

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



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

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

**ANÁLISIS SÍSMICO COMPARATIVO DE UN EDIFICIO
MULTIFAMILIAR DE 3 PISOS CON ALBAÑILERÍA
CONFINADA DE LADRILLOS INDUSTRIALES Y
ARTESANALES, EN EL BARRIO ALONSO DE
ALVARADO, CHACHAPOYAS, 2021**

Autor: Bach. José Armando Cachay Noblejas

Asesor: Ing. Emanuel Tafur Revilla

Registro: ()

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): CACHAY NOBLEJAS JOSÉ ARMANDO
DNI N°: 74423997
Correo electrónico: 74423997SI@UNTRM.EDU.PE
Facultad: INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Escuela Profesional: INGENIERIA CIVIL

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional : "ANÁLISIS SÍSMICO COMPARATIVO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 3 PISOS CON ALBAÑILERÍA CONFINADA DE LADRILLOS INDUSTRIALES Y ARTESANALES, EN EL BARRIO ALONSO DE ALVARADO, CHACHAPOYAS, 2021"

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Ing. TAFOR REVILLA EMANUEL
DNI, Pasaporte, C.E N°: 44505443
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0001-9443-4370>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) _____

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html
2.00.00 INGENIERIA, TECNOLOGIA / 2.00.01 INGENIERIA CIVIL

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 28 / Diciembre / 2023


Firma del autor 1

Firma del autor 2


Firma del Asesor 1

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A Dios: por brindarme la fuerza y oportunidades necesarias para culminar mi carrera profesional.

A mis padres: por su esfuerzo incondicional en brindarme la oportunidad de estudiar y por su perenne apoyo a lo largo de mi vida.

A mis hermanos, parientes y amigos: por su apoyo moral, paciencia y consejos brindados y todos sus actos de apoyo durante mi carrera (Bach. José Armando Cachay Noblejas).

AGRADECIMIENTOS

A mi madre por ser un ejemplo a seguir de trabajo y colaboración con los demás.

A mi madre y padre porque ambos son un ejemplo a seguir, por brindarme su apoyo y sus consejos diarios, siendo un ejemplo de rectitud, probidad, integridad y ética.

A mis hermanos por la paciencia hacia mi persona.

A mis maestros por compartir sus conocimientos en las aulas de la UNTRM.

A Dios por despertarme cada día con vida, haciéndome sonreír y dándome nuevas oportunidades frente a las adversidades (Bach. José Armando Cachay Noblejas).

**AUTORIDADES DE LA IUN IVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph D. Jorge Luis Maicelo Quintana

Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

Vicerrector Académico

Dra. María Nelly Luján Espinoza

Vicerrectora de Investigación

Ph.D. Ricardo Edmundo Campos Ramos

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada "Análisis Sísmico Comparativo de un edificio multifamiliar de 3 pisos con albañilería confinada de ladrillos industriales y artesanales, en el barrio Alonso de Alvarado, Chachapoyas 2021" del egresado José Armando Cachay Noblejas de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Casa Superior de Estudios.

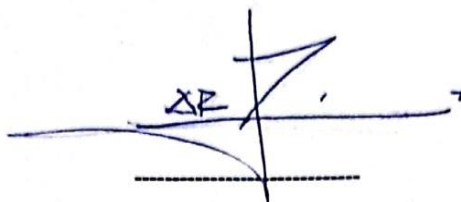
El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 02 de Octubre de 2023

Emanuel Tafurevill@CE
Firma y nombre completo del Asesor
Ing. Emanuel Tafur Levilla.

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS

A handwritten signature in blue ink, consisting of a horizontal line with a vertical line crossing it, and a diagonal line extending upwards from the intersection. The initials 'GA' are written above the horizontal line.

Arq. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui

Presidente

A handwritten signature in blue ink, featuring a large, stylized loop at the top and a horizontal line below it.

Ing. John Hilmer Saldaña Nuñez

Secretario

A handwritten signature in blue ink, with a vertical line and a horizontal line intersecting, and a diagonal line extending upwards from the intersection.

Ing. Lucila Arce Meza

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

ANÁLISIS SÍSMICO COMPARATIVO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 3 PISOS CON ALBAÑILERÍA CONFINADA DE MUEBLES INDUSTRIALES Y ARTESANALES, EN EL BARRIO ALONSO DE ALVARADO, CHACHAPOYAS, 2021
presentada por el estudiante ()/egresado (x) JOSÉ ARMANDO CACHAY NOBLETAS

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL

con correo electrónico institucional 744239731@untrm.edu.pe

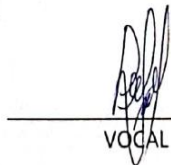
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:


- a) La citada Tesis tiene 21 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 02 de NOVIEMBRE del 2023


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 07 de DICIEMBRE del año 2023, siendo las 07:00 horas, el aspirante: EACHAY NOBLEJAS JOSE ARMANDO, asesorado por JNE. EMANUEL TAFUR REVILLA defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: ANÁLISIS SISTÉMICO COMPARATIVO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 03 PISOS CON ALBAÑILERÍA CONFINADA DE LADRILLOS INDUSTRIALES Y ARTESANALES, EN EL BARRIO ALONSO, para obtener el Título Profesional de JNE CIVIL, a ser otorgado por la Universidad

Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: ING. GUILLERMO ARTURO DÍAZ JAURESUI

Secretario: JNS. JOHN MILTEN SALDAÑA NUÑEZ

Vocal: JNS. LUCILA ORCE MEZA

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.



Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

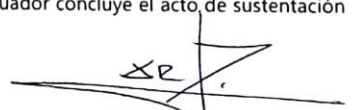
Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 08:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:
.....

CONTENIDO GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACION DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
CONTENIDO GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN	18
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
2.1. Localización de la investigación	20
2.2. Diseño de investigación	21
2.3. Muestra y muestreo	22
2.4. Variables	22
2.5. Metodología y procedimiento	22
2.6. Descripción del proyecto.....	23
2.7. Normas empleadas	23
2.8. Propiedades de los materiales y plano general.....	24
2.9. Diseño de los elementos estructurales.....	24
2.9.1. Diseño de los elementos estructurales	24
2.9.2. Descripción del uso de elementos	30
2.10. Análisis sísmico estático según NTE E.030.....	32
2.10.1. Análisis sísmico estático en albañilería industrial.....	32
2.10.2. Análisis sísmico estático en albañilería artesanal.....	45
2.11. Análisis sísmico dinámico modal espectral según NTE E.030.....	58

