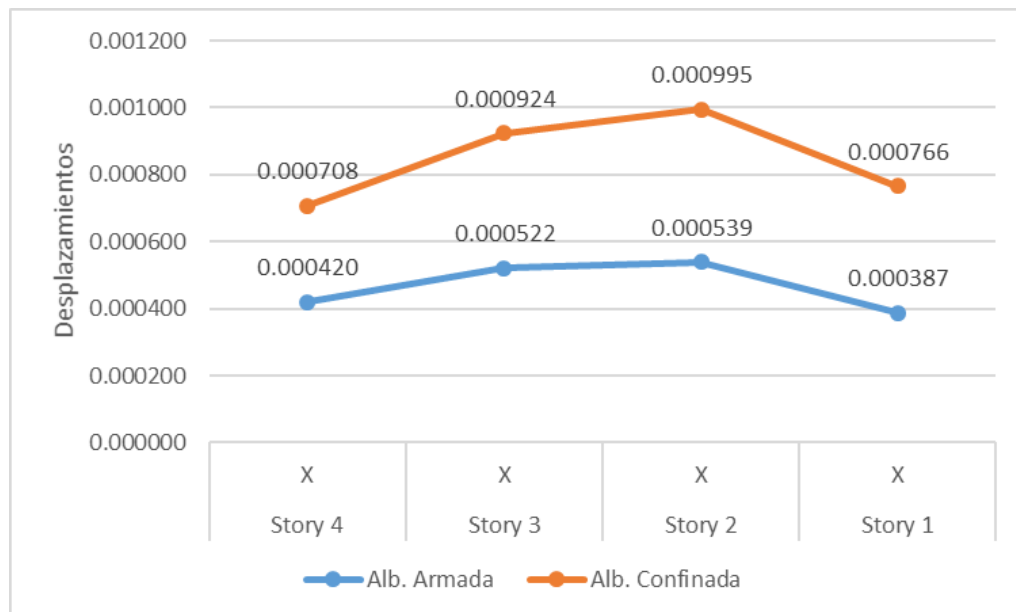


Gráfico 16 Comparación de desplazamientos en la dirección Y.

Comparación de los desplazamientos para los sistemas estructurales, en dirección X, y dirección Y.

Tabla 33  
*Comparación de derivas en la dirección X.*

Nivel	Direccion	Alb. Armada	Alb. Confinada	Representa	Disminuye
		Deriva X	Deriva X	%	%
Story 4	X	0.000259	0.000435	168.34	-68.34
Story 3	X	0.000321	0.000568	177.06	-77.06
Story 2	X	0.000331	0.000612	184.56	-84.56
Story 1	X	0.000238	0.000471	197.85	-97.85

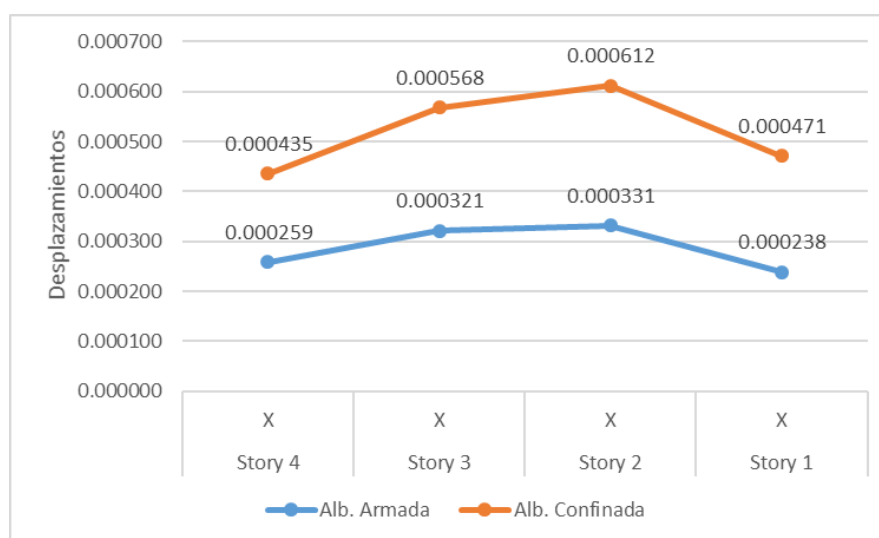


Gráfico 17 Comparación de derivas en la dirección X.

Tabla 34  
*Comparación de derivas en la dirección Y.*

Nivel	Direccion	Alb. Armada	Alb. Confinada	Representa	Disminuye
		Deriva Y	Deriva Y	%	%
Story 4	Y	0.000386	0.000591	152.99	-52.99
Story 3	Y	0.000461	0.000696	151.07	-51.07
Story 2	Y	0.000452	0.000678	149.87	-49.87
Story 1	Y	0.000310	0.000475	153.37	-53.37

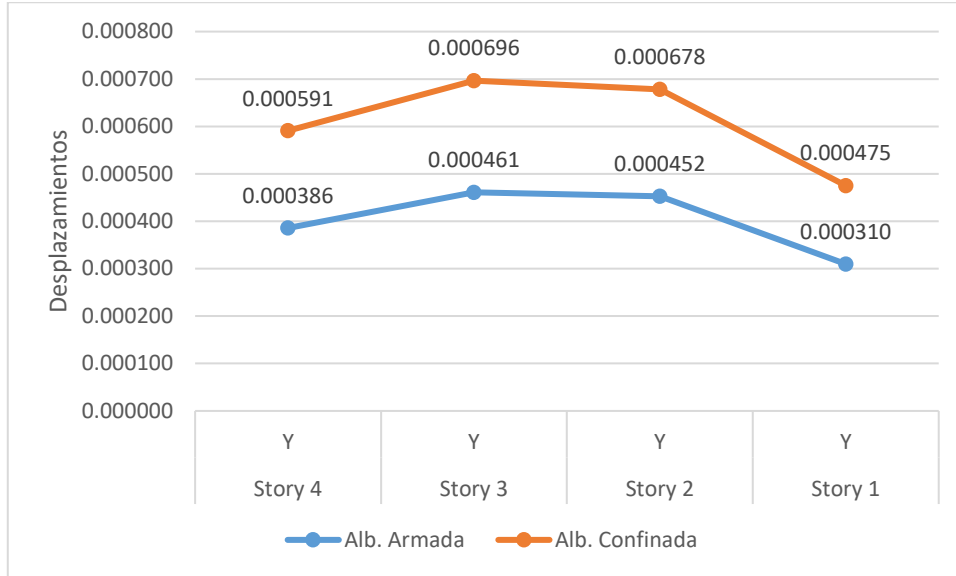


Gráfico 18 Comparación de derivas en la dirección Y.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Según los resultados del modelamiento de la estructura, la primera diferencia entre los sistemas de albañilería armada y confinada se dan en el peso y masa de la edificación. Según la tabla 22 y gráfico 4, el peso del sistema estructural de albañilería confinada llega a disminuir un 10.8% en el cuarto nivel.

En la tabla 23 y gráfico 5, se llega a presentar una diferencia de masa menor del 17.48% por el sistema estructural de albañilería confinada.

Los resultados de las irregularidades por rigidez, en la Tabla 24, y el Gráfico 6, muestran en la dirección X la albañilería armada tiene una mayor variación de desplazamientos en el cuarto nivel, siendo 5.52% mayor, mientras que en la dirección Y la albañilería confinada presenta la mayor variación con un 1.26%.

Debido a las variaciones de peso y masa, se presentan diferencia en los esfuerzos. Las Tablas 25 y 26, y Gráficos 7 y 8, comparan los cortantes por nivel, teniendo para la dirección X, una variación del 11.27% menor en el cuarto nivel para el sistema estructural de albañilería confinada, y un 9.68% menor en el segundo nivel.

Las tablas 27 y 28, y Gráfico 9 y 10, las variaciones en los momentos son similares a los cortantes, teniendo una disminución de 11.27 para la dirección X en el cuarto nivel, y un 9.64% menor para la dirección Y en el segundo nivel. Para el sistema estructural de albañilería confinada.

Según los resultados obtenidos en la Tabla 29, el periodo fundamental de vibración del sistema estructural de albañilería armada es de 0.142 seg, y del sistema estructural de albañilería confinada es de 0.175 seg, el cual es 23.24% menor.

Para la cortante basal según la Tabla 30 y el Gráfico 11, la cortante basal del sistema de albañilería armada disminuye un 9.96% en la dirección X, y un 10.56% en la dirección Y.

Con respecto a las deformaciones, en las tablas 31 y 32, y los gráficos 12 y 13, muestran un aumento de desplazamientos por parte de la albañilería confinada. presentando una mayor diferencia en los desplazamientos en la dirección X, siendo un 40.6% mayor para esta dirección, y un 34.64% mayor para la dirección Y.

Las derivas al igual que las deformaciones muestran aumentos por parte de albañilería confinada, como se muestra en las tablas 33 y 34 y gráficos 14 y 15 existe una diferencia del 40.6% en la dirección X, y un 34.64% para la dirección Y.

Como se puede apreciar la albañilería armada tiene un comportamiento sísmico más conservador, con respecto a la albañilería confinada, al igual que Rivas (2018), que en su momento también comparo estos sistemas estructurales, en su caso llegando a tener derivas de hasta 9.10% más permisible, y periodos de hasta 15% menos que la albañilería confinada, lo que corrobora, y afirma la hipótesis planteada.

Con respecto al modelamiento y análisis estructural en el Software Etabs estudiantil, se concluye que brinda una gran ayuda, ya que tiene una interface fácil de usar y permite aplicar todos los parámetros que establece la norma E.020.

Ambos sistemas estructurales cumplen con un buen comportamiento estructural ante la amenaza sísmica, teniendo en cuenta los parámetros establecidos por las normas técnicas peruana. Por lo que los dos sistemas son aceptados, y queda en juicio del proyectista la elección del sistema estructural, teniendo en cuenta otros factores.

Por ultimo al tener mayor peso y masa la estructura de albañilería armada, se puede inducir que esto se verá reflejado en el costo, el cual será mayor al momento de la construcción de estructura con respecto al sistema de albañilería confinada.

## 4.2 Conclusiones

- Se cumple la hipótesis inicial, ya que se pudo constatar que el sistema estructural de albañilería armada tiene un comportamiento sísmico más conservador que el sistema de albañilería confinada.
- El sistema estructural de albañilería armada tiene un adecuado comportamiento estructural ya que cumple con las delimitaciones de la norma técnica peruana E.030 la cual rige estos parámetros de análisis sísmo resistente.
- El sistema estructural de albañilería confinada al igual que la albañilería armada cumple con los parámetros de la norma sísmo resistente E.030. por lo cual en este sentido queda a juicio del proyectista emplear cualquier de los dos sistemas estructurales de acuerdo a sus requerimientos o necesidades.
- El edificio proyectado con albañilería armada tiene un mejor comportamiento ya que el periodo fundamental de vibración disminuye hasta un 23.24% en el primer modo de vibración (0.142 seg), con respecto a la albañilería confinada (0.175 seg). Así mismo el sistema estructural de albañilería armada presenta mayores esfuerzos en los muros portantes en comparación con la albañilería confinada de hasta el 11.27% menor en el último piso en dirección X para los momentos y cortantes, y un 9.61% menor para los cortante en dirección Y, sin embargo, también presenta una mayor rigidez.
- De acuerdo a las deformaciones, el sistema estructural de albañilería armada presenta una disminución en los desplazamientos y derivas con respecto a la albañilería confinada, llegando hasta un 40.6% en la dirección X y en dirección Y un 34.64% en el último nivel.

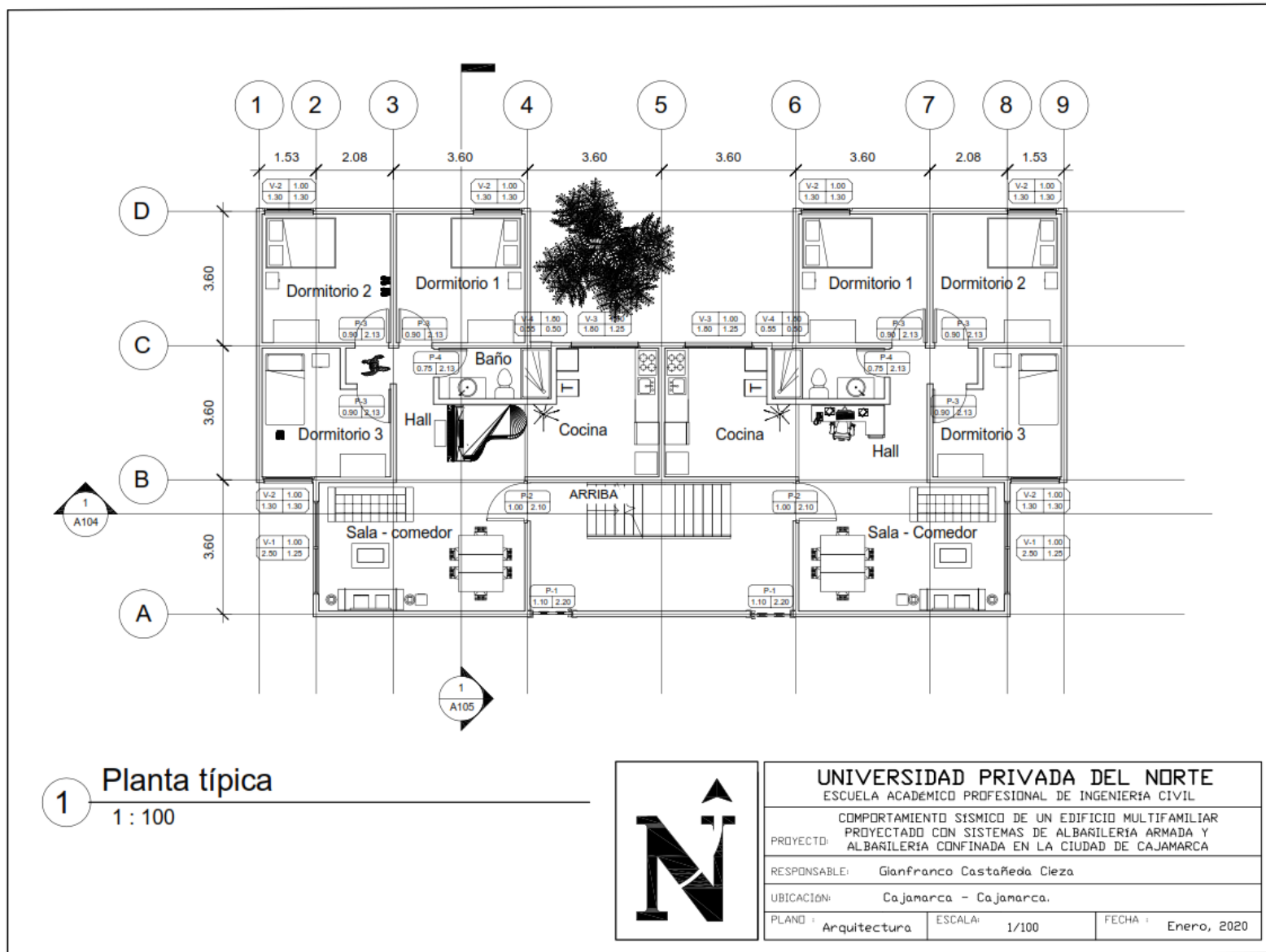


## REFERENCIAS

- Mendoza, M. (2018) *Indicadores clave de desempeño de equipo pesado para control de rendimiento y productividad*. (tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Astroza, M. & Schmidt, A. (2004). Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño. En *Revista de Ingeniería Sísmica*, A.C. Distrito Federal, México pp. 59-7
- Cáceres, A. E. & Enriquez, L. A. (2017) *Análisis de costos, diseño sismoresistente-estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería estructural de un edificio multifamiliar*. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.
- Escamilo, J. P. (2017) *Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, La Libertad*. (Tesis de licenciatura). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Flores, R. W. (2009) *Análisis y diseño estructural de un edificio de albañilería armada*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Gallegos, H. & Casabonne, C. (2005). “Albañilería Estructural”. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial 2005, Tercera Edición.
- Hernández, L. M. (2012). *Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada*. (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda, y C. (2006). *Norma Técnica E.020 Cargas*. El peruano, Lima, Perú
- Ministerio de Vivienda, y C. (2006). *Norma Técnica E.070 Albañilería*. El peruano, Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda, y C. (2018). *Norma Técnica E.030 Diseño Sismoresistente*. El peruano, Lima, Perú.
- Rivas, M. F. (2018) *Análisis técnico-económico-comparativo entre sistemas estructurales de albañilería confinada y albañilería armada en una vivienda de 03 niveles en la ciudad de Piura*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.