2.11.1. Análisis sísmico dinámico modal espectral en el tipo industrial.....	58
2.11.2. Análisis sísmico dinámico modal espectral en el tipo artesanal.....	68
2.11.3. Diseño del modelado final en SAP2000 V.21	77
III. RESULTADOS	79
3.1. Análisis sísmico estático	80
3.1.1. Albañilería con ladrillos industriales	80
3.1.2. Albañilería con ladrillos artesanales	83
IV. DISCUSIÓN	89
V. CONCLUSIONES	93
VI. RECOMENDACIONES.....	94
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
VIII. ANEXOS.....	100
Anexo 1 Propiedad de los materiales – Ladrillos Artesanales	100
Anexo 2 Densidad de Muros – Ladrillo Artesanales.....	101
Anexo 3 Verificación de Densidad de Muros	102
Anexo 4 Diseño por Cargas Verticales - Ladrillos Artesanales.....	103
Anexo 5 Diseño por fisuración - SISMO MODERADO - Ladrillos Artesanales.....	104
Anexo 6 Diseño por resistencia - SISMO RARO - Ladrillos Artesanales.....	105
Anexo 7 Diseño de Columnas de Confinamiento Extrema - Ladrillos Artesanales...	106
Anexo 8 Diseño de estribos y refuerzo longitudinal - Ladrillos Artesanales.....	108
Anexo 9 Diseño de vigas soleras - Ladrillos Artesanales.....	110
Anexo 10 Propiedad de los materiales - Ladrillos Industriales.....	112
Anexo 11 Densidad de Muros - Ladrillo Industrial.....	113
Anexo 12 Verificación de Densidad de Muros.....	114
Anexo 13 Diseño por Cargas Verticales - Ladrillos Industriales.....	115
Anexo 14 Diseño por fisuración - SISMO MODERADO - Ladrillos Industriales....	116
Anexo 15 Diseño por resistencia - SISMO RARO - Ladrillos Industriales.....	117
Anexo 16 Diseño de Columnas de Confinamiento Extrema - Ladrillos Industriales..	118
Anexo 17 Diseño de estribos y refuerzo longitudinal - Ladrillos Industriales.....	120
Anexo 18 Diseño de vigas soleras - Ladrillos Industriales.....	122
Anexo 19 Diseño de Cimentaciones.....	124
Anexo 20 Ubicación del sector en evaluación.....	126
Anexo 21 Planos	127
Anexo 21 Estudio de Mecánica de Suelos.....	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Propiedades y características de los materiales utilizados</i>	24
Tabla 2 <i>Clasificación de los perfiles de suelo</i>	33
Tabla 3 <i>Irregularidades en altura</i>	35
Tabla 4 <i>Irregularidades en planta</i>	35
Tabla 5 <i>Masas por gravedad (industrial)</i>	41
Tabla 6 <i>Peso de la edificación (industrial)</i>	42
Tabla 7 <i>Fuerzas sísmicas (industrial)</i>	42
Tabla 8 <i>Derivas para el eje X (industrial)</i>	43
Tabla 9 <i>Derivas para el eje Y (industrial)</i>	44
Tabla 10 <i>Límites de la distorsión de entrepiso</i>	45
Tabla 11 <i>Clasificación de los perfiles de suelo</i>	46
Tabla 12 <i>Irregularidades en altura</i>	48
Tabla 13 <i>Irregularidades en planta</i>	48
Tabla 14 <i>Masas por gravedad (artesanal)</i>	54
Tabla 15 <i>Peso de la edificación (artesanal)</i>	55
Tabla 16 <i>Fuerzas sísmicas (artesanal)</i>	55
Tabla 17 <i>Derivas en X (artesanal)</i>	56
Tabla 18 <i>Derivas en Y (artesanal)</i>	57
Tabla 19 <i>Límites de la distorsión del entrepiso</i>	58
Tabla 20 <i>Masas rotacionales y traslacionales (industrial)</i>	58
Tabla 21 <i>Datos del espectro de diseño (industrial y artesanal)</i>	60
Tabla 22 <i>Factores de ampliación (industrial)</i>	65
Tabla 23 <i>Derivas dinámicas dirección X (industrial)</i>	67
Tabla 24 <i>Derivas dinámicas en el eje Y (industrial)</i>	67
Tabla 25 <i>Derivas dinámicas dirección Y (industrial)</i>	67
Tabla 26 <i>Masas rotacionales y traslacionales (artesanal)</i>	68
Tabla 27 <i>Creación del espectro de diseño (artesanal)</i>	68
Tabla 28 <i>Datos del espectro de diseño (industrial y artesanal)</i>	69
Tabla 29 <i>Factores de ampliación (artesanal)</i>	74
Tabla 30 <i>Derivas dinámicas dirección X (artesanal)</i>	76
Tabla 31 <i>Derivas dinámicas dirección Y (artesanal)</i>	76
Tabla 32 <i>Resumen ZUCS (industrial)</i>	79

Tabla 33 <i>Resumen ZUCS (artesanal)</i>	80
Tabla 34 <i>Peso por gravedad (industrial)</i>	80
Tabla 35 <i>Peso de la edificación (industrial)</i>	81
Tabla 36 <i>Fuerzas sísmicas (industrial)</i>	82
Tabla 37 <i>Derivas para el eje X (industrial)</i>	82
Tabla 38 <i>Derivas para el eje Y (industrial)</i>	82
Tabla 39 <i>Masas por gravedad (artesanal)</i>	83
Tabla 40 <i>Peso de la edificación (artesanal)</i>	84
Tabla 41 <i>Fuerzas sísmicas (artesanales)</i>	84
Tabla 42 <i>Derivas en X (artesanal)</i>	84
Tabla 43 <i>Derivas en Y (artesanal)</i>	85
Tabla 44 <i>Masas rotacionales y traslacionales (industrial)</i>	85
Tabla 45 <i>Cortante basal en los ejes X e Y (industrial)</i>	86
Tabla 46 <i>Derivas dinámicas dirección X (industrial)</i>	86
Tabla 47 <i>Derivas dinámicas dirección Y (industrial)</i>	87
Tabla 48 <i>Masas rotacionales y traslacionales (artesanal)</i>	87
Tabla 49 <i>Cortante basal en los ejes X e Y (artesanal)</i>	87
Tabla 50 <i>Derivas dinámicas dirección X (artesanal)</i>	88
Tabla 51 <i>Derivas dinámicas dirección Y (artesanal)</i>	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ubicación de la provincia de Chachapoyas – Amazonas</i>	20
Figura 2	<i>Localización del Lote. Sector Alonso de Alvarado – Chachapoyas (Ver anexo) N° 16</i>	21
Figura 3	<i>Detalle de la losa aligerada</i>	25
Figura 4	<i>Corte típico del aligerado</i>	25
Figura 5	<i>Remate de columnas</i>	26
Figura 6	<i>Anclaje de vigas de techo en columnas</i>	26
Figura 7	<i>Traslape en columnas</i>	27
Figura 8	<i>Detalle de elevación de columnas</i>	28
Figura 9	<i>Detalle de traslape de vigas</i>	29
Figura 10	<i>Detalle de la ubicación y longitud de empalmes para vigas</i>	29
Figura 11	<i>Detalle de cimentación</i>	30
Figura 12	<i>Datos del estudio de mecánica de suelos</i>	33
Figura 13	<i>Determinación del material de ladrillo industrial $f'c = 65 \text{ Kg/cm}^2$</i>	37
Figura 14	<i>Propiedades del ladrillo industrial</i>	38
Figura 15	<i>Vista del modelado en X-Z</i>	39
Figura 16	<i>Reporte de fuerza en el piso 1</i>	40
Figura 17	<i>Reporte de fuerza en el piso 2</i>	40
Figura 18	<i>Reporte de fuerza en el piso 3</i>	41
Figura 19	<i>Desplazamientos en el eje X (industrial)</i>	43
Figura 20	<i>Desplazamientos en el eje Y (industrial)</i>	44
Figura 21	<i>Datos del estudio de mecánica de suelos</i>	46
Figura 22	<i>Determinación del material de ladrillo artesanal $f'c = 35$</i>	50
Figura 23	<i>Propiedades del ladrillo artesanal</i>	51
Figura 24	<i>Vista del modelado en X-Z</i>	52
Figura 25	<i>Reporte de fuerza en el piso 1</i>	53
Figura 26	<i>Reporte de fuerza en el piso 2</i>	53
Figura 27	<i>Reporte de fuerza en el piso 3</i>	54
Figura 28	<i>Desplazamiento en el eje X (artesanal)</i>	56
Figura 29	<i>Desplazamiento en el eje Y (artesanal)</i>	57
Figura 30	<i>Creación del espectro de diseño (industrial)</i>	59
Figura 31	<i>Función del espectro de diseño (industrial)</i>	61