- Santana, R. D. (2012) *Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada*. (Tesis de post grado) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- San Bartolomé, R. A. (2008). *Manual de Construcción, Estructuración y Predimensionamiento en Albañilería Armada hecha con bloques de concreto vibrado*. Sencico. Lima, Perú.
- Torre, C. A. (2012). *Seminario de Promoción de la Normatividad para el Diseño y Construcción de Edificaciones Seguras – Norma Técnica E-070 Albañilería*. Dirección Nacional de Construcción. Lima, Perú. ----
- Quiroz, C. M. (2016) *Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca*. Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú.
- Universidad Nacional de Ingeniería – Laboratorio de Estructuras (2004). *Guía para la Construcción con Albañilería – Construyendo Edificaciones de Albañilería con Tecnologías Apropriadas*. Lima, Perú.

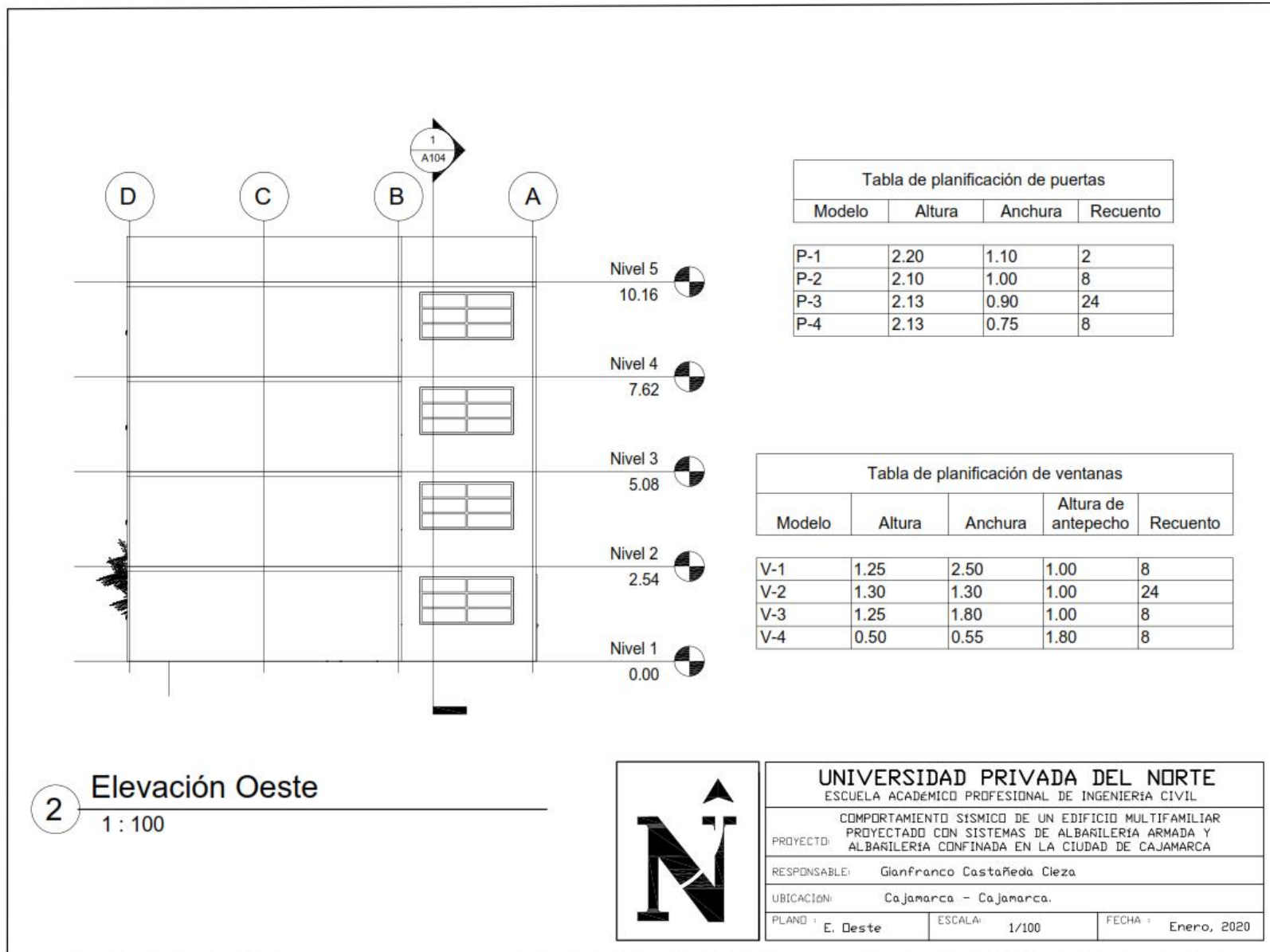
**Anexo 1: Planos**

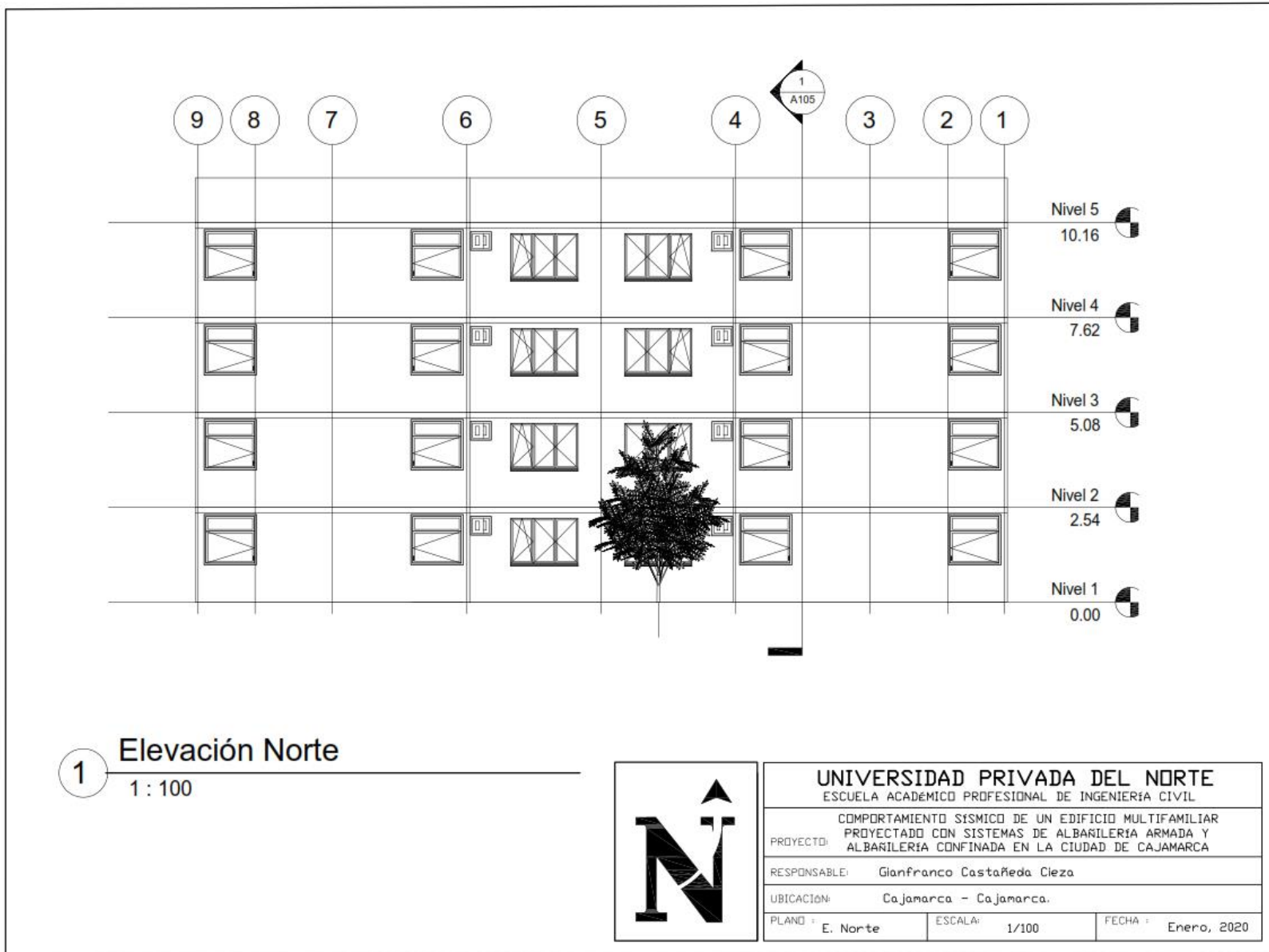


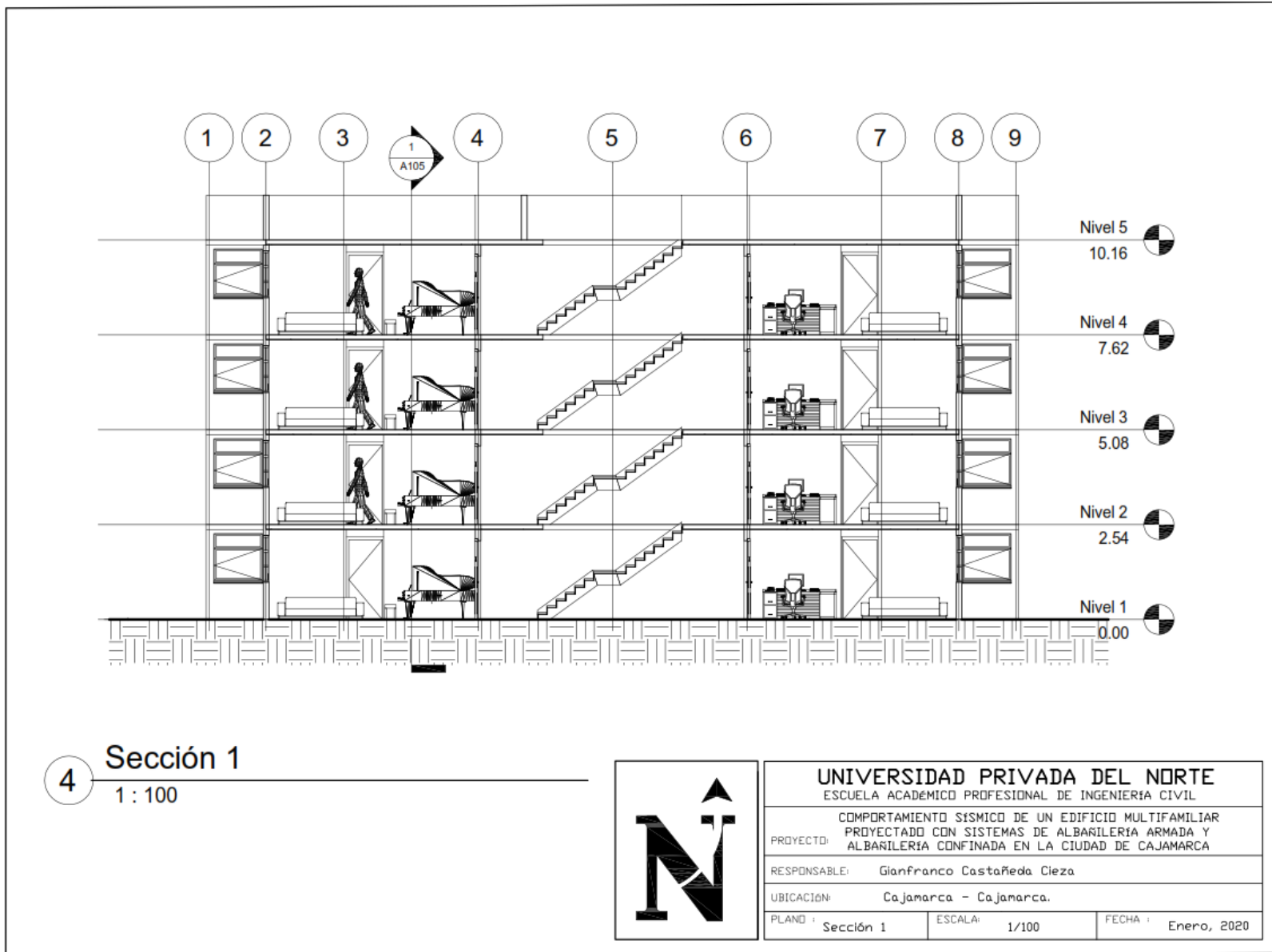
1 Planta típica  
1 : 100

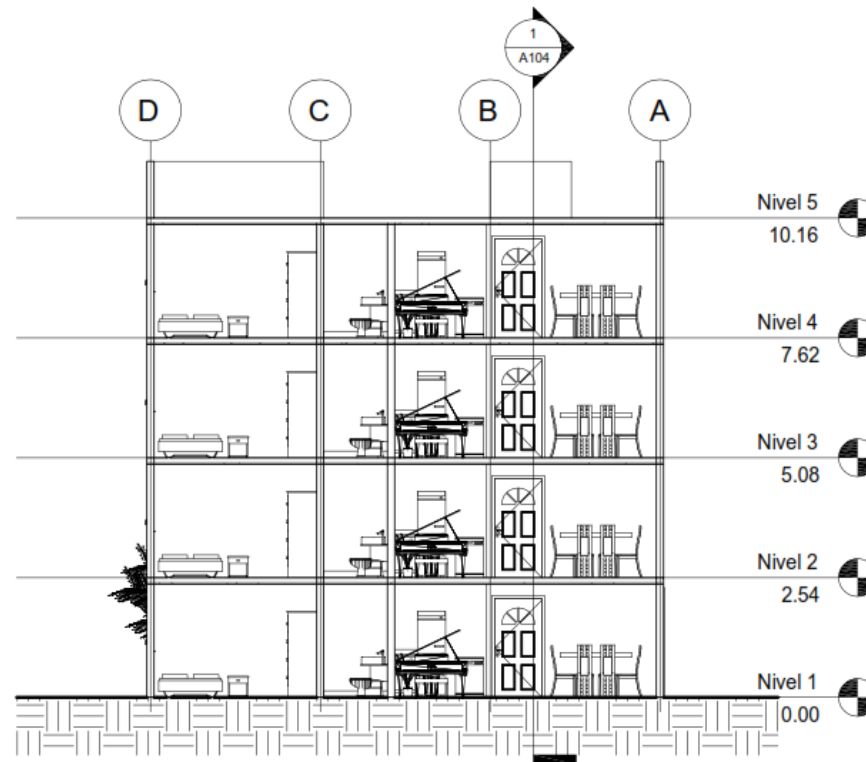


<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
COMPORTAMIENTO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR PROYECTADO CON SISTEMAS DE ALBARILERIA ARMADA Y ALBARILERIA CONFINADA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA		
PROYECTD:		
RESPONSABLE:	Gianfranco Castañeda Cleza	
UBICACION:	Cajamarca - Cajamarca.	
PLANO :	Arquitectura	ESCALA: 1/100
		FECHA : Enero, 2020







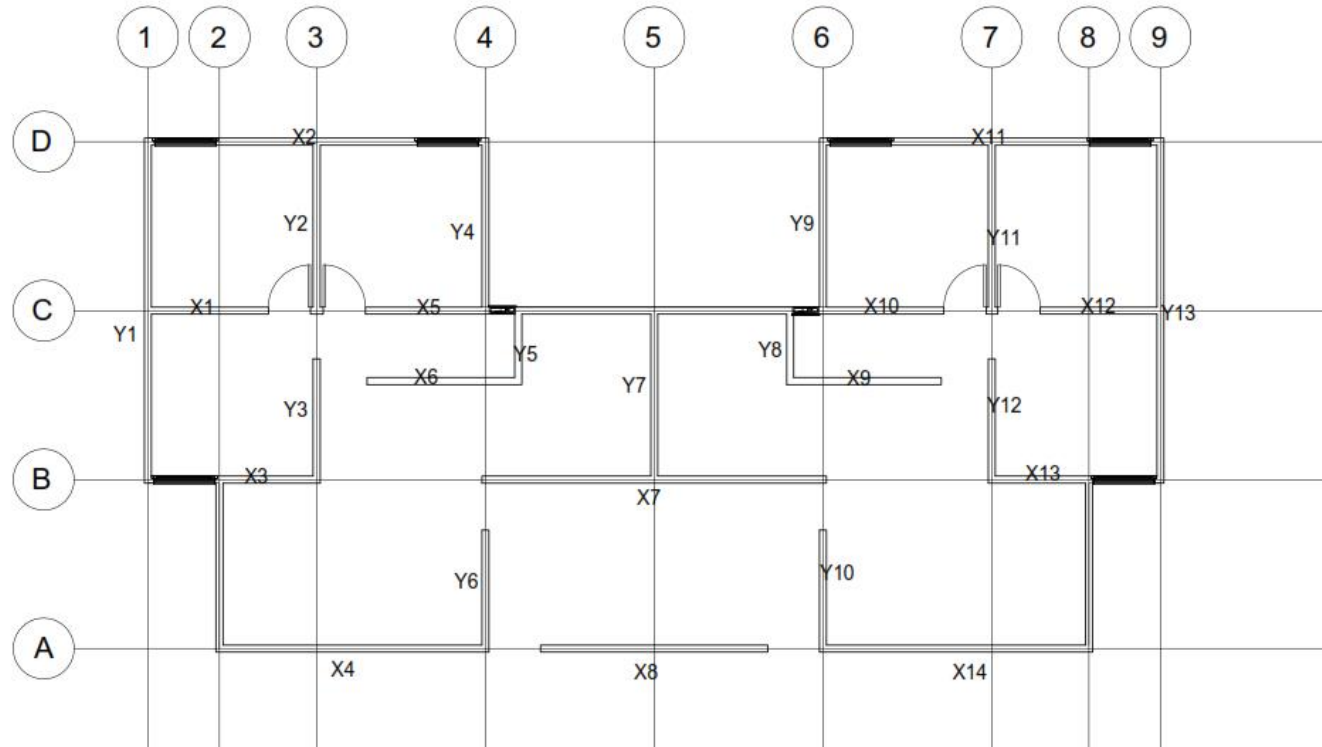


5 Sección 2  
1 : 100



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR PROYECTADO CON SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA ARMADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA		
PROYECTO:	COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR PROYECTADO CON SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA ARMADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA	
RESPONSABLE:	Gianfranco Castañeda Cieza	
UBICACIÓN:	Cajamarca - Cajamarca.	
PLANO :	ESCALA:	FECHA :
Sección 2	1/100	Enero, 2020





6 Estructuración de muros  
1 : 100



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR PROYECTADO CON SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA ARMADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA		
PROYECTO:	COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR PROYECTADO CON SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA ARMADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA	
RESPONSABLE:	Gianfranco Castañeda Cieza	
UBICACIÓN:	Cajamarca - Cajamarca.	
PLANO:	Estructuración	ESCALA: 1/100
		FECHA: Enero, 2020

## **Anexo 2: Datos generales del proyecto del y estructuración del sistema de albañilería confinada.**

Datos generales del proyecto:

Ubicación	:	Cajamarca
Nº Pisos	:	04
Uso	:	Vivienda
Área en planta:		226.64 m <sup>2</sup>
Altura piso techo:		2.4 m

Para el diseño de la edifica se consideró las siguientes especificaciones de los elementos:

**Albañilería Armada:**

- Bloques de concreto tipo P,  $t = 14 \text{ cm}$ ,  $f'_{b} = 75 \text{ kg/cm}^2$
- Concreto líquido (Grout),  $f'_{c} = 140 \text{ kg/cm}^2$
- Pilas: resistencia característica a compresión =  $f'_{m} = 95 \text{ kg/cm}^2 = 950 \text{ ton/m}^2$
- Muretes: resistencia característica a corte puro =  $v'_{m} = 9.7 \text{ kg/cm}^2 = 97 \text{ ton/m}^2$
- Módulo de elasticidad =  $E_{m} = 700 f'_{m} = 66,500 \text{ kg/cm}^2 = 665,000 \text{ ton/m}^2$
- Módulo de corte =  $G_{m} = 0.4 E_{m} = 26,600 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson =  $n = 0.25$

**Albañilería Confinada**

- Ladrillos clase IV sólidos (30% de huecos), tipo King Kong de arcilla,  $t = 13 \text{ cm}$ ,  $f'_{b} = 145 \text{ kg/cm}^2$
- Mortero tipo P2: cemento-arena 1:4
- Pilas: resistencia característica a compresión =  $f'_{m} = 65 \text{ kg/cm}^2 = 650 \text{ ton/m}^2$
- Muretes: resistencia característica a corte puro =  $v'_{m} = 8.1 \text{ kg/cm}^2 = 81 \text{ ton/m}^2$
- Módulo de elasticidad =  $E_{m} = 500 f'_{m} = 32,500 \text{ kg/cm}^2 = 325,000 \text{ ton/m}^2$
- Módulo de corte =  $G_{m} = 0.4 E_{m} = 13,000 \text{ kg/cm}^2$

- Módulo de Poisson =  $\nu = 0.25$

#### Concreto

- Resistencia nominal a compresión =  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad =  $E_c = 15000\sqrt{f'_c} = 217370.6512 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson =  $\nu = 0.15$

#### Acero de Refuerzo

- Corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia =  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 4.2 \text{ ton/cm}^2$
- Módulo de elasticidad =  $E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$

Los pesos unitarios que se definen a continuación a emplearse para la carga muerta (CM) y carga viva (CV) fueron tomados según lo indicado en la norma NTE.020 y bibliografía del Ing. San Bartolomé:

#### Carga Muerta (CM)

- Peso del concreto armado  $2.40 \text{ Tn/m}^3$
- Peso de muros de albañilería  $1.80 \text{ Tn/m}^3$
- Peso de la albañilería armada alveolos llenos:  $2.3 \text{ ton/m}^3$ \*
- Peso de la albañilería armada alveolos parcialmente llenos:  $2.0 \text{ ton/m}^3$ \*
- Peso del tarrajeo  $2.00 \text{ Tn/m}^3$
- Peso del piso terminado  $0.02 \text{ Tn/cm/m}^2$ \*
- Peso de ventanas  $0.1 \text{ Tn/m}^2$ \*

#### Carga Viva (CV)

- s/c viviendas  $0.200 \text{ Tn/m}^2$
- s/c corredores y escaleras  $0.200 \text{ Tn/m}^2$
- s/c azotea  $0.100 \text{ Tn/m}^2$

Para el análisis estático se procedió a la estructuración para lo que pre dimensiono los elementos a usarse; losa maciza, vigas soleras, y muros de albañilería.

Se ha considerado usar losas macizas en dos direcciones en techo y entrepiso, aprovechando la regularidad de los paños del techo, para distribución simétrica de carga sobre cada muro.

Se tomaron las recomendaciones de pre dimensionamiento según el libro de Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado del Ing. Antonio Blanco Blasco.

$$h \geq \frac{Ln}{40} \text{ o } \sum \frac{L}{180}$$

Ecuación 11: Pre dimensionamiento de losa maciza.

En donde:

h: Peralte de la losa armada en dos direcciones (m)

Ln: Luz libre del tramo mayor

L: Longitud del perímetro del paño de losa

$$h \geq \frac{Ln}{40} = \frac{5.55}{40} = 0.139 \rightarrow h = 0.14$$

Espesor efectivo de muro portante “t”, estará dado por la siguiente expresión.

$$t \geq \frac{h}{20} \rightarrow \text{Para zonas sísmicas 2 y 3}$$

Ecuación 12: Espesor efectivo para zonas sísmicas 2 y 3.

$$t \geq \frac{h}{25} \rightarrow \text{Para la zona sísmica 1}$$

Ecuación 13: Espesor efectivos para zonas sísmicas 1.

Donde “h” es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo

Muros estructurales para un factor de zona 3:

$$t = \frac{h}{20} = \frac{240}{20} = 12 \text{ cm} \rightarrow \text{Aparejo de soga (13cm)}$$

Las vigas soleras (VS) tendrán el peralte considerado para la viga principal y un ancho igual al de los muros colindantes portantes de albañilería.

### Albañilería Confinada

Habiendo definido los elementos estructurales, se procederá a calcular la densidad muros portantes a reforzar, en cada dirección, la cual deberá ser mayor a lo establece la norma E.030 según la ecuación número 1.

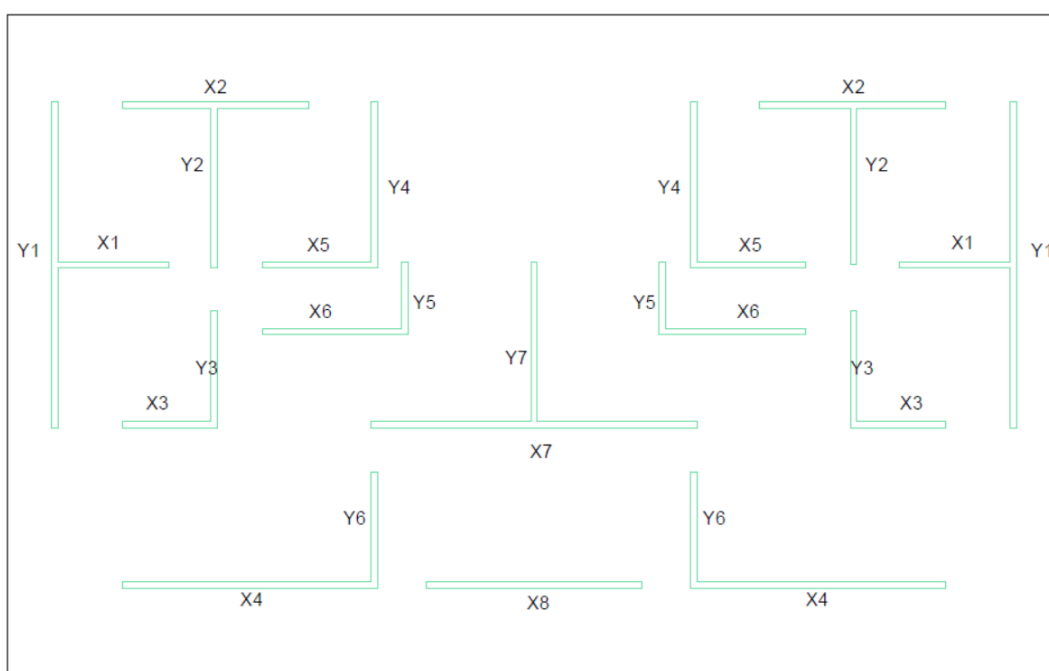


Figura 7 Estructuración de muros de albañilería.

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{0.35 \cdot 1.0 \cdot 1.2 \cdot 4}{56} = 0.030$$

Tabla 35

*Densidad de muros en albañilería confinada.*

Muro	Dirección X-X				Dirección Y-Y				
	L	t	NºMuro	Lt	Muro	L	t	NºMuro	Lt
X1	2.65	0.13	2	0.689	Y1	7.35	0.23	2	3.381
X2	4.20	0.13	2	1.092	Y2	3.75	0.13	2	0.975

X3	2.15	0.13	2	0.559	Y3	2.65	0.13	2	0.689
X4	5.75	0.13	2	1.495	Y4	3.75	0.13	2	0.975
X5	2.60	0.13	2	0.676	Y5	1.65	0.13	2	0.429
X6	3.30	0.13	2	0.858	Y6	2.60	0.13	2	0.676
X7	7.35	0.13	1	0.956	Y7	3.75	0.13	1	0.488
X8	4.85	0.13	1	0.631					
$\Sigma L.t.Nm$				6.955	$\Sigma L.t.Nm$				7.6125

$$\frac{\Sigma L.t}{A_p} X = \frac{6.955}{226.64} = 0.031$$

$$\frac{\Sigma L.t}{A_p} Y = \frac{7.613}{226.64} = 0.034$$

Así tenemos que en tanto para la dirección XX como para la dirección YY la densidad de muros son mayores al mínimo requerido de 0.030.

Verificación de fuerza axial por cargas de gravedad

Reemplazando los valores en la ecuación número 2.

$$\sigma_m = \frac{67.91}{4.85 \cdot 0.13} \leq 0.2 \cdot 650 \left[ 1 - \left( \frac{2.34}{35 \cdot 0.13} \right)^2 \right] \leq 0.15 \cdot 65$$

$$\sigma_m = 91.8 \leq 93.8 \leq 97.5$$

Para el metrado de carga se consideró la bibliográfica del Ing. San Bartolomé, que considera las cargas actuantes en cada muro sumando las cargas directas (peso propio, peso de soleras, dinteles, ventanas y alféizares) más las cargas indirectas (provenientes de la losa del techo: peso propio, acabados y sobrecarga). Sin embargo, como se hará el modelamiento en ETABS, el software calcula el peso propio de los elementos, lo que quedará agregar el peso de; piso terminado, alféizares, parapetos, y carga viva.

Como cargas Directas se consideró las zonas de alféizares y parapetos

$$H:1.0 \text{ m } W = 1 \times 1800 \times 0.13 = 234$$

$$H:1.8 \text{ m } W = 1.8 \times 1800 \times 0.13 = 421.2$$

$$H:1.2 \text{ m } W = 1.2 \times 1800 \times 0.13 = 280.8$$

### Anexo 3: Análisis estático del sistema de albañilería confinada.

Una vez establecido los parámetros para el diseño se procederá al modelamiento de la edificación en el software estructural ETABS para el sistema de albañilería confinada.

Diseño de la grilla a utilizar en el modelamiento.

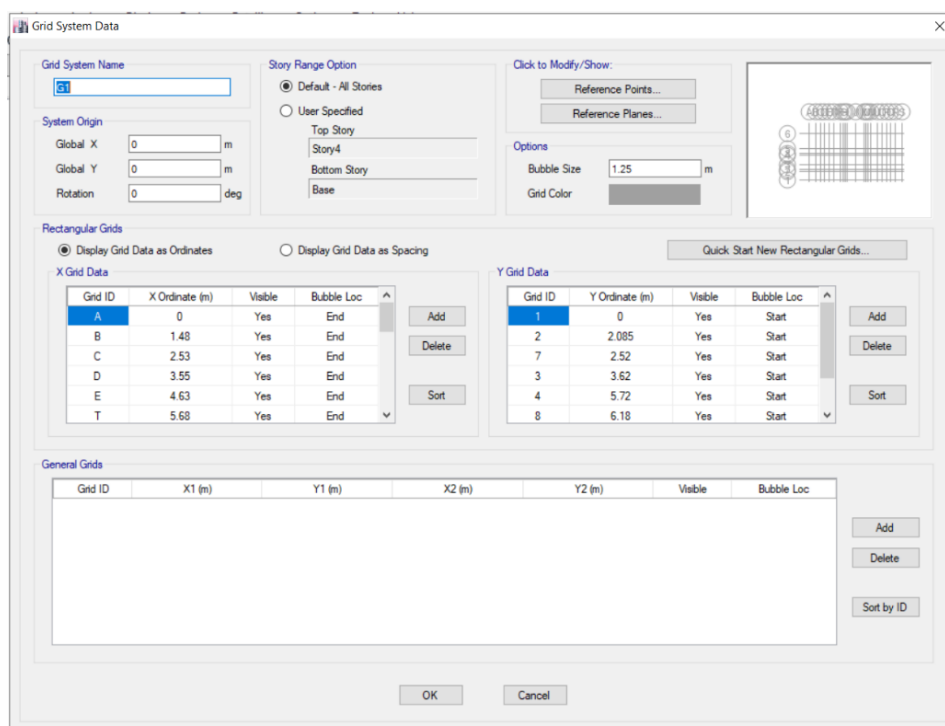
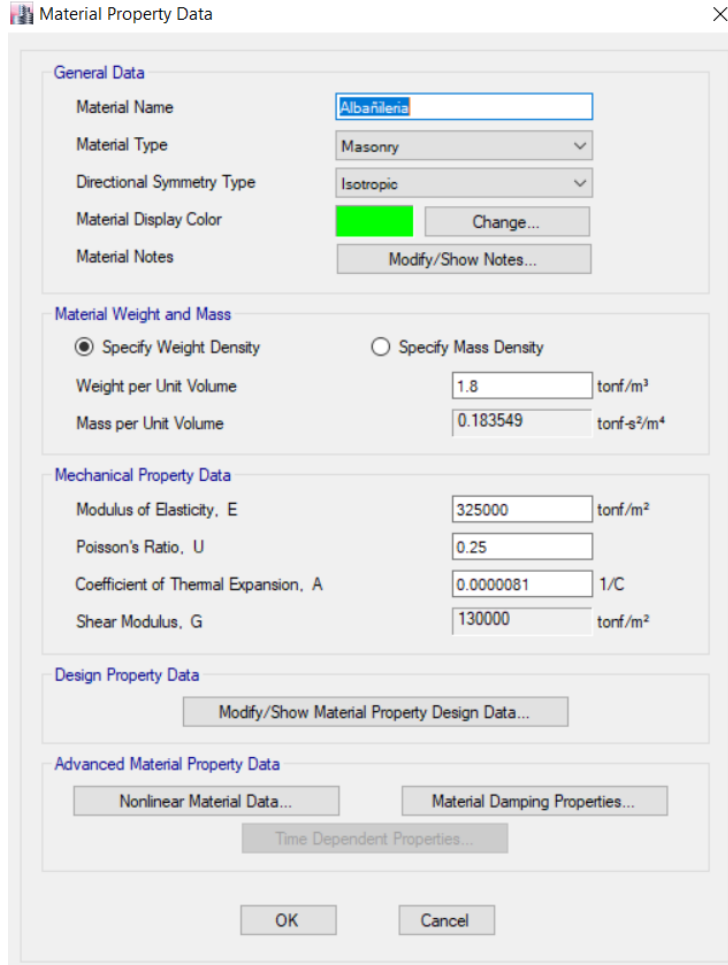


Figura 8 Ventana de configuración de Grid.