Figura 32	<i>Creación del caso modal (industrial)</i>	62
Figura 33	<i>Creación del caso espectral en el sismo X (industrial)</i>	63
Figura 34	<i>Creación del caso espectral en el sismo Y (industrial)</i>	64
Figura 35	<i>Cortante basal en X (industrial)</i>	65
Figura 36	<i>Cortante basal en Y (industrial)</i>	66
Figura 37	<i>Derivas dinámicas en el eje X (industrial)</i>	66
Figura 38	<i>Función del espectro de diseño (artesanal)</i>	70
Figura 39	<i>Creación del caso modal (artesanal)</i>	71
Figura 40	<i>Creación del caso espectral en el sismo X (artesanal)</i>	72
Figura 41	<i>Creación del caso espectral en el sismo Y (artesanal)</i>	73
Figura 42	<i>Cortante basal en X (artesanal)</i>	74
Figura 43	<i>Cortante basal en Y (artesanal)</i>	75
Figura 44	<i>Derivas dinámicas en el eje X (artesanal)</i>	75
Figura 45	<i>Derivas dinámicas en el eje Y (artesanal)</i>	76
Figura 46	<i>Vista del modelado en el plazo X-Z</i>	77
Figura 47	<i>Vista del modelado en el plano Y-Z</i>	78
Figura 48	<i>Vista del modelado en 3D</i>	78
Figura 49	<i>Porcentaje de peso en los pisos (industrial)</i>	81
Figura 50	<i>Porcentaje de fuerzas aplicadas por piso (industrial)</i>	
Figura 51	<i>% de peso en los pisos (artesanal)</i>	83
Figura 52	<i>Porcentaje de fuerzas aplicadas por piso (artesanal)</i>	

RESUMEN

Se presenta una investigación cuyo objetivo es analizar sísmicamente y de manera comparativa un edificio multifamiliar de 03 pisos, entre los sistemas estructurales de albañilería confinada con ladrillos industriales y artesanales en el barrio de Alonso de Alvarado de la ciudad de Chachapoyas, mediante el uso del software Sap 2000. La población se encuentra determinada por las edificaciones que cuenten con 03 pisos y en los que se haya aplicado albañilería confinada de ladrillos industriales y artesanales, la muestra es del tipo no probabilística con un muestreo intencional. Se tienen dos variables: El comportamiento sísmico y el diseño estructural. Nos encontramos ante una investigación del tipo aplicativo, descriptivo, no experimental y de corte transversal. Entre los principales resultados tenemos que la cortante basal para el tipo industrial fue de 278.27 Tn y 293.13 Tn para el artesanal; de igual manera, para los desplazamientos en las derivas a nivel estático y dinámico queda evidenciado que ambas edificaciones con ladrillos industriales y artesanales sí cumplen de acuerdo a la Norma E.030 sobre desplazamientos permisibles, donde indica que las derivas deben ser menores a 0.005; sin embargo, se determinó que la edificación con albañilería de ladrillo artesanal, los valores de sus derivas son mayores a las industriales, quedando evidenciado que se debería optar el uso de ladrillos industriales por estar más ligados a la sismorresistencia según la Norma E.030. Finalmente, cómo recomendación relevante y en base a los resultados obtenidos, se recomienda: En caso de utilizar ladrillos artesanales, hacerlo solo en los primeros pisos y en los elementos que no sean estructurales, sino de relleno.

Palabras clave: Análisis dinámico, análisis estático, edificio multifamiliar, albañilería confinada, ladrillos industriales, ladrillos artesanales.

ABSTRACT

An investigation is presented whose objective is to seismically and comparatively analyze a 03-story multi-family building, between the structural systems of masonry confined with industrial and artisan bricks in the Alonso de Alvarado neighborhood of the city of Chachapoyas, through the use of Sap software. 2000. The population is determined by the buildings that have 3 floors and in which confined masonry of industrial and artisan bricks has been applied, the sample is of the non-probabilistic type with an intentional sampling. There are two variables: seismic analysis and confined masonry. We are facing an investigation of the applicative, descriptive, non-experimental and cross-sectional type. Among the main results we have that the basal shear for the industrial type was 278.27 Tn and 293.13 Tn for the artisanal type; In the same way, for the displacements in the drifts at a static and dynamic level, it is evident that both buildings with industrial and artisanal bricks do comply with Standard E.030 on permissible displacements, where it indicates that the drifts must be less than 0.005; however, it was determined that the construction with artisanal brick masonry, the values of its drifts are higher than the industrial ones, being evidenced that the use of industrial bricks should be chosen because they are more linked to seismic resistance according to Standard E.030. Finally, as a relevant recommendation and based on the results obtained, it is recommended: In case of using handmade bricks, do it only on the first floors and in the elements that are not structural, but fillers.

Keywords: Dynamic analysis, static analysis, multi-family building, confined masonry, industrial bricks, artisanal bricks.

I. INTRODUCCIÓN

Hasta el año 1990 en el Perú el 80% de las edificaciones eran de adobe y sin ningún tipo de reforzamiento estructural. Este porcentaje fue mermando con los años y en la actualidad el porcentaje de viviendas de adobe en el Perú es de un 55,45%, esto debido al auge de las construcciones de albañilería a base de ladrillos de arcilla o ladrillos de concreto (Barrueto, J. 2019). En la ciudad de Chachapoyas el porcentaje de viviendas urbanas de albañilería a base de ladrillos es de un 56%, evidenciando que es uno de los materiales más usados y ortodoxos en el ámbito de la construcción en Chachapoyas (INEI, 2017).