Definición de materiales; Definimos el sistema de albañilería confinada a utilizar con las especificaciones mencionadas anteriormente, y el concreto para la creación de las losas y vigas dintel




Material Property Data

General Data

Material Name: Albañilería

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 1.8 tonf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 0.183549 tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 325000 tonf/m<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U: 0.25

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C

Shear Modulus, G: 130000 tonf/m<sup>2</sup>

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 9 Ventana de creación de materiales

Definición de las secciones; se crearon los muros de albañilería de un espesor efectivo de 13 y 23 cm, una losa maciza y las vigas dintel, a los cuales se les asigno los materiales creados previamente.



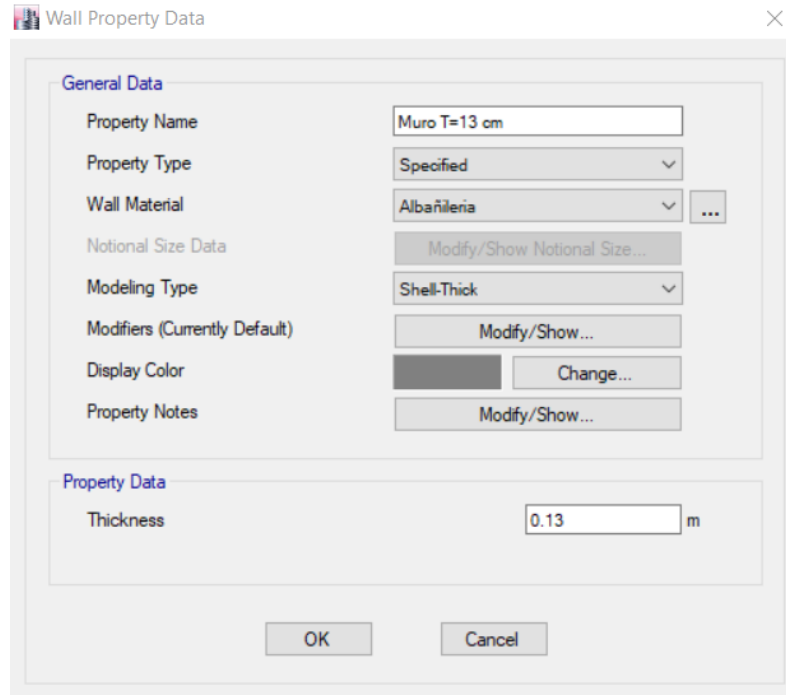


Figura 10 Ventana definir materiales

### Modelamiento de los elementos estructurales en la grilla

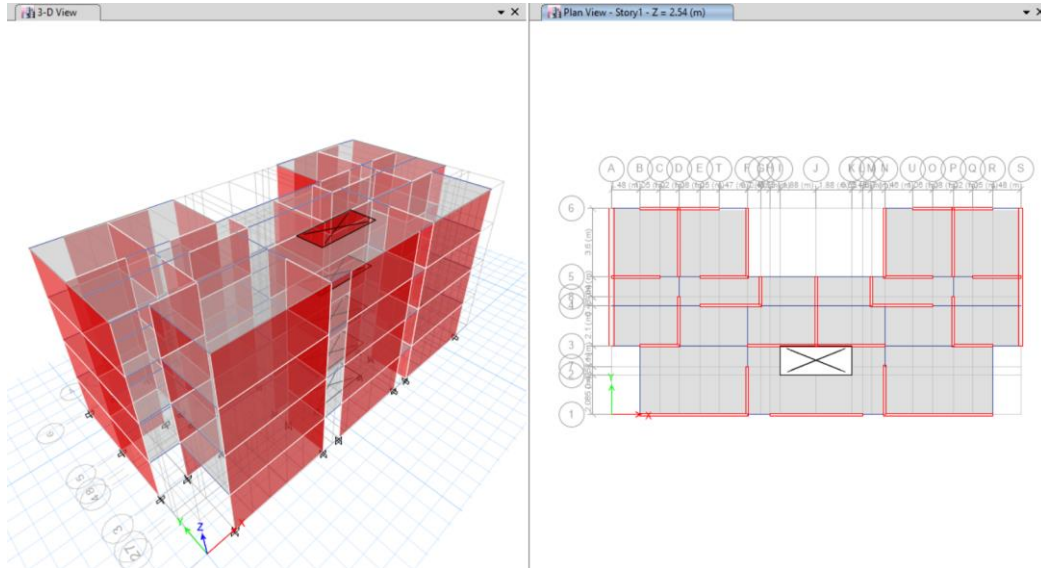


Figura 11 Vista 3D y planta Edificio 4 niveles.

Asignación de las cargas vivas y cargas muertas sobre la edificación las cuales fueron calculadas previamente.

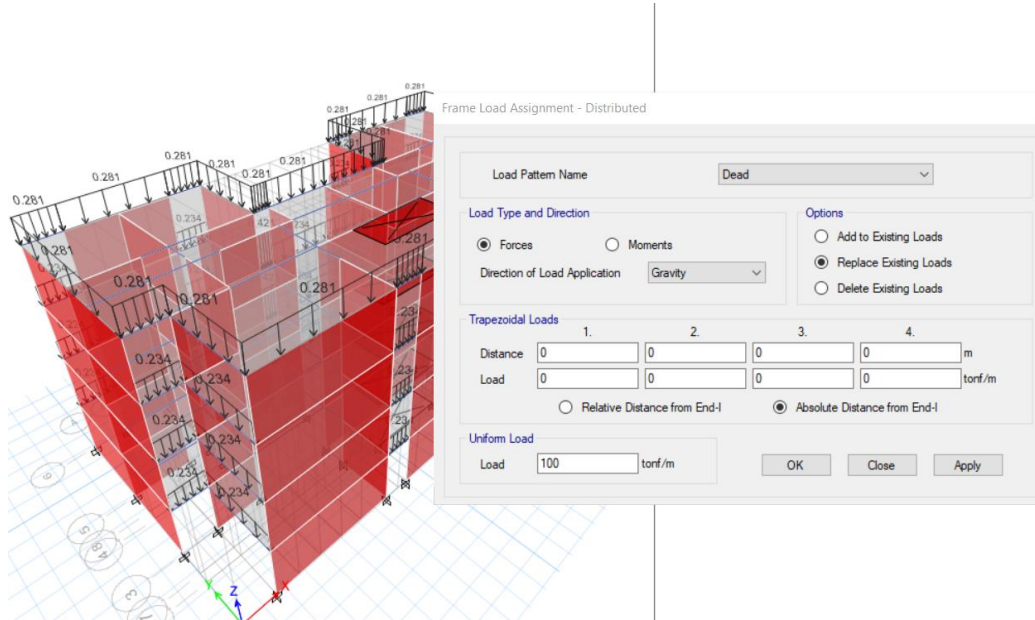


Figura 12 Asignación de cargas en el modelo.

Asignación de diafragmas rígidos en cada uno de los pisos.

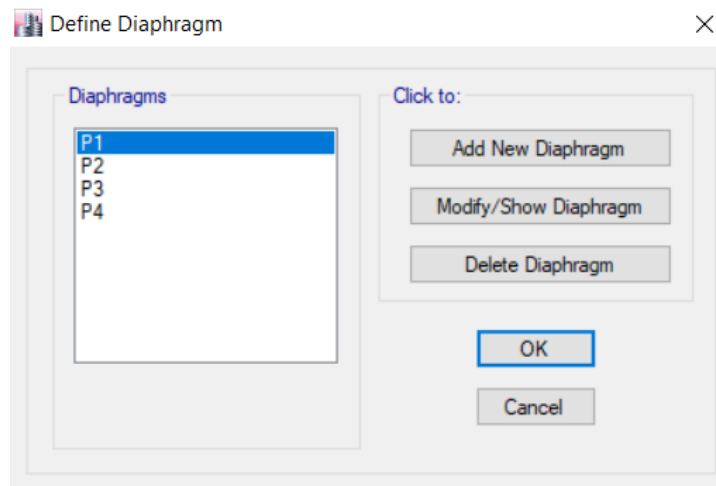


Figura 13 Definición de diafragmas.

Asignación de las restricciones de los puntos de empotramientos.

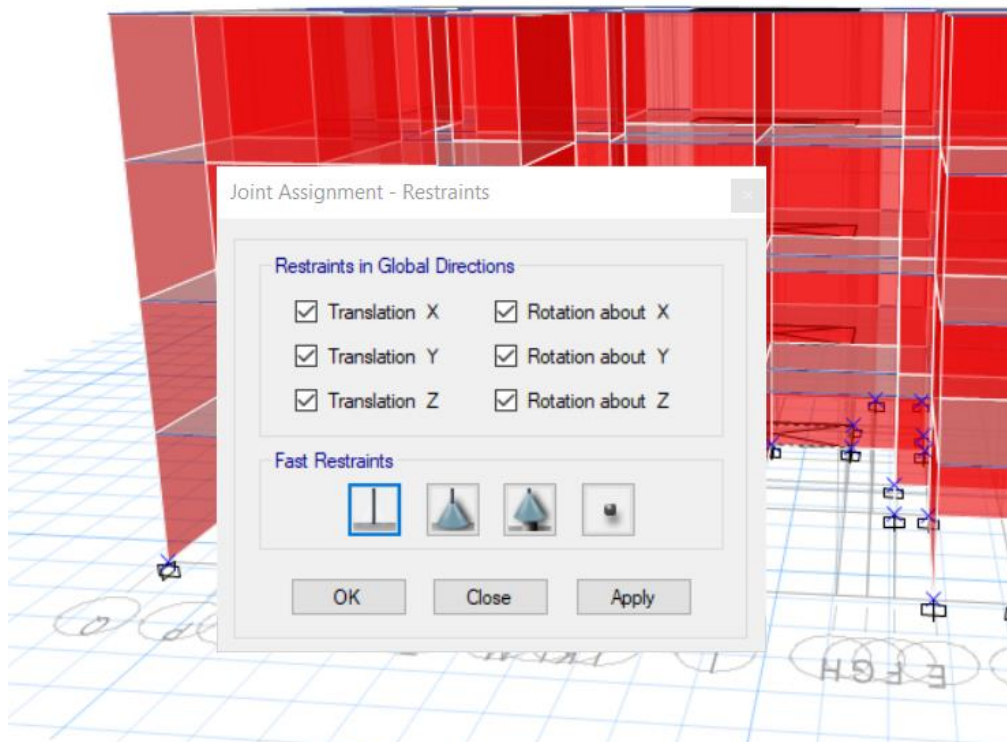


Figura 142 Asignación de empotramientos.

Asignación de brazo rígido a los elementos frame.

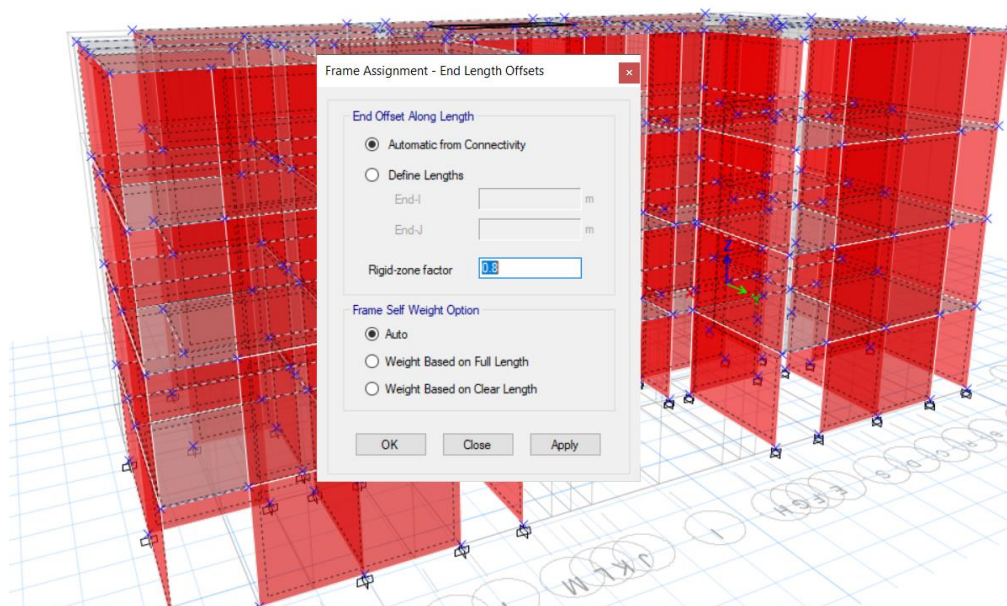


Figura 15 Asignación de brazo rígido.

Discretización de los muros de albañilería, se creyó conveniente dividir en áreas de 0.50 m, para que el software hiciera un cálculo más acertado.

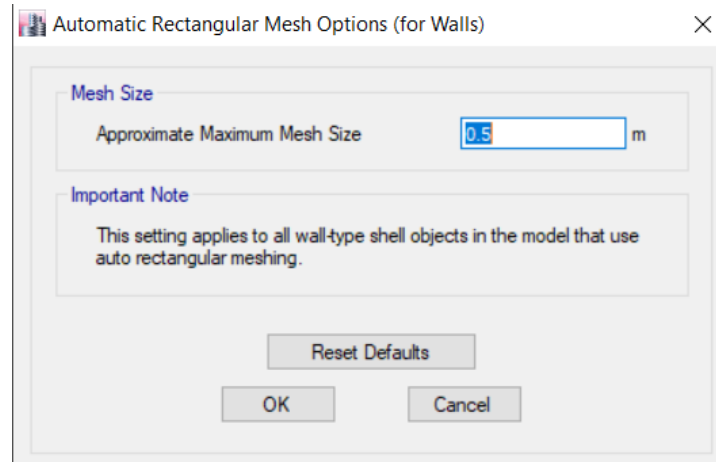


Figura 16 Discretización de los elementos.

#### **Anexo 4: Análisis dinámico del sistema estructural de albañilería confinada.**

Para el espectro de respuesta se ingresó la curva C, para que pueda ser usado para ambas direcciones y el resultado de la expresión  $S_{ax} = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R} \cdot g$  se introdujo como factor escalar en los patrones de carga para cada dirección, ya teniendo en cuenta las diferentes irregularidades, y considerando el 5% de amortiguamiento.

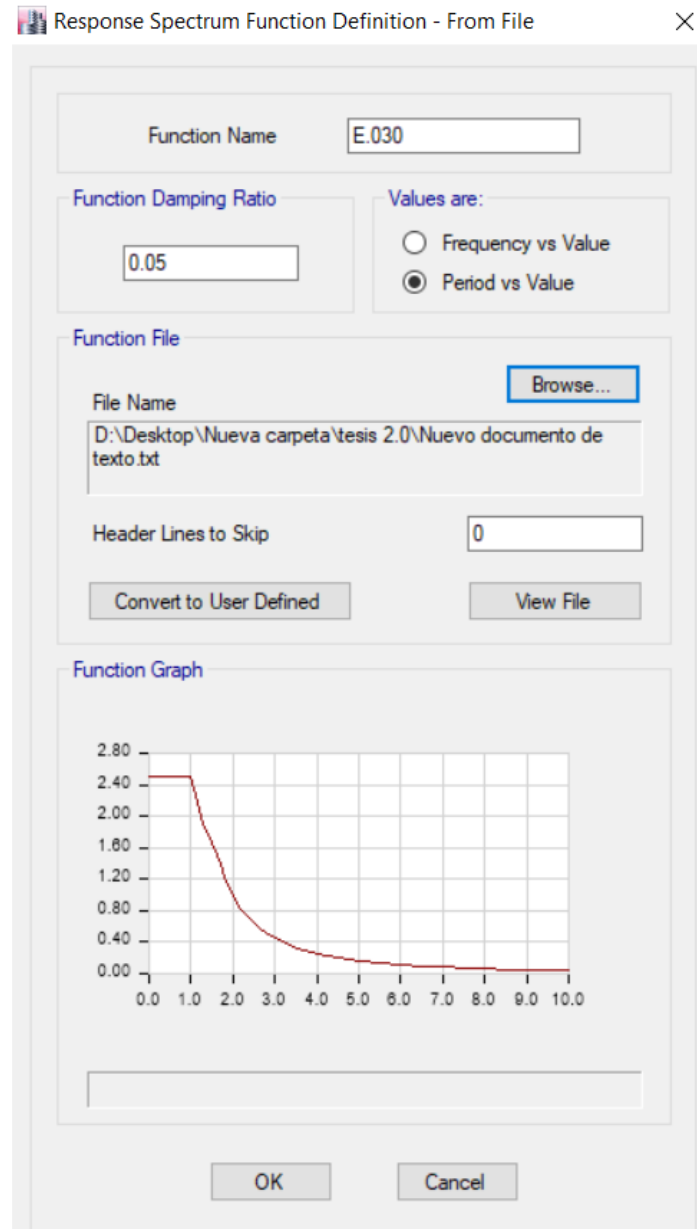


Figura 17 Definición curva C.

$$S_{ax} = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R} \cdot g = 1.6158$$

Load Case Data

**General**

Load Case Name: SismoDinXX Design...

Load Case Type: Response Spectrum Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030	1.6158
Acceleration	U3	E.030	1.0772

Info Add Delete  Advanced

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms Modify/Show...

OK Cancel

Figura 18 Definición patrón de carga en dirección X.

$$S_{\alpha y} = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R} \cdot g = 1.7953$$

Load Case Data

**General**

Load Case Name: SismoDinYY [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	Default Uniform	1.7953
Acceleration	U3	Default Uniform	1.1969

[Add] [Delete] [Advanced]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: [ ]

Rigid Frequency, f2: [ ]

Periodic + Rigid Type: [ ]

Earthquake Duration, td: [ ]

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: [ ]

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Figura 19 Definición patrón de carga en dirección Y.

Los resultados se muestran en los gráficos 2 y 3 para la dirección X e Y, en los que se aprecia que los desplazamientos en ninguna dirección sobrepasan los límites establecidos por la norma, la cual especifica en el artículo 32 (Tabla 1), Siendo menores a 0.005.

Si bien estos valores son aceptados para los desplazamientos laterales se debe tener en cuenta la fuerza cortante mínima la cual debido a ser una estructura irregular no puede ser menor que el 90% del análisis estático, por lo que se debe escalar los sismos estáticos en cada dirección.

Tabla 36  
*Factor de escala X.*

Factor de escala X	
V <sub>x</sub> est	360.07
V <sub>x</sub> din	273.28
V <sub>x</sub> din/V <sub>x</sub> est	0.76
Configuración	Irregular
Coefficiente min.	0.90
Factor f <sub>x</sub>	1.19

Tabla 37  
*Factor de escala Y.*

Factor de escala Y	
V <sub>y</sub> est	400.08
V <sub>y</sub> din	325.78
V <sub>y</sub> din/V <sub>y</sub> est	0.81
Configuración	Irregular
Coefficiente min.	0.90
Factor f <sub>y</sub>	1.11

Valores que se ingresar en el software como combinaciones de carga.

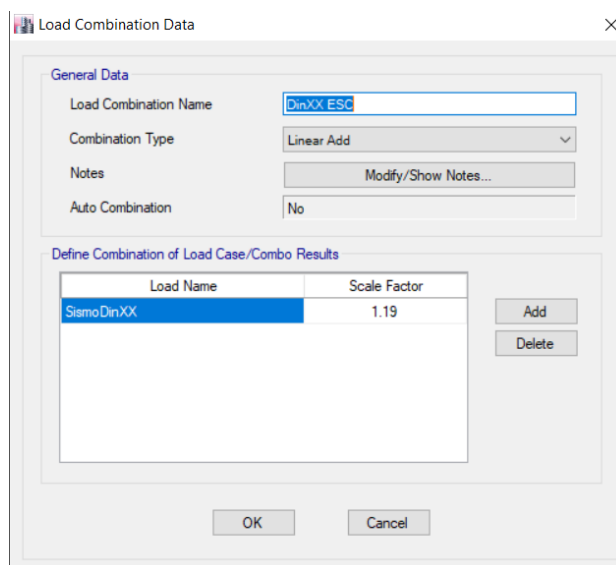




Figura 20 Amplificación de Sismo X.

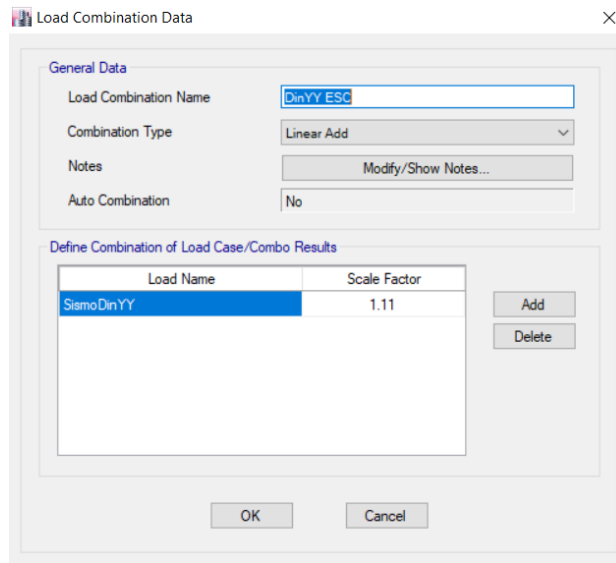


Figura 21 Amplificación de Sismo Y.

Diseño de muros de albañilería.

Para el diseño de muros de albañilería se consideró el sismo severo y sismo moderado que menciona la norma NTE E.070, el cual implica usar un coeficiente de reducción sísmica  $R=3$  y  $R=6$  respectivamente. El cual fue empleado en el Análisis sísmico dinámico que se detalla anteriormente.

Tabla 38  
*Esfuerzos de diseño según NTE E.070*

Muro	Sismo severo		Sismo moderado	
	Vs	Ms	Ve	Me
X1	16.4348	28.4702	8.22	14.24
X2	28.4255	76.7524	14.21	38.38
X3	10.76	17.8757	5.38	8.94
X4	32.6018	86.7833	16.30	43.39
X5	15.7119	27.4877	7.86	13.74
X6	19.8716	39.0189	9.94	19.51
X7	47.3877	141.9264	23.69	70.96
X8	29.1117	62.4018	14.56	31.20
Y1	80.0837	447.8246	40.04	223.91
Y2	24.7376	51.8422	12.37	25.92
Y3	16.8461	30.3716	8.42	15.19
Y4	21.8524	53.7248	10.93	26.86
Y5	8.6363	13.0186	4.32	6.51
Y6	16.6183	28.9776	8.31	14.49
Y7	21.7691	55.9399	10.88	27.97

#### Verificaciones para el diseño

Control de fisuración, tiene como propósito evitar que los muros se fisuren por sismo moderado, que son los más frecuentes. Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que la fuerza producida por el sismo moderado debería ser menor o igual a 0.55 la fuerza cortante admisible.

En donde la resistencia al agrietamiento diagonal esta calcula por la siguiente expresión.

$$V_m = 0.5v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23P_g$$

Ecuación 14 Fuerza cortante admisible.

En donde  $\alpha$  es el factor de reducción de resistencia al corte por esbeltez, calcula

$$\text{como } \frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1$$

Ecuación 15 Factor de resistencia al corte por esbeltez.

Ejemplo de control de agrietamiento del muro X1

El factor de resistencia al corte por esbeltez será;  $\alpha = \frac{8.22 \cdot 2.65}{14.24} = 1.53 \approx 1$

El agrietamiento diagonal  $V_m = 18.16 \rightarrow 0.55 \cdot V_m = 9.99$

Entonces la cortante por sismo moderado en el Muro X1 (8.22) es menos a 9.99 por lo que el muro no se agrieta. A continuación, se muestra el resumen de todos los muros.

Tabla 39  
*Control de fisuración.*

Muro	L(m)	t(m)	Ve(ton)	Mfe	V'm	$\alpha$	$\alpha$ final	Pg	Vm	Ve<0.55*Vm
X1	2.65	0.13	8.22	14.24	81	1.530	1.0	15.8959	17.61	ok
X2	4.2	0.13	14.21	38.38	81	1.555	1.0	23.6797	27.56	ok
X3	2.15	0.13	5.38	8.94	81	1.294	1.0	18.3523	15.54	ok
X4	5.75	0.13	16.30	43.39	81	2.160	1.0	37.1482	38.82	ok
X5	2.6	0.13	7.86	13.74	81	1.486	1.0	17.0719	17.62	ok
X6	3.3	0.13	9.94	19.51	81	1.681	1.0	23.9322	22.88	ok
X7	7.35	0.13	23.69	70.96	81	2.454	1.0	52.0223	50.66	ok
X8	4.85	0.13	14.56	31.20	81	2.263	1.0	57.9066	38.85	ok
Y1	7.35	0.23	40.04	223.91	81	1.314	1.0	22.6608	73.68	ok
Y2	3.75	0.13	12.37	25.92	81	1.789	1.0	21.0149	24.58	ok
Y3	2.65	0.13	8.42	15.19	81	1.470	1.0	21.5624	18.91	ok
Y4	3.75	0.13	10.93	26.86	81	1.525	1.0	10.6397	22.19	ok
Y5	1.65	0.13	4.32	6.51	81	1.095	1.0	17.9098	12.81	ok
Y6	2.6	0.13	8.31	14.49	81	1.491	1.0	31.3398	20.90	ok
Y7	3.75	0.13	10.88	27.97	81	1.459	1.0	29.4964	26.53	ok

Verificación al corte del edificio, con el propósito de proporcionar adecuada resistencia y rigidez al edificio, se debe cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir se cumpla la ecuación;

$$\sum V_{mi} \geq \sum V_{ei}$$

Ecuación 16 Verificación de la resistencia al corte del edificio.

Tabla 40  
*Verificación de la resistencia al corte del edificio.*

Muro	Vmx	Muro	Vmy
X1	17.6083013	Y1	73.677234
X2	27.5593195	Y2	24.5771828
X3	15.5407733	Y3	18.9116078
X4	38.817836	Y4	22.190881
X5	17.615537	Y5	12.8065098
X6	22.878906	Y6	20.8971483
X7	50.6628733	Y7	26.5279278
X8	38.8537623		
$\Sigma$	229.537309	$\Sigma$	199.588491

Lo cual muestra que ambas direcciones hay una adecuada resistencia.

Diseño de muros de albañilería

La norma peruana de albañilería considera que las cortantes y momento para el diseño de muros deben ser amplificadas, multiplicado los esfuerzos por sismo moderado por la relación ente el cortante del agrietamiento diagonal y el cortante producido por el sismo moderado.

$$V_{ui} = V_{ei} \frac{V_m}{V_e} \quad y \quad M_{ui} = M_{ei} \frac{V_m}{V_e}$$

Ecuación 17 Amplificación de las fuerzas internas.

Tabla 41  
*Amplificación de las fuerzas internas para el diseño*

Muro	Ve	Vm	(Vm/Ve)	(Vm/Ve)	Vui	Mui
				final		
X1	8.22	17.61	2.143	2.143	17.608	30.503
X2	14.21	27.56	1.939	1.939	27.559	74.414
X3	5.38	15.54	2.889	2.889	15.541	25.818
X4	16.30	38.82	2.381	2.381	38.818	103.330
X5	7.86	17.62	2.242	2.242	17.616	30.818
X6	9.94	22.88	2.303	2.303	22.879	44.924
X7	23.69	50.66	2.138	2.138	50.663	151.736
X8	14.56	38.85	2.669	2.669	38.854	83.284
Y1	40.04	73.68	1.840	1.840	73.677	412.000
Y2	12.37	24.58	1.987	1.987	24.577	51.506
Y3	8.42	18.91	2.245	2.245	18.912	34.095
Y4	10.93	22.19	2.031	2.031	22.191	54.557
Y5	4.32	12.81	2.966	2.966	12.807	19.305
Y6	8.31	20.90	2.515	2.515	20.897	36.439
Y7	10.88	26.53	2.437	2.437	26.528	68.169

A continuación, se realizará el diseño de acuerdo a la norma NTP E.070, teniendo en cuenta que los muros fallaran por flexión, pero deberán tener la capacidad suficiente de resistencia al cortante, para que no fallen por corte antes que por flexión. Se hará el diseño detallado del Muro X7 que es el muro que presenta mayores esfuerzos en la dirección X-X.

#### Diseño de columnas de confinamiento

Para el diseño se calculará las fuerzas internas en las columnas, fuerza cortante, tracción, y compresión.

Determinación de la fuerza cortante en las columnas externas de confinamiento.

$$V_c = 1.5 \frac{V_m \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$$

Ecuación 18 Fuerza Cortante en columna de confinamiento.

En donde:

$$V_m = \text{Cortante resistente del muro} = 50.66$$

$$L_m = \text{Longitud del paño} = 3.675$$

$$N_c = \text{Número de columnas de confinamiento} = 3$$

$$V_c = 9.499$$

Calculo de la fuerza axial producida por el momento

$$M = M_{ui} - \frac{1}{2} \cdot V_m \cdot h$$

Ecuación 19 Fuerza axial producida por el momento.

En donde:

$$M_{ui} = \text{Momento amplificado} = 151.736$$

$$V_m = \text{Cortante resistente del muro} = 50.66$$

$$h = \text{Altura del entrepiso} = 2.43$$

$$M = 90.18$$

Calculo de la fuerza axial en las columnas extremas producidas por el momento

$$F = \frac{M}{L}$$

Ecuación 20 Fuerza axial producida por el momento.

En donde:

$$M = \text{Fuerza axial producida por el momento} = 90.18$$

$$L = \text{Longitud del muro} = 7.35$$

$$F = \text{Fuerza axial en las columnas} = 12.269$$

Fuerza máxima a compresión de las columnas de confinamiento

$$C = P_c + F$$

Ecuación 21 Compresión en columna de confinamiento.

En donde:

$$P_c = \text{Carga sobre la columna de confinamiento} = 17.341$$

$$F = \text{Fuerza axial en las columnas} = 12.269$$

$$C = \text{Compresión} = 29.61$$

Fuerza máxima a tracción de las columnas de confinamiento

$$T = F - P_c$$

Ecuación 22 Tracción en columna de confinamiento.

En donde:

$$P_c = \text{Carga sobre la columna de confinamiento} = 17.341$$

$$F = \text{Fuerza axial en las columnas} = 12.269$$

$$T = \text{Tracción} = -5.071$$

Determinación de la sección de concreto de la columna de confinamiento

Área del núcleo confinado diseñado por compresión

$$A_n = A_s + \frac{C/\varphi - A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot \delta \cdot f_c}$$

Ecuación 23 Área del núcleo.

En donde:

$\varphi = 0.7$  o  $0.75$ , según se utilice estribos cerrados o zunchos respectivamente

$\delta = 0.8$  para columnas sin muros transversales y  $1$  para columnas con muros transversales

$$A_n = 258.07$$

Diseño por corte fricción

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.2 \cdot f_c \cdot \varphi}$$

Ecuación 24 Sección transversal por corte fricción.

En donde:

$$V_c = \text{Fuerza cortante de la columna} = 9.499$$

$$\varphi = 0.85$$

$$A_{cf} = 319.304$$

Por lo tanto, se usará una sección transversal de 30x13 con área de 390 cm<sup>2</sup>, lo que sobre para la sección por corte fricción, la misma sección que dará un área de núcleo confinado de 26x9 con área de 234cm<sup>2</sup>, que también sobre pasa el diseño de área de núcleo por compresión.

Determinación de refuerzo vertical de los confinamientos

El refuerzo vertical deberá ser capaz de soportar la acción combinada de corte fricción y tracción. Como mínimo se colocarán 4 varillas para formar un núcleo confinado.

$$A_s = \frac{V_c}{f_y \cdot \mu \cdot \varphi} + \frac{T}{f_y \cdot \varphi}$$

Ecuación 25 Determinación del refuerzo vertical.

En donde:

$$\varphi = \text{Factor de reducción de resistencia} = 0.85$$

$\mu = 0.8$  para juntas sin tratamiento y 1 para juntas en las que se haya eliminado la lechada de cemento y sea intencionalmente rugosa

$$A_s = 2.661$$

Y para la calcular el área de acero mínima se usará la expresión;

$$A_{smin} = \frac{0.1 \cdot f_c \cdot A_c}{f_y} \text{ (mínimo } 4 \varphi 8 \text{ mm)}$$



Ecuación 26 Refuerzo vertical mínimo.

En donde:

$A_c$  = Área de sección transversal de la columna.

$$A_{min} = 1.625$$

Por lo que se usara 4 varillas  $\varphi$  3/8" haciendo un área de 2.84 cm<sup>2</sup>, sobrepasando el acero calculo y el acero mínimo.

Determinación de los estribos de confinamiento

Calculo del refuerzo horizontal.

La separación máxima del refuerzo horizontal está dada por las siguientes expresiones según la norma NTE E.070.

$$S_1 = \frac{A_v \cdot f_y}{0.3 \cdot t_n \cdot f_c \left( \frac{A_c}{A_n} - 1 \right)}$$

Ecuación 27 Primera separación de estribos.

$$S_2 = \frac{A_v \cdot f_y}{0.12 \cdot t_n \cdot f_c}$$

Ecuación 28 Segunda separación de estribo.

$$S_3 = \frac{d}{4} \geq 5cm$$

Ecuación 29 Tercera separación de estribos.

Teniendo como resultados:

$$S_1 = 9.33$$

$$S_2 = 15.56$$

$$S_3 = 7.5$$

Por lo que usara el confinamiento mínimo con estribos que indica la norma;  $\varphi$  6mm, 1@5, 4@10, r@25 a cada extremo.