Sin embargo, se puede exponer que el problema no solo radica en el suelo en donde las familias de América Latina, se asientan, con la finalidad de vivir, sino que tiene que ver directamente, con la posibilidad de que estas hayan podido alcanzar a edificar, elementos estructurales que han sido correctamente diseñados y que, por ende, no solo ofrezcan estabilidad hacia las personas que las habitan, sino que se puede disponer de seguridad sísmica, estructural y de servicio (Alegre y Cochachin, 2019).

Según los registros del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, las viviendas de la ciudad de Chachapoyas son autoconstruidas en un 70%, estas al carecer de una asesoría técnica e ingenieril utilizan materiales que no cuentan con la calidad necesaria. En el caso de las edificaciones de albañilería confinada, el material base es el ladrillo de arcilla cocida, siendo este artesanal o industrial; en el caso de ladrillos industriales, estos cuentan con fichas de especificaciones técnicas obtenidas mediante pruebas mecánicas y físicas, sin embargo, en el caso de los ladrillos artesanales no cuentan con dichas especificaciones y estudios. En la ciudad de Chachapoyas la mayoría de personas recurren a la compra de los ladrillos artesanales, debido a que son más asequibles y baratos.

Es así que en la presente investigación se busca analizar de manera comparativa una edificación multifamiliar de tres pisos, construido a base de albañilería confinada de ladrillos industriales, así como de ladrillos artesanales en el barrio de Alonso de Alvarado de la Ciudad de Chachapoyas. Se tiene por problema general a: ¿Qué tipo de albañilería confinada tendrá un mejor comportamiento sísmico, la de ladrillos industriales o artesanales, en el barrio Alonso de Alvarado?

Ante esto la investigación presentada tiene un diseño aplicativo, debido a que se tomará como información, lo expresado en la normativa sísmica y de diseño en albañilería

confinada, con la finalidad de que se pueda alcanzar el análisis de la vulnerabilidad sísmica entre la albañilería confinada, constituida con ladrillos industriales y artesanales. Así mismo, el diseño correspondiente, será el descriptivo y no experimental, debido a que se buscará caracterizar sísmicamente, el diseño de un edificio multifamiliar de 3 pisos, mediante albañilería confinada, constituida con ladrillos artesanales e industriales. Mientras que, se considerará como no experimental, debido a que no se realizará manipulación alguna de las variables de estudio.

De forma inicial, se contará con la recolección de datos de campo para los estudios de mecánica de suelos y ubicación del terreno a cimentar. Esto se ha visto complementado con la recolección de investigaciones, en donde se pueda evidenciar la obtención de resultados, diseño estructural y/o modelamiento de una edificación del mismo tipo que la diseñada. Así mismo, se ha seleccionado una arquitectura tipo, la cual será adaptada para poder ser diseñada con la mampostería confinada. Luego de ello, se procederá a modelar la edificación en el programa SAP 2000, mediante la cual se ha analizado el comportamiento sísmico dinámico y estático que ha tenido esta misma, en base a la aplicación de dos tipos de ladrillos. Mientras que, los resultados se compararán entre sí tanto la vivienda multifamiliar utilizando ladrillos industriales y la vivienda multifamiliar utilizando ladrillos artesanales, con la finalidad de que se pueda comprobar la fuerza sísmica basal y la deriva máxima alcanzada. Después de ello, se ha procedido a diseñar la totalidad de elementos estructurales que han conformado a la edificación. En base a ello, es que se podrá concluir con la selección del material que ha alcanzado un mejor comportamiento sísmico.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Localización de la investigación

El presente proyecto está ubicado en el barrio Alonso de Alvarado, en el Distrito de Chachapoyas, provincia de Chachapoyas.

Distrito: Chachapoyas

Provincia: Chachapoyas

Región: Amazonas

País: Perú

Figura 1

Ubicación de la provincia de Chachapoyas – Amazonas

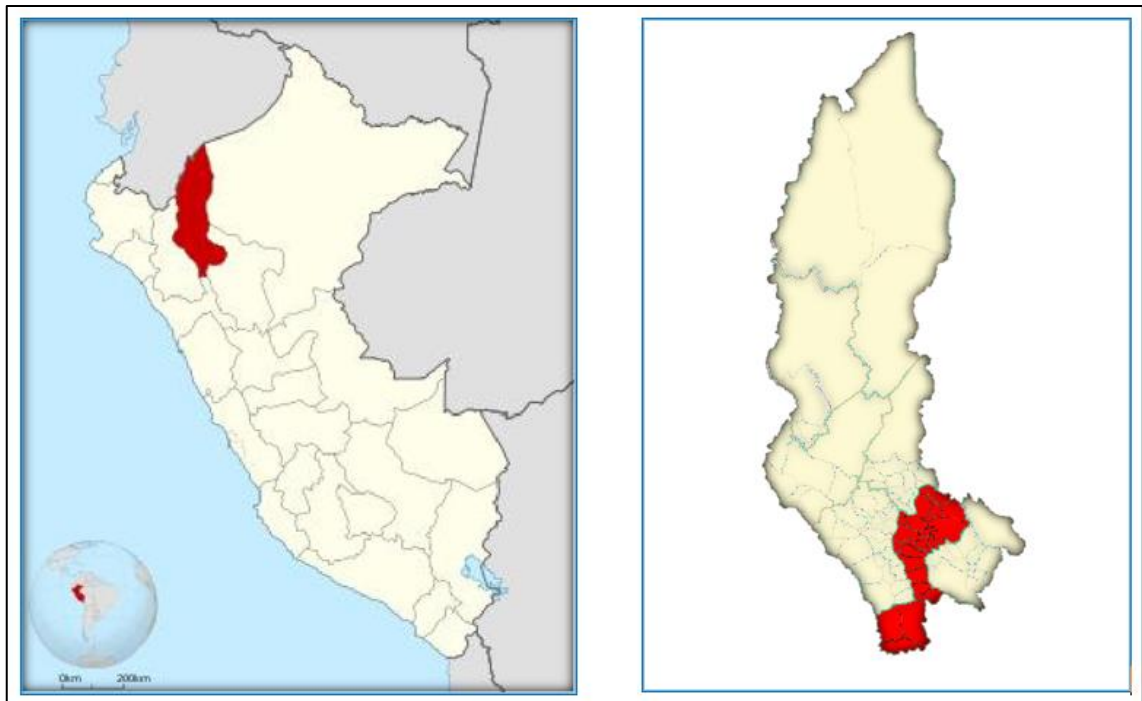
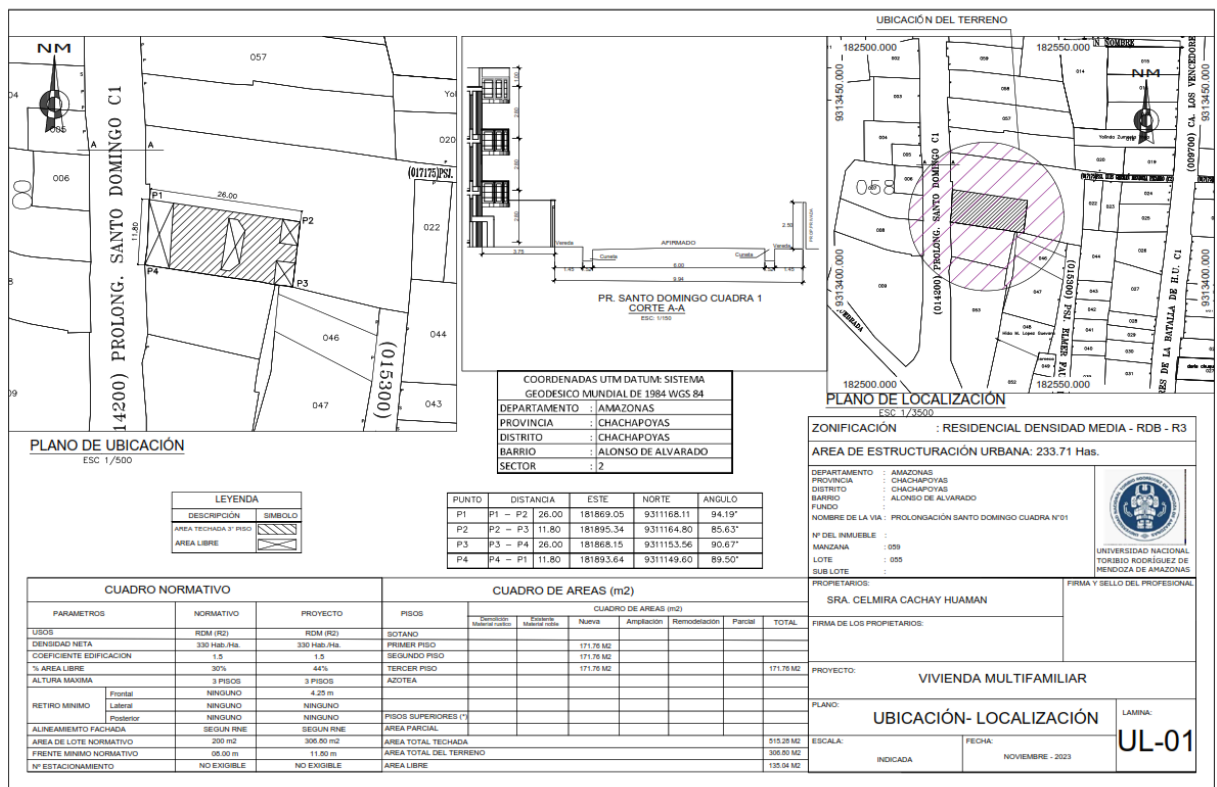