Diseño de viga solera

Las vigas soleras se diseñarán a tracción pura para soportar una fuerza igual a;

$$T_s = V_{ml} \frac{L_m}{2L}$$

Ecuación 30 Diseño de viga solera a tracción pura.

$$A_s = \frac{T_s}{\varphi \cdot f_y} \geq \frac{0.1f_c \cdot A_{cs}}{f_y}$$

Ecuación 31 Diseño de acero en viga solera.

En donde:

$\varphi$  = Factor de reducción de resistencia = 0.9

$A_{cs}$  = Área de la sección transversal de la solera

$T_s$  = 12.666

$A_s$  = 3.35

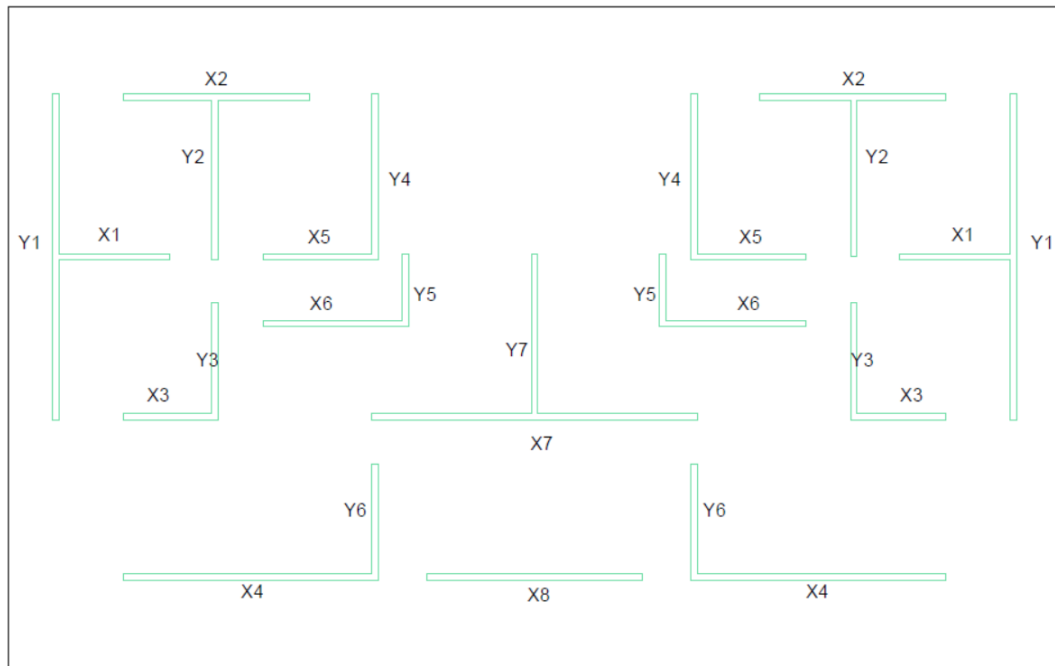
$A_{smin}$  = 0.758

Por lo que se usara 4 varillas  $\varphi$  1/2" haciendo un área de 5.16 cm<sup>2</sup>. Además, en la solera se colocará estribos mínimos de 6mm, 1@5, 4@10, r@25cm.

### Anexo 5: estructuración del sistema estructural de Albañilería Armada.

Al igual que en la albañilería confinada se calculó la densidad de muros portantes en cada dirección, la cual deberá ser mayor a lo establece la norma E.030 según la ecuación número

1.



$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{0.35 \cdot 1.0 \cdot 1.2 \cdot 4}{56} = 0.030$$

Tabla 42  
*Densidad de muros en albañilería armada*

Muro	Dirección X-X				Dirección Y-Y				
	L	t	NºMuro	Lt	Muro	L	t	NºMuro	Lt
X1	2.65	0.14	2	0.742	Y1	7.35	0.14	2	2.058
X2	4.20	0.14	2	1.176	Y2	3.75	0.14	2	1.050
X3	2.15	0.14	2	0.602	Y3	2.65	0.14	2	0.742
X4	5.75	0.14	2	1.610	Y4	3.75	0.14	2	1.050
X5	2.60	0.14	2	0.728	Y5	1.65	0.14	2	0.462
X6	3.30	0.14	2	0.924	Y6	2.60	0.14	2	0.728
X7	7.35	0.14	1	1.029	Y7	3.75	0.14	1	0.525
X8	4.85	0.14	1	0.679					
$\sum L \cdot t \cdot N_m$				7.490	$\sum L \cdot t \cdot N_m$				6.615

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} X = \frac{7.49}{226.64} = 0.03$$

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} Y = \frac{6.615}{226.64} = 0.03$$

Así tenemos que en tanto para la dirección XX como para la dirección YY la densidad de muros son mayores al mínimo requerido de 0.030.

Verificación de fuerza axial por cargas de gravedad.

Reemplazando los valores en la ecuación número 2.

$$\sigma_m = \frac{67.91}{4.85 \cdot 0.13} \leq 0.2 \cdot 650 \left[ 1 - \left( \frac{2.34}{35 \cdot 0.13} \right)^2 \right] \leq 0.15 \cdot 65$$

$$\sigma_m = 91.8 \leq 93.8 \leq 97.5$$

Metrado de cargas

Como cargas Directas se consideró las zonas de alfeizares y parapetos

$$H: 1.0 \text{ m } w = 1 \times 1800 \times 0.13 = 322$$

$$H: 1.8 \text{ m } w = 1.8 \times 1800 \times 0.13 = 579.6$$

$$H: 1.2 \text{ m } w = 1.2 \times 1800 \times 0.13 = 386.4$$

Modelamiento en ETABS del sistema estructural de albañilería confinada.

El cambio, en comparación al modelamiento del sistema estructural de albañilería confinada fue la definición del nuevo material; Albañilería armada.

Material Property Data ×

**General Data**

Material Name	<input type="text" value="Albañilería armada"/>
Material Type	Masonry
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<input type="color" value="#00FF00"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density       Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	<input type="text" value="2.3"/>	tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.234535"/>	tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="665000"/>	tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="0.25"/>	
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000081"/>	1/C
Shear Modulus, G	<input type="text" value="266000"/>	tonf/m <sup>2</sup>

**Design Property Data**

**Advanced Material Property Data**

Figura 22 Creación de la albañilería armada.

Definición de las secciones; también se creó el muro armado de un espesor efectivo de 14cm al que se le asignó el material recién creado, albañilería armada.

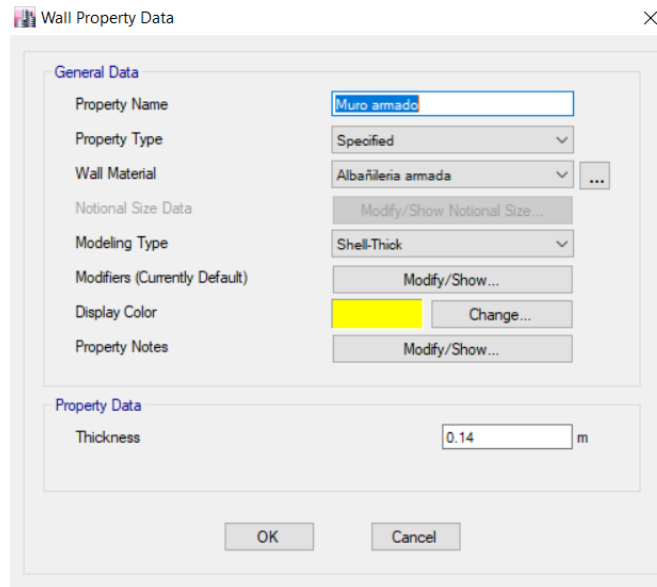


Figura 23 Creación del muro de albañilería armada.

#### **Anexo 6: Análisis estático del sistema estructural de albañilería confinada.**

Para el análisis de estático se empleó los mismos parámetros que fueron utilizados en el sistema estructural de albañilería confinada, parámetros ya establecidos por la NTE E.030.

#### **Anexo 7: Análisis dinámico del sistema estructural de albañilería confinada.**

Para el espectro de respuesta se ingresó la curva C, para que pueda ser usado para ambas direcciones y el resultado de la expresión  $S_{ax} = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R} \cdot g$  se introdujo como factor escalar en los patrones de carga para cada dirección, ya teniendo en cuenta las diferentes irregularidades, y considerando el 5% de amortiguamiento.

$$S_{ax} = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R} \cdot g = 1.6158$$

$$S_{ay} = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R} \cdot g = 1.7953$$

Tabla 43

*Desplazamientos laterales relativos admisibles en YY.*

Piso	Piso Superior	Piso inferior	diferencia	0.85R	H Piso	deriva piso	desp obtenido
4	0.004111	0.003107	0.001004	1.7213	2.6	0.00039	0.00056
3	0.003107	0.001936	0.001171	1.7213	2.54	0.00046	0.00067
2	0.001936	0.000787	0.001149	1.7213	2.54	0.00045	0.00066
1	0.000787	0	0.000787	1.7213	2.54	0.00031	0.00045

De los cuales se logró apreciar que en ambas direcciones los desplazamientos laterales están por debajo de lo que especifica la norma en el artículo 32 (tabla N)

Siendo menores a 0.005.

Si bien estos valores son aceptados para los desplazamientos laterales se debe tener en cuenta la fuerza cortante mínima la cual debido a ser una estructura irregular no puede ser menor que el 90% del análisis estático, por lo que se debe escalar los sismos estáticos en cada dirección.

Tabla 44

*Factor de escala X.*

Factor de escala X	
Vx est	398.63
Vx din	275.07
Vx din/Vx est	0.69
Configuracion	Irregular
Coefficiente min.	0.90
Factor fx	1.30

Tabla 45

*Factor de escala Y.*

Factor de escala Y	
Vy est	442.93
Vy din	360.19
Vy din/Vy est	0.81
Configuracion	Irregular
Coefficiente min.	0.90
Factor fy	1.11

Valores que se ingresan en el software como combinaciones de carga.

A continuación, se procedió al diseño del muro X7 el cual presente los mayores esfuerzos.

Verificación de la necesidad de confinamiento de los extremos libres del muro

Se verificará la necesidad de confinar evaluando el esfuerzo de compresión último con la fórmula de la flexión compuesta.

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A} + \frac{M_u \cdot y}{I}$$

En donde:

$P_u$  = Carga total del muro, considerando el 100% de sobrecarga y aplicada por 1.25.

$$P_u = 82.89$$

$$M_u = 115.08$$

$$\sigma_u = 171.42$$

Al ser este valor menor a  $0.3f_m(291)$ , no se tiene la necesidad de confinar ninguno de los muros armados.

Evaluación de la capacidad resistente

Se debe verificar que la capacidad resiste a flexión, considerando la interacción carga axial-momento flector, reducida sea mayor o igual que el momento flector factorizado.

$$\phi M_n \geq M_u$$

El factor de reducción de la capacidad resistente a flexo compresión  $\phi$ , se calcula mediante la expresión:

$$0.65 \leq \phi = 0.85 - 0.2 \frac{P_u}{P_o} \leq 0.85$$

En donde:



$$P_0 = 0.1 \cdot f_m \cdot t \cdot l = 99.813$$

$$P_u = 0.9 \cdot P_g = 59.68$$

$$\varphi = 0.73$$

La capacidad resistente a la flexión podrá calcularse aplicando la siguiente formula:

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot D + P_u \frac{L}{2}$$

$$A_s = \frac{\frac{M_n}{\varphi} - P_u \frac{L}{2}}{f_y \cdot D}$$

En donde:

$$D = 0.8 \cdot L$$

$$\varphi = 0.73$$

$$A_s = \text{Área del refuerzo vertical en el extremo del muro} = 3.87$$

Por lo que se usara 3  $\varphi$  1/2"

Diseño por corte

$$V_{uf} = 1.25V_{ui} \left( \frac{M_{ni}}{M_{ui}} \right)$$

En donde  $V_{uf} = 62.22$ , según la norma ese valor no excederá el valor de  $0.10f_m = 97$ , por lo que se asume que los muros no fallaran por corte.

Así mismo la norma establece que todos los muros deben llevar un refuerzo horizontal con una cuantía mínima de refuerzo de 01%, por lo que se usara 3/8" a cada 35 cm

## Anexo 8: Estudio de mecánica de suelos

MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO DE INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 - CAJAMARCA

000218  
SEBENG PROYECTOS

0000 316

## RESULTADOS DE LABORATORIO

  
Cecilia del Pilar Rojas Culqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 135228

  
Quilla Abuelo  
GERENTE GENERAL  
INGENIA CONSULTORES S.R.L.

  
Rolando E. Pérez Godoy  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107626

  
Jorge Juan Campos Correa  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 122604

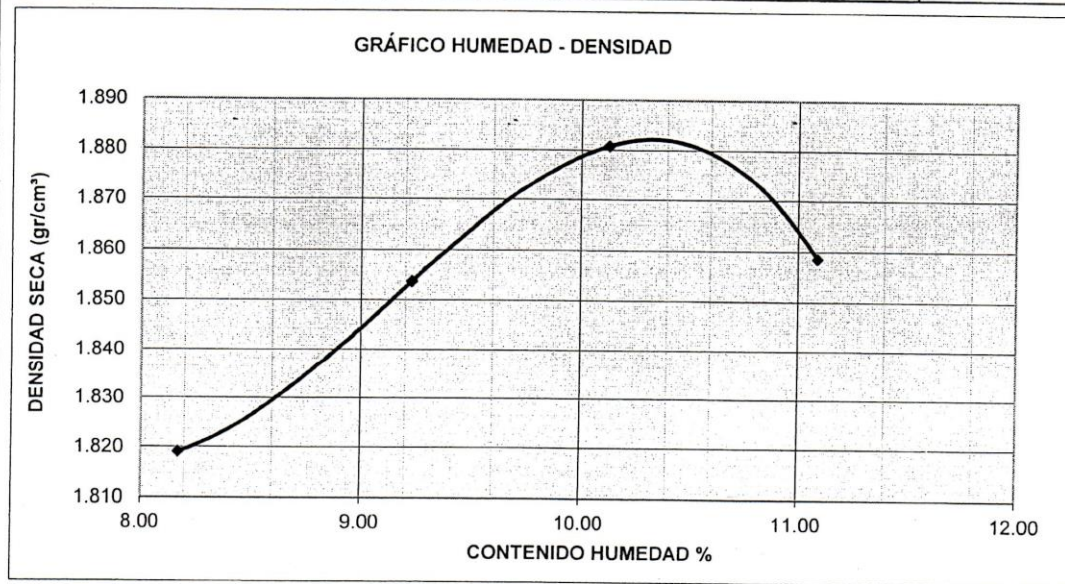
0216

SECEING PROYECTOS

MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 LA FLORIDA - CAJAMARCA

PROYECTO			
CREACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES IV ETAPA - SECTOR 10 SAN ANTONIO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA			
UBICACIÓN	LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES - CAJAMARCA	CALICATA	C-1
SOLICITA	ING. JORGE IVÁN CAMPOS CORREA	ESTRATO	E-U
FECHA	MAYO DEL 2017	POTENCIA	0.10 - 1.50 M

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)									
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD									
Peso suelo húmedo + molde (gr)	6942.00	7062.00	7160.00	7146.00					
Peso del molde (gr)	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00					
Peso del suelo húmedo (gr)	4142.00	4262.00	4360.00	4346.00					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2105.00	2105.00	2105.00	2105.00					
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.02	2.07	2.06					
Contenido Humedad promedio (%)	8.17	9.23	10.13	11.09					
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.819	1.854	1.881	1.859					
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD									
Muestra N°	1		2		3		4		
Recipiente N°	1	2	1	2	1	2	1	2	
Peso recipiente + suelo húmedo (gr)	138.53	138.36	139.67	139.58	138.32	138.67	140.69	139.40	
Peso recipiente + suelo seco (gr)	130.95	130.76	131.40	131.00	129.05	129.71	129.92	129.37	
Peso del agua (gr)	7.58	7.60	8.27	8.58	9.27	8.96	10.77	10.03	
Peso del recipiente (gr)	37.69	38.24	38.90	40.86	38.95	39.78	38.21	33.22	
Peso del suelo seco (gr)	93.26	92.52	92.50	90.14	90.10	89.93	91.71	96.15	
Contenido de humedad (%)	8.13	8.21	8.94	9.52	10.29	9.96	11.74	10.43	
Contenido de humedad promedio (%)	8.17		9.23		10.13		11.09		



RESULTADOS DE ENSAYO			
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.882	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.30

*Cecilia Alva*  
Cecilia Alva  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 135228

*Cecilia del Pilar Rojas Culqui*  
Cecilia del Pilar Rojas Culqui  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 135228

*Rolando E. Pérez Godoy*  
Rolando E. Pérez Godoy  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 107626

*Jorge Iván Campos Correa*  
Jorge Iván Campos Correa  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 138888



**SIEMING PROYECTOS**

MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 LA FLORIDA - CAJAMARCA

<b>PROYECTO</b>	
CREACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES IV ETAPA - SECTOR 10 SAN ANTONIO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA	
UBICACIÓN	RESUMEN
SOLICITA	MAYO DEL 2017
LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES - CAJAMARCA	
ING. JORGE IVÁN CAMPOS CORREA	

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICOS Y MECÁNICOS																									
ESTRATO	CALICATA	E-UI	E-U	POTENCIA	GRANULOMETRÍA				SUELO	PROPIEDADES FÍSICAS					PARÁMETROS FÍSICOS										
					N°4	N°10	N°40	N°200		SUCS	AASHTO	LÍMITES DE CONSISTENCIA			Cc	G	e	W%	DENSIDAD NATURAL		Ø	C	CP	PRÓCTOR	
												L.L.	L.P.	I.P.					HT	ST				MDS	OCH
C-1	C-1	0.10 - 1.50 M	98.43	96.87	92.17	70.58	CL	A-6(11)	32.62	13.22	19.40	0.20	2.37	1.41	18.44	1.17	0.99	25.00	0.15	0.84	1.882	10.30			
C-2	C-2	0.10 - 1.50 M	99.45	99.13	97.49	73.22	CL	A-6(12)	37.65	17.76	19.89	0.25	2.36	1.52	21.72	1.14	0.94	25.00	0.15	0.83	---	---			

**PARÁMETROS PARA DISEÑO SISMORRESISTENTE**

FACTOR DE ZONA "Z"	PERFIL DEL SUELO	FACTOR DE SUELO	PERÍODOS
ZONA 3 Z	TIPO S3: SUELOS BLANDOS	1.20	TP(S) TL(S)
0.35			1.00 1.60

**NOMENCLATURA:**

- LL = Límite Líquido
- L.P. = Límite Plástico
- I.P. = Índice Plástico
- Cc = Índice de Compresión
- G = Peso específico

- e = Proporción de vacíos
- W = Contenido natural de humedad
- HT = Densidad Natural Humeda
- ST = Densidad Seca
- MDS = Máxima Densidad Seca

- OCH = Óptimo Contenido de Humedad (%)
- C = Cohesión (Kg/cm²)
- Ø = Ángulo de Fricción Interna (°)
- CP = Capacidad Portante (Kg/cm²)

*Jorge Iván Campos Correa*  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 122698

*Cecilia del Pilar Rojas Culqui*  
INGENIERO CIVIL  
CAP N° 135228

*Quilla Alba Lora*  
GERENTE GENERAL  
INGENIERIA CONSULTORA

*Polgardo E. Pérez Godoy*  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 107626

0000 214  
090216

0214

MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO DE INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 - CAJAMARCA

000215  
SEGEM PROYECTOS

0000 213

## CALICATA 01

  
Cecilia del Pilar Rojas Culqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 135228

  
Quilla Alva Livia  
GERENTE GENERAL  
INGENIERIA CONSULTORES E.I.R.L.

  
Rolando E. Pérez Godoy  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107626

  
Jorge Juan  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 133598

0213

**SEGEBING PROYECTOS**

MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 LA FLORIDA - CAJAMARCA

000212

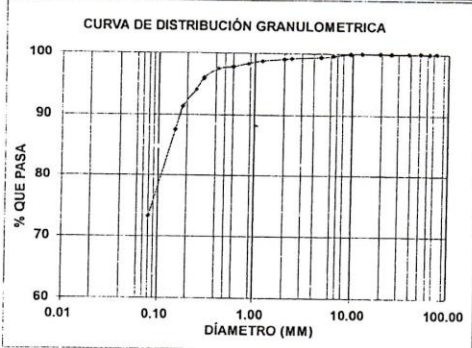
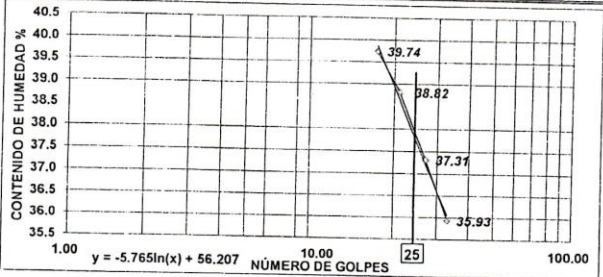
PROYECTO					
CREACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES IV ETAPA - SECTOR 10 SAN ANTONIO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA					
UBICACIÓN	LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES - CAJAMARCA	CALICATA	C-2	PROFUNDIDAD	1.50 M
SOLICITA	ING. JORGE IVÁN CAMPOS CORREA	ESTRATO	E-U	POTENCIA	0.10 - 1.50 M
FECHA	MAYO DEL 2017	MUESTRA	PIE DE TALUD		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

PESO SECO INICIAL	1830.00				
	TAMIZ	PRP (gr)	% PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
N° 3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	6.00	0.33	0.33	99.67
N°4	4.75	4.00	0.22	0.55	99.45
N°8	2.36	4.00	0.22	0.77	99.23
N°10	2.00	2.00	0.11	0.87	99.13
N°16	1.18	6.00	0.33	1.20	98.80
N°20	0.85	8.00	0.44	1.64	98.36
N°30	0.60	10.00	0.55	2.19	97.81
N°40	0.43	6.00	0.33	2.51	97.49
N°50	0.30	28.00	1.53	4.04	95.96
N°60	0.25	34.00	1.86	5.90	94.10
N°80	0.18	52.00	2.84	8.74	91.26
N°100	0.15	68.00	3.72	12.46	87.54
N°200	0.08	262.00	14.32	26.78	73.22
CAZOLETA	--	1340.00	73.22	100.00	0.00
TOTAL		1830.00			

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**  
ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Peso suelo hum+tara	37.18	37.47	40.88	37.74	22.66	33.76
Peso suelo seco + tara	32.15	32.28	35.83	32.34	22.03	33.11
Peso del Agua	5.03	5.19	5.05	5.40	0.63	0.65
Peso Tara	18.15	18.37	22.82	18.75	18.50	29.43
Peso del suelo	14.00	13.91	13.01	13.59	3.53	3.68
Cont. humedad (%)	35.93	37.31	38.82	39.74	17.85	17.66
Número de golpes	33	27	21	17		
LÍMITES (%)	Para 25 Golpes 37.65				17.76	



D10 = \_\_\_\_\_ D30 = \_\_\_\_\_ D60 = \_\_\_\_\_  
Cu = \_\_\_\_\_ Cc = \_\_\_\_\_

**PESO ESPECÍFICO DE SUELOS**  
NORMA ASTM D854

P mat. seco (gr)	P(r+ag)	P(r+ag+su)	Pirasco	P. ESPECÍFICO
300.00	673.02	845.92	174.80	2.36 (gr/cm³)

**PESO UNITARIO SUELTO**  
NORMA ASTM C29

ESTRATO	E-U				
	TARA N°	1	2	3	4
Peso material + molde (gr)		8754	8736	8742	8750
Peso molde (gr)		6344	6344	6344	6344
Peso material (gr)		2410	2392	2398	2406
Volumen molde (cm³)		2105	2105	2105	2105
Peso Unitario Suelto (gr/cm³)		1.14	1.14	1.14	1.14
PESO UNITARIO (gr/cm³)		1.14			

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
NORMA : ASTM D 2216/D 4643

ESTRATO	E-U			
	TARA N°	1	2	3
Peso Húm. + tara(gr)		151.54	151.50	149.35
Peso Seco + tara (gr)		130.09	131.84	129.68
Peso del Agua		21.45	19.66	19.67
Peso Tara		32.02	40.92	38.90
Peso del Suelo		98.07	90.92	90.78
Contenido Humedad		21.87%	21.62%	21.67%
W % PROMEDIO		21.72%		

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS) Y AASHTO**  
ASTM D2487-94 AASHTO M 145-66

N°4	99.45	% GRAVA	0.33	L.L.=	37.65%	W (%)	21.72%
N°10	99.13	% ARENA	26.45	L.P.=	17.76%	SUCS	CL
N°40	97.49	% FINOS	73.22	I.P.=	19.89%	AASHTO	A-6(12)
N°200	73.22	ÍNDICE DE LIQUIDEZ = 0.20		I. GRUPO	12		

*Rolando E. Pérez Godoy*  
**Rolando E. Pérez Godoy**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 107026

*Cecilia del Pilar Rojas Cuzqui*  
**Cecilia del Pilar Rojas Cuzqui**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 135228

*Jorge Iván Campos Correa*  
**Jorge Iván Campos Correa**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 133408

*Quilla Alva Leiva*  
**Quilla Alva Leiva**  
GERENTE GENERAL



000213

SEGEING PROYECTOS


MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 - BARRIO LA FLORIDA

PROYECTO			
CREACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES IV ETAPA - SECTOR 10 SAN ANTONIO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA			
UBICACIÓN	LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES - CAJAMARCA	CALICATA	C-2
SOLICITANTE	ING. JORGE IVÁN CAMPOS CORREA	PROFUNDIDAD	1.50 M
FECHA	MAYO DEL 2017		

PERFIL ESTRATIGRÁFICO							
CLASIFICACIÓN		PROF. (M)	HUMED. W(%)	LIMITES DE CONSISTENCIA			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SUELO	GRÁFICO			LL	LP	IP	
	E-S	0.00 - 0.10					Material superficial.
SUCS CL  AASHTO A-6(12)	E-U		21.72%	37.65%	17.76%	19.89%	Suelos conformados por material arcilloso con regular cantidad de arena considerado como deficiente para terreno de fundación del tipo A-6 (Clasificación AASHTO) y arcillosas inorgánicas de baja a media plasticidad del tipo CL (Clasificación SUCS).
		1.50 - 2.50					

  
Cecilia del Pilar Rojas Culqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 135228

  
Rolando E. Pérez Godoy  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107626

  
Jorge Iván Campos Correa  
INGENIERO CIVIL  
CIP 133588

  
Quilla Alva Loiza  
GERENTE GENERAL  
INGENIERIA CONSULTORES E.I.R.L.

0211

MECÁNICA DE SÚELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 LA FLORIDA - CAJAMARCA

000212  
**SEGEING PROYECTOS**

PROYECTO			
CREACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES IV ETAPA - SECTOR 10 SAN ANTONIO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA			
UBICACIÓN	LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES - CAJAMARCA	CALICATA	C-2
SOLICITANTE	ING. JORGE IVÁN CAMPOS CORREA	ESTRATO	E-2
FECHA	MAYO DEL 2017	MUESTRA	ÚNICA

**CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE**

**PARÁMETROS CONOCIDOS**

MUESTRA - ESTRATO	:	E-U 0.10 - 1.50 M
CLASIFICACION SUCS	:	CL
CLASIFICACION AASHTO	:	A-6(12)
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA	:	25 (Ingresar en grados y decimales de grado)
[C] COHESIÓN	:	0.15 (Ingresar en Kg/cm <sup>2</sup> )
[U] PESO UNITARIO	:	1.14 (Ingresar en gr/cm <sup>3</sup> )
[Df] PROF. MÍNIMA CIMENTACIÓN	:	150 (Ingresar en centímetros)
[B] ANCHO DE CIMENTACIÓN	:	100 (Ingresar en centímetros)

**FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA**

N'c	:	15.10
N'q	:	4.95
N'u	:	2.30

**CAPACIDAD PORTANTE**

Falla Local por Corte

$$q_{ac} = \frac{2}{3} * C * N'c + U * Df * N'q + \frac{1}{2} * U * B * N'u \quad q_{ac} : \boxed{2.49 \text{ KG/CM}^2}$$

**CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO**

q'c / 3.00 (Rango de seguridad)  $q_{adm} : \boxed{0.83 \text{ KG/CM}^2}$

**CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS**

Si = Asentamiento Probable (cm):

u = Relación de Poisson (-):

Es = Módulo de elasticidad (Tn/m<sup>2</sup>):

If = Factor de forma (cm/m):

$$S_i = \frac{qB(1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

Centro	1.63 cm
Medio	1.42 cm
Esquina	0.82 cm
Asentamiento Máximo Si	1.63 cm

q = Presión de trabajo (Tn/m<sup>2</sup>):

B = Ancho de cimentación (m):

*Cecilia del Pilar Rojas Culqui*  
Cecilia del Pilar Rojas Culqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 135223

*Rolando E. Jerez Godoy*  
Rolando E. Jerez Godoy  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107629

*Jorge Iván Campos Correa*  
Jorge Iván Campos Correa  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 133598

*Quilla Alba Lina*  
Quilla Alba Lina  
GERENTE GENERAL  
INGENIA CONSULTORES E.I.R.L

0210



MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO DE INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 - CAJAMARCA

000211  
SEHING PROYECTOS

0000 209

## CALICATA 02

  
Cecilia del Pilar Rojas Culqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 135228

  
Quilla Alva Lora  
GERENTE GENERAL  
INGENIA CONSULTORES E.I.R.L.

  
Rolando E. Pérez Godoy  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107626

  
Jorge Iván Campos Correa  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 133508

0209

000210

SECCION PROYECTOS

MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 LA FLORIDA - CAJAMARCA

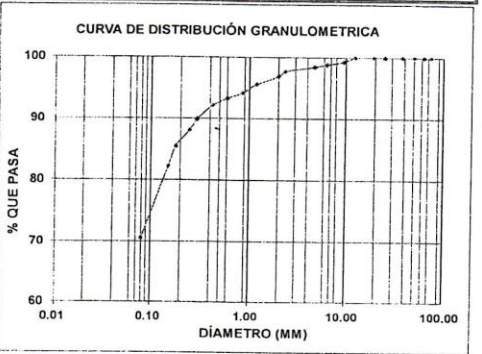
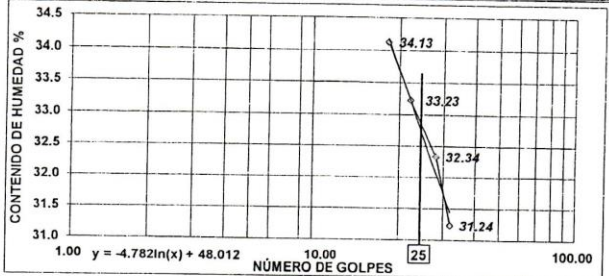
PROYECTO					
CREACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES IV ETAPA - SECTOR 19 SAN ANTONIO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA					
UBICACIÓN	LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES - CAJAMARCA	CALICATA	C-1	PROFUNDIDAD	1.50 M
SOLICITA	ING. JORGE IVÁN CAMPOS CORREA	ESTRATO	E-U	POTENCIA	0.10 - 1.50 M
FECHA	MAYO DEL 2017	MUESTRA	SUBRASANTE		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

PESO SECO INICIAL	1788.00		PRP	%	% RETEN. PARCIAL	% QUE ACUMUL. PASA
	TAMIZ	AB (mm)				
N°						
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	14.00	0.78	0.78	0.78	99.22
1/4"	6.35	8.00	0.45	1.23	98.77	
N°4	4.75	6.00	0.34	1.57	98.43	
N°8	2.36	14.00	0.78	2.35	97.65	
N°10	2.00	14.00	0.78	3.13	96.87	
N°16	1.18	24.00	1.34	4.47	95.53	
N°20	0.85	24.00	1.34	5.82	94.18	
N°30	0.60	16.00	0.89	6.71	93.29	
N°40	0.43	20.00	1.12	7.83	92.17	
N°50	0.30	40.00	2.24	10.07	89.93	
N°60	0.25	32.00	1.79	11.86	88.14	
N°80	0.18	48.00	2.68	14.54	85.46	
N°100	0.15	58.00	3.24	17.79	82.21	
N°200	0.08	208.00	11.63	29.42	70.58	
CAZOLETA	--	1262.00	70.58	100.00	0.00	
TOTAL		1788.00				

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**  
ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Peso suelo hum+tara	47.07	44.33	44.03	46.50	21.45	21.57
Peso suelo seco + tara	40.27	37.93	37.73	39.35	21.06	21.18
Peso del Agua	6.80	6.40	6.30	7.15	0.39	0.39
Peso Tara	18.50	18.14	18.77	18.40	18.11	18.23
Peso del suelo	21.77	19.79	18.96	20.95	2.95	2.95
Cont. humedad (%)	31.24	32.34	33.23	34.13	13.22	13.22
Número de golpes	32	28	22	18		
LÍMITES (%)	Para 25 Golpes			32.62	13.22	



D10 =	D30 =	D60 =
Cu =	Cc =	

**PESO ESPECÍFICO DE SUELOS**  
NORMA ASTM D854

P mat. seco (gr)	P(fr+ag)	P(fr+ag+su)	Pfrasco	P. ESPECÍFICO
300.00	673.02	846.64	174.80	2.37 (gr/cm³)

**PESO UNITARIO SUELTO**  
NORMA ASTM C29

ESTRATO	E-U				
	TARA N°	1	2	3	4
Peso material + molde (gr)	8796	8812	8808	8788	
Peso molde (gr)	6344	6344	6344	6344	
Peso material (gr)	2452	2468	2464	2444	
Volumen molde (cm³)	2105	2105	2105	2105	
Peso Unitario Suelto (gr/cm³)	1.16	1.17	1.17	1.16	
PESO UNITARIO (gr/cm³)	1.17				

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
NORMA : ASTM D 2216/D 4643

ESTRATO	E-U			
	TARA N°	1	2	3
Peso Húm. + tara (gr)	163.26	179.69	178.36	
Peso Seco + tara (gr)	141.39	155.86	154.94	
Peso del Agua	21.87	23.83	23.42	
Peso Tara	25.30	25.52	26.30	
Peso del Suelo	116.09	130.34	128.64	
Contenido Humedad	18.84%	18.28%	18.21%	
W % PROMEDIO	18.44%			

**CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS) Y AASHTO**  
ASTM D2487-94 AASHTO M 145-66

N°4	98.43	% GRAVA	1.23	L.L.=	32.62%	W (%)	18.44%
N°10	96.87	% ARENA	28.19	LP.=	13.22%	SUCS	CL
N°40	92.17	% FINOS	70.58	LP.=	19.40%	AASHTO	A-6(11)
N°200	70.58	INDICE DE LIQUIDEZ = 0.27		I. GRUPO	11		

*Rolando E. Pérez Godoy*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107626

*Cecilia del Pilar Rojas Culqui*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 135228

*Quilla Alva Livia*  
GERENTE GENERAL  
INGENIA CONSULTORES E.I.R.L.