Figura 2

Localización del Lote. Sector Alonso de Alvarado – Chachapoyas (Ver anexo) N° 19



2.2. Diseño de investigación

El tipo de investigación del presente proyecto, es aplicativo, por lo que se tomó como información, lo expresado en la normativa sísmica y de diseño en albañilería confinada, con la finalidad de que se pueda alcanzar el análisis de la vulnerabilidad sísmica entre la albañilería confinada, constituida con ladrillos industriales y artesanales. Cohen y Gómez (2019) definen a la investigación aplicada, como aquella que busca aplicar los conocimientos adquiridos, mediante investigaciones de diferentes autores, tales como normas técnicas.

Así mismo, el diseño correspondiente, es descriptivo y no experimental, por lo que se busca caracterizar sísmicamente, el diseño de un edificio multifamiliar de 3 pisos, mediante albañilería confinada, constituida con ladrillos artesanales e industriales. Mientras que, se considerará como no experimental, debido a que no se realizó manipulación alguna de las variables de estudio.

O ---- A ---- E

O: Observación directa

A: Análisis de la información

E: Evaluación de la información

2.3. Muestra y muestreo

Muestra: La presente investigación, considerará a un tipo de muestra no probabilística, en el cual se considerará en base a una edificación que se diseñó teniendo en cuenta las normativas ya mencionadas, con la finalidad de conocer el comportamiento sísmico, de la albañilería confinada utilizando ladrillos industriales y artesanales.

Muestreo: El tipo de muestreo, fue intencional, por lo que se ha seleccionado una arquitectura en específico, para evaluar el comportamiento sísmico de la albañilería confinada utilizando ladrillos industriales y artesanales.

2.4. Variables

Variable 1: Comportamiento sísmico.

Variable 2: Diseño estructural.

2.5. Metodología y procedimiento

De forma inicial, se contó con la recolección de datos de una vivienda multifamiliar en el barrio Alonso de Alvarado. Estos datos, hacen referencia a la capacidad portante o valor de DF para el diseño estructural, esto se logró a través de un estudio o exploración de mecánica de suelos. Esto se ha visto complementado con la recolección de investigaciones, en donde se pueda evidenciar la obtención de resultados, diseño estructural y/o modelamiento de una edificación del mismo tipo que la diseñada. Así mismo, se ha seleccionado una arquitectura tipo, la cual se adaptó y fue diseñada con la mampostería confinada.

Luego de ello, se procedió a modelar la edificación en el programa SAP 2000, mediante la cual se analizó

el comportamiento sísmico estático y dinámico que ha tenido esta misma, en base a la aplicación de dos tipos de ladrillo. Los resultados se compararán entre sí, realizando el modelado de una vivienda multifamiliar utilizando ladrillos industriales y otra vivienda

multifamiliar utilizando ladrillos artesanales, en cuanto a fuerza sísmica, deriva máxima, periodo de diseño, entre otros elementos característicos del comportamiento sísmico.

2.6. Descripción del proyecto

El edificio que se diseñó está destinado para una vivienda multifamiliar, de tres pisos; y está ubicado en el barrio Alonso de Alvarado en el distrito de Chachapoyas – Amazonas.

El área construida por piso es de 171.76 m²; Los ambientes que tiene la vivienda son: Sala, Hall, dormitorios, cocina- comedor, servicios higiénicos, escalera, pasadizos y patio de servicio.

2.7. Normas empleadas

Las normas que se emplearon para el desarrollo de la presente tesis se basaron en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) vigente, el cual se ha dividido por partes de acuerdo a la etapa del proyecto:

- Norma A.010 Condiciones Generales de Diseño. - La norma A.010 nos establece los criterios y requisitos mínimos para el diseño arquitectónico.
- Norma E.020 Cargas. - Todas las cargas que se emplearon para realizar el análisis sísmico se han extraído de la presente norma, de igual forma los pesos unitarios que se utilizaron. La presente norma establece todos los valores mínimos de las cargas que han sido consideradas en el diseño.
- Norma E.030 Diseño Sismorresistente. - Esta Norma establece todas las condiciones mínimas para el diseño sismorresistente en las edificaciones. Y cuenta con una filosofía del diseño sismorresistente que consiste en:
 - Evitar pérdida de vidas humanas.
 - Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
 - Minimizar los daños a la propiedad.
- Norma E.050 Suelos y cimentaciones. - Esta norma establece los requisitos mínimos para la realización del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS).
- Norma E.070 Albañilería.

2.8. Propiedades de los materiales y plano general

Tabla 1

Propiedades y características de los materiales utilizados

Estructura	Característica y/o propiedad
Concreto simple	
Solados	C-H 1:12
Cimientos corridos	C-H 1:10 + 30% PG o 6" max
Sobrecimientos	C-H 1:8 + 25% PM o 4" max + plastf.
Pisos	$f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$
Concreto armado	
Cimentación	$f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$
Sobrecimientos	$f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$
Columnas y muros	$f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$
Resto de estructura	$f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$
Acero	$f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
Recubrimientos	
Zapatas	7.5 cm
Vigas de cimentación	5 cm
Vigas y columnas peraltadas	4 cm
Vigas Chatas	2.5 cm
Losas	2 cm

En lo que respecta al plano general de la edificación, este se puede visualizar a escala en los anexos del presente informe.

2.9. Diseño de los elementos estructurales

2.9.1. Diseño de los elementos estructurales

Los cálculos se adjuntan los respectivos anexos.

a. Losas:

Figura 3

Detalle de la losa aligerada

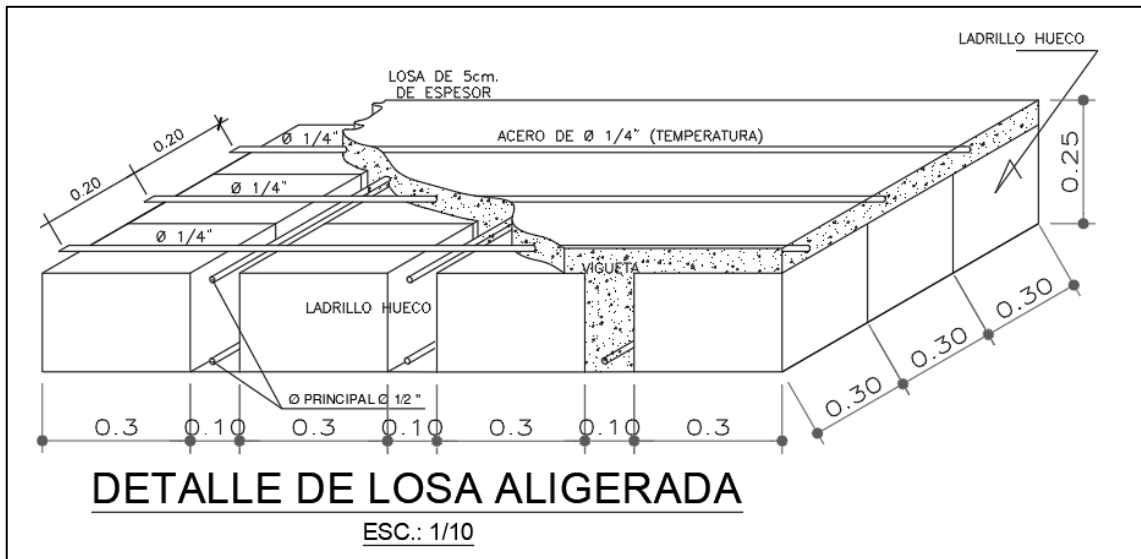
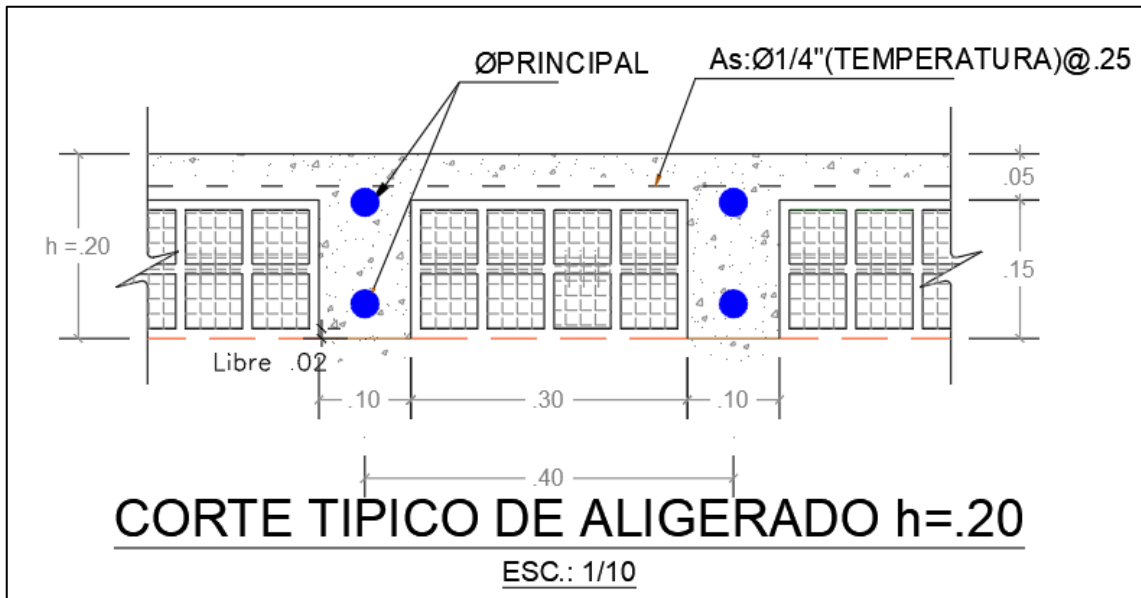


Figura 4

Corte típico del aligerado



b. Columnas:

Figura 5

Remate de columnas

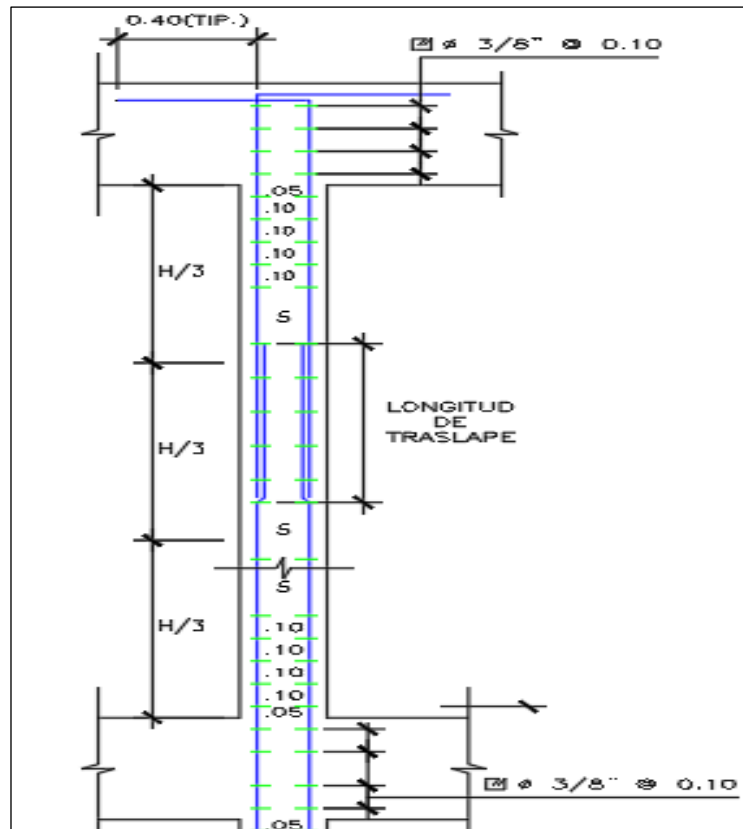


Figura 6

Anclaje de vigas de techo en columnas

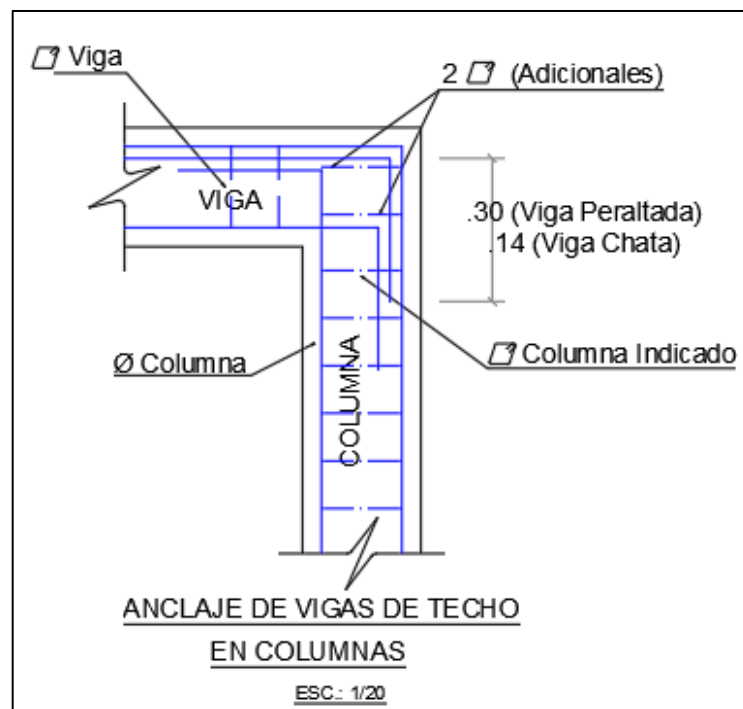


Figura 7

Traslape en columnas

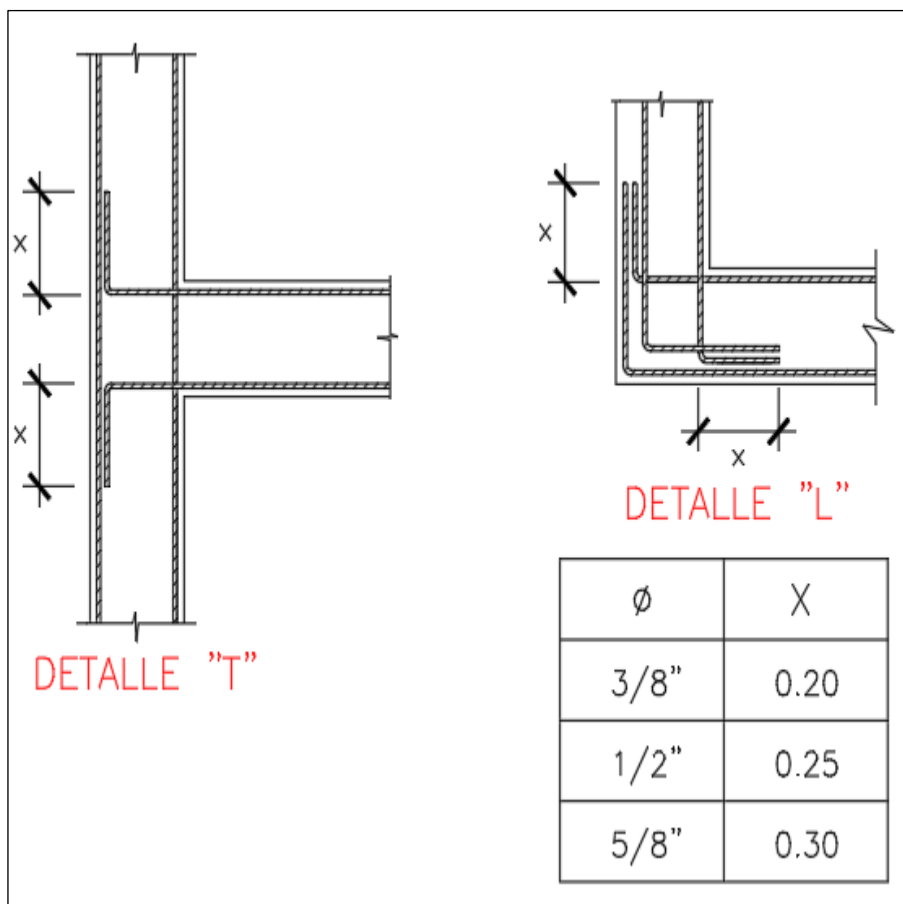
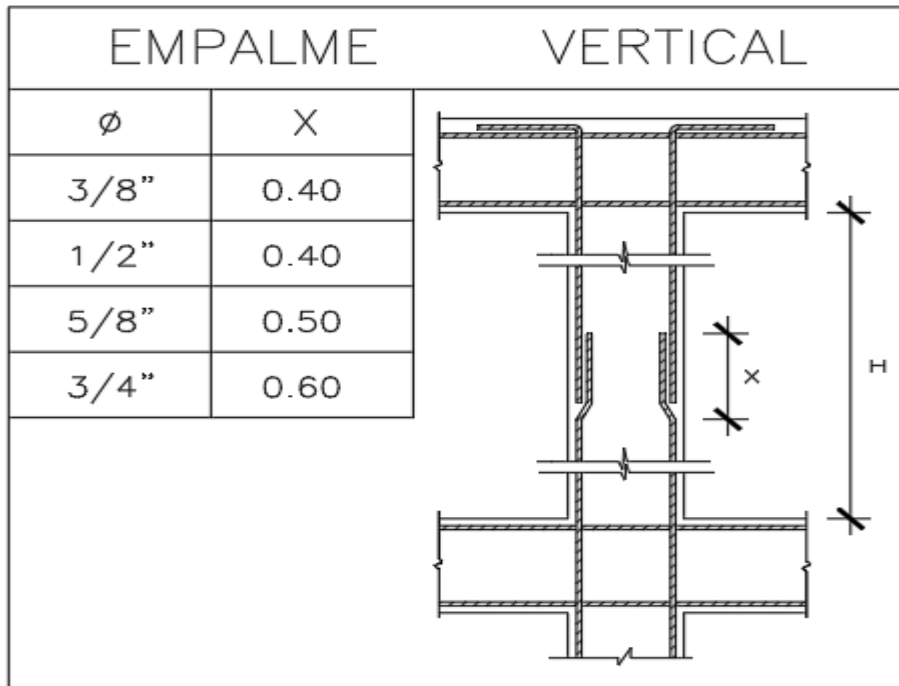
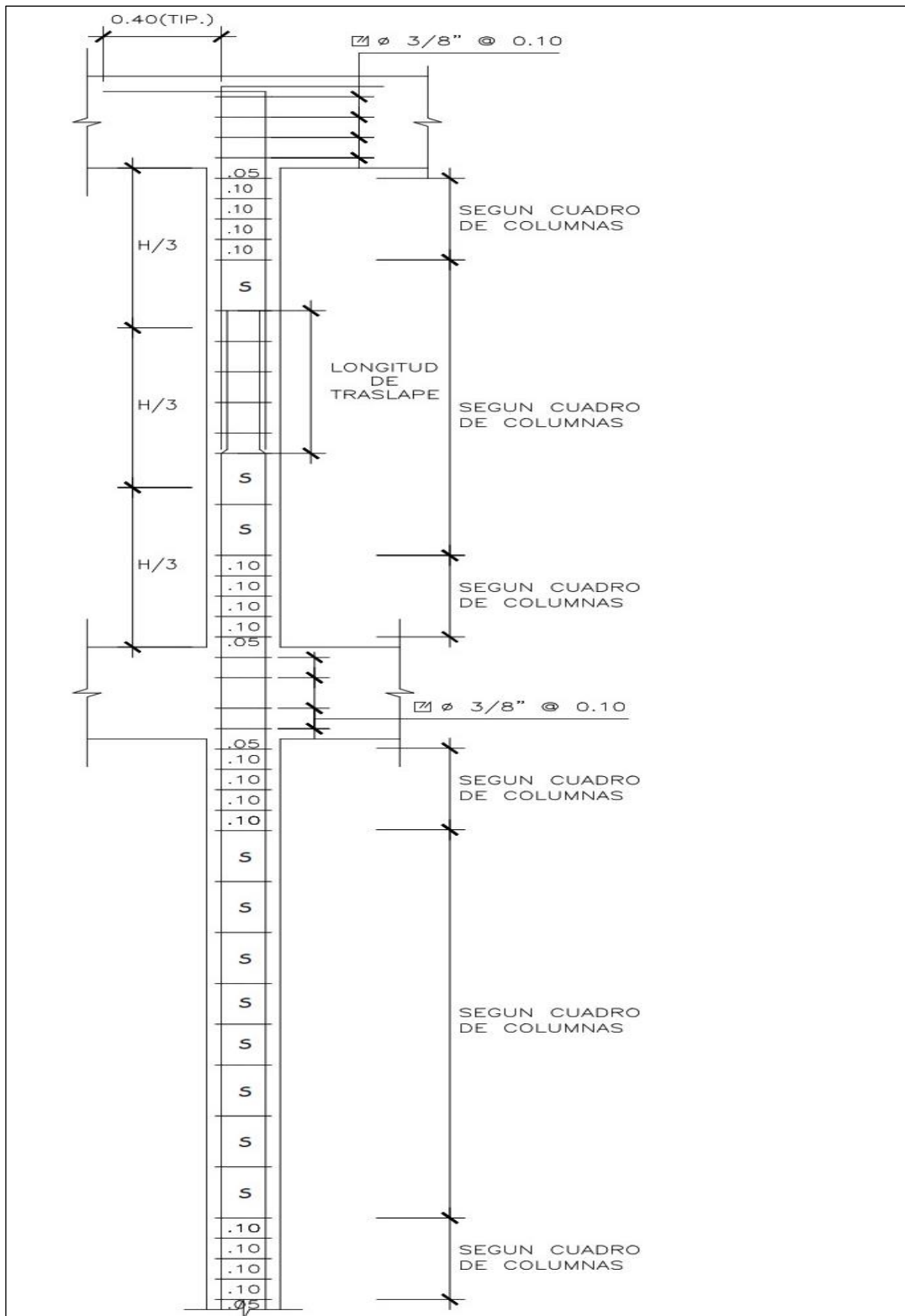


Figura 8

Detalle de elevación de columnas



c. Vigas:

Figura 9

Detalle traslape de vigas.

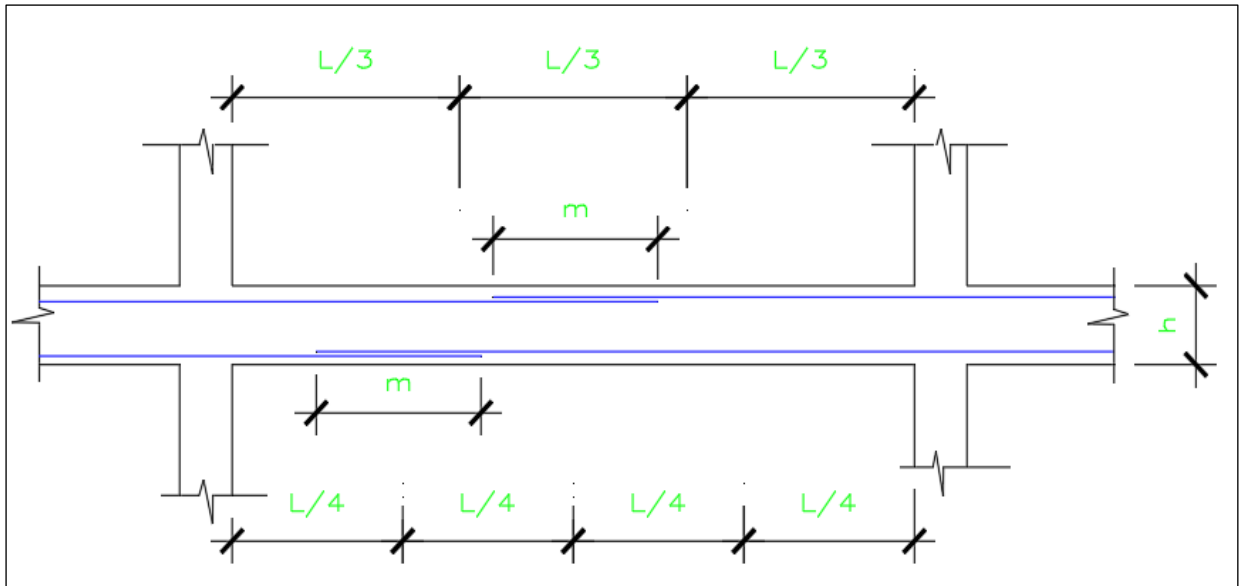