*Jorge Iván Campos Correa*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 133598

0208

000209

SEGUEING PROYECTOS

MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 - BARRIO LA FLORIDA

<b>PROYECTO</b>			
CREACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES SECTOR 10 SAN ANTONIO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA			
UBICACIÓN	LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES - CAJAMARCA	CALICATA	C-1
SOLICITA	ING. JORGE IVÁN CAMPOS CORREA	PROFUNDIDAD	1.50 M
FECHA	MAYO DEL 2017		

PERFIL ESTRATIGRÁFICO							
CLASIFICACIÓN		PROF. (M)	HUMED. W(%)	LIMITES DE CONSISTENCIA			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SUELO	GRÁFICO			LL	LP	IP	
	E-S	0.00 - 0.10					Material superficial.
SUCS CL AASHTO A-6(11)	E-U	0.10 - 1.50	18.44%	32.62%	13.22%	19.40%	Suelos conformados por material arcilloso con regular cantidad de arena considerado como deficiente para terreno de fundación del tipo A-6 (Clasificación AASHTO) y arcillosas inorgánicas de baja a media plasticidad del tipo CL (Clasificación SUCS).
		1.50 - 2.50					

*Rolando E. Pérez Godoy*  
Rolando E. Pérez Godoy  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107626

*Cecilia del Pilar Rojas Culqui*  
Cecilia del Pilar Rojas Culqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 135228

*Jorge Iván Campos Correa*  
Jorge Iván Campos Correa  
INGENIERO CIVIL  
CIP 133598

*Quilla Alva Leiva*  
Quilla Alva Leiva  
GERENTE GENERAL  
INGENIA CONSULTORES S.R.L.

0207



MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - PAVIMENTOS  
REGISTRO INDECOPI N° 013669  
JR. JOSÉ OLAYA N° 246 LA FLORIDA - CAJAMARCA

000208  
0134  
SEGEING PROYECTOS  
0000-206

PROYECTO			
CREACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES IV ETAPA - SECTOR 10 SAN ANTONIO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA			
UBICACIÓN	LOTIZACIÓN SANTA MERCEDES - CAJAMARCA	CALICATA	C-1
SOLICITA	ING. JORGE IVÁN CAMPOS CORREA	ESTRATO	E-U
FECHA	MAYO DEL 2017	MUESTRA	SUBRASANTE

**CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE**

**PARÁMETROS CONOCIDOS**

MUESTRA - ESTRATO	:	E-U 0.10 - 1.50 M
CLASIFICACION SUCS	:	CL
CLASIFICACION AASHTO	:	A-6(11)
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA	:	25 (Ingresar en grados y decimales de grado)
[C] COHESIÓN	:	0.15 (Ingresar en Kg/cm <sup>2</sup> )
[U] PESO UNITARIO	:	1.17 (Ingresar en gr/cm <sup>3</sup> )
[Df] PROF. MÍNIMA CIMENTACIÓN	:	150 (Ingresar en centímetros)
[B] ANCHO DE CIMENTACIÓN	:	100 (Ingresar en centímetros)

**FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA**

N'c	:	15.10
N'q	:	4.95
N'u	:	2.30

**CAPACIDAD PORTANTE**

Falla Local por Corte

$$q_{ac} = \frac{2}{3} * C * N'c + U * Df * N'q + \frac{1}{2} * U * B * N'u$$

q<sub>ac</sub> : 2.51 KG/CM<sup>2</sup>

**CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO**

q'c / 3.00 (Rango de seguridad)      q<sub>adm</sub> : 0.84 KG/CM<sup>2</sup>

**CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS**

Si= Asentamiento Probable(cm):

u=Relación de Poisson(-):

Es= Módulo de elasticidad (Tn/m2):

If= Factor de forma (cm/m):

$$Si = \frac{qB(1 - \mu^2)}{Es} If$$

Centro	1.65 cm
Medio	1.44 cm
Esquina	0.82 cm
Asentamiento Máximo Si	1.65 cm

q= Presión de trabajo (Tn/m2):

B= Ancho de cimentacion (m):

*Cecilia del Pilar Rojas Culqui*  
Cecilia del Pilar Rojas Culqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 135228

*Jorge Iván Campos Correa*  
Jorge Iván Campos Correa  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 133669

*Rolando E. Pérez Godoy*  
Rolando E. Pérez Godoy  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107626

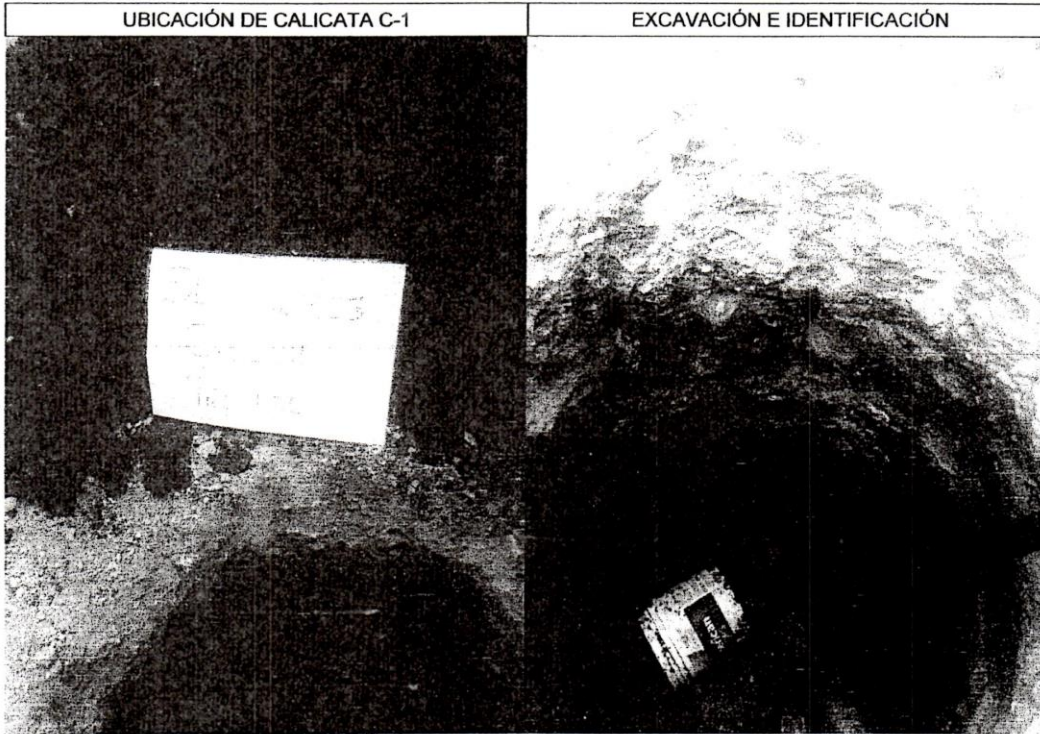
*Quilla Alva Lima*  
Quilla Alva Lima  
GERENTE GENERAL  
INGENIERIA CONSULTORES E.I.R.L.

0206

**PANEL FOTOGRÁFICO**

0000 205

**CALICATA N° 01**



*Cecilia del Pilar Rojas Culqui*  
Cecilia del Pilar Rojas Culqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 135228

*Rolando E. Pérez Godoy*  
Rolando E. Pérez Godoy  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107626

*Quilla Alba Livia*  
Quilla Alba Livia  
GERENTE GENERAL  
INGENIA CONSULTORES E.I.R.L.

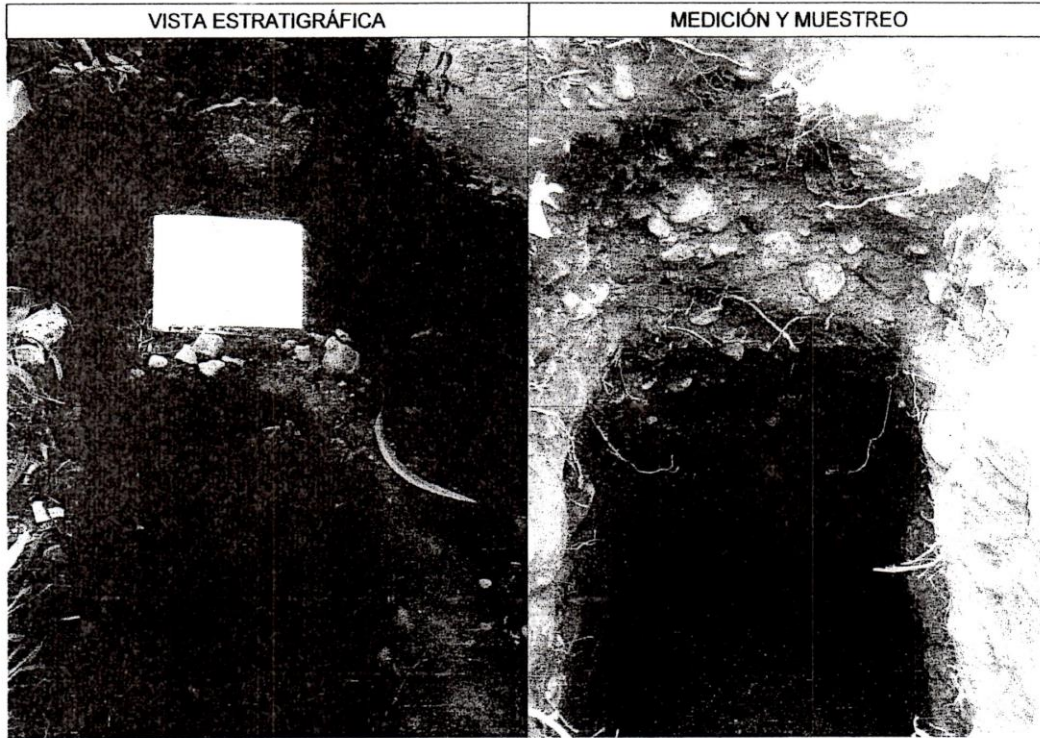
0205



00020E  
SEGEMING PROYECTOS

0000 204

**CALICATA N° 02**

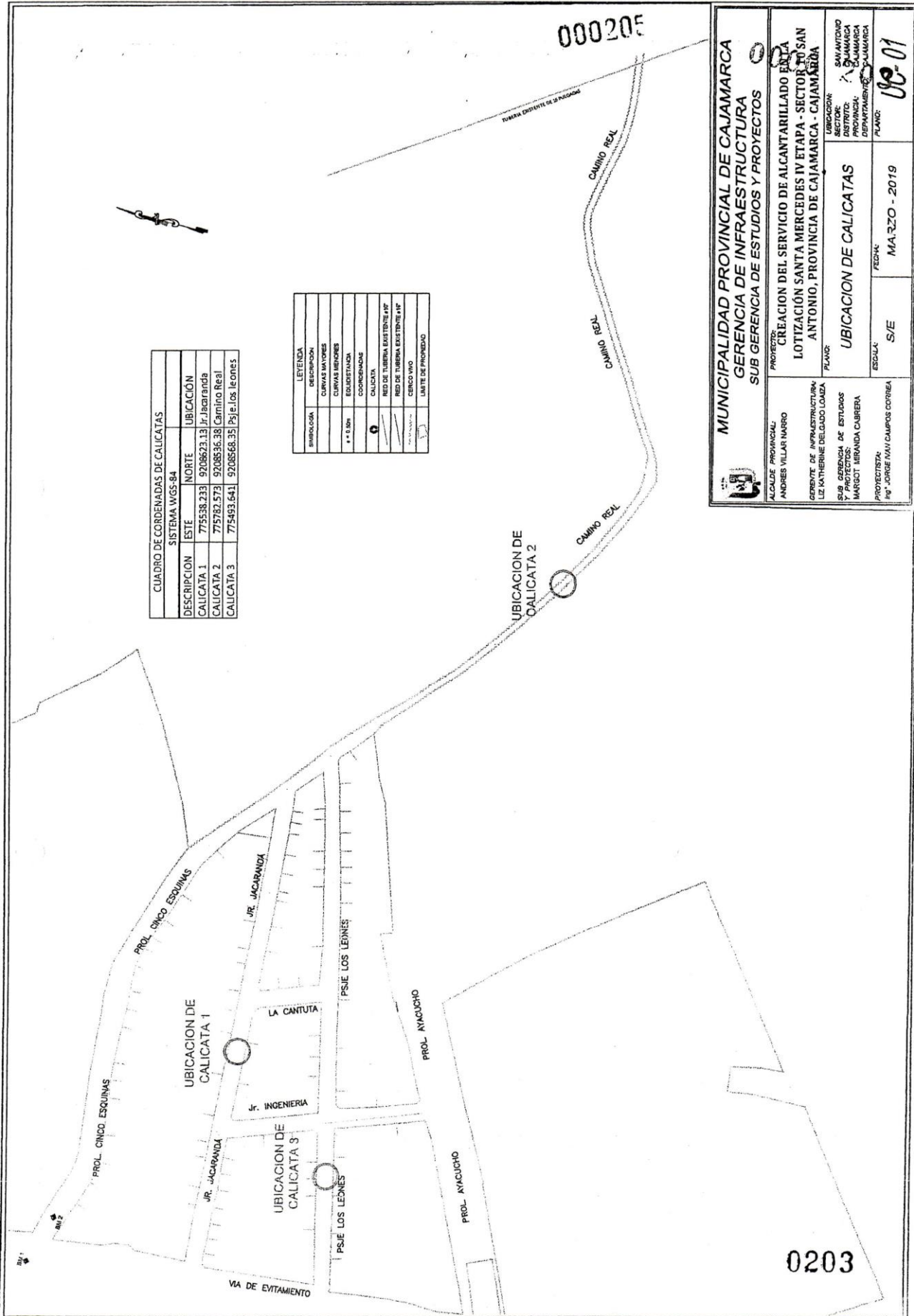


*Cecilia del Pilar Rojas Culqui*  
Cecilia del Pilar Rojas Culqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 133228

*Rolando E. Pérez Godoy*  
Rolando E. Pérez Godoy  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107826

*Quilla Alternativa*  
Quilla Alternativa  
GERENTE GENERAL  
INGENIA CONSULTORES E.I.R.L.

0204



CUADRO DE CORDENADAS DE CALICATAS

DESCRIPCION	ESTE	NORTE	UBICACION
CALICATA 1	775538.233	9208623.13	Jr. Jacaranda
CALICATA 2	775782.573	9208556.38	Camino Real
CALICATA 3	775493.641	9208568.35	Psje. Los leones

LEYENDA

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
—	CURVAS MAYORES
—	CURVAS MENORES
—	EGUISTACION
—	COORDENACION
○	CALICATA
—	REDO DE TUBERIA EXISTENTE IV
—	REDO DE TUBERIA EXISTENTE IV'
—	CERCO LINDO
—	LIMITE DE PROPIEDAD

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA**  
**GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA**  
**SUB GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**

PROYECTO: CREACION DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO EN LA LOTIZACION SANTA MERCEDES IV ETAPA - SECTOR TO SAN ANTONIO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA

PLANO: UBICACION DE CALICATAS

UBICACION: SAN ANTONIO  
 SECTOR: CAJAMARCA  
 DISTRITO: CAJAMARCA  
 DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: MARZO - 2019

ESCALA: S/E

PROYECTISTA: ING. SERGE MAN CAMPOS CORREA

ALCALDE PROVINCIAL: ANDRES VILLAR NARRO

GERENTE DE INFRAESTRUCTURA Y PROYECTOS: MARGOT BERUANDA CUERRA

JEFE DE GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS: LILY KATHERINE DELGADO LOAYZA

PROYECTOS: PSJE LOS LEONES

08-01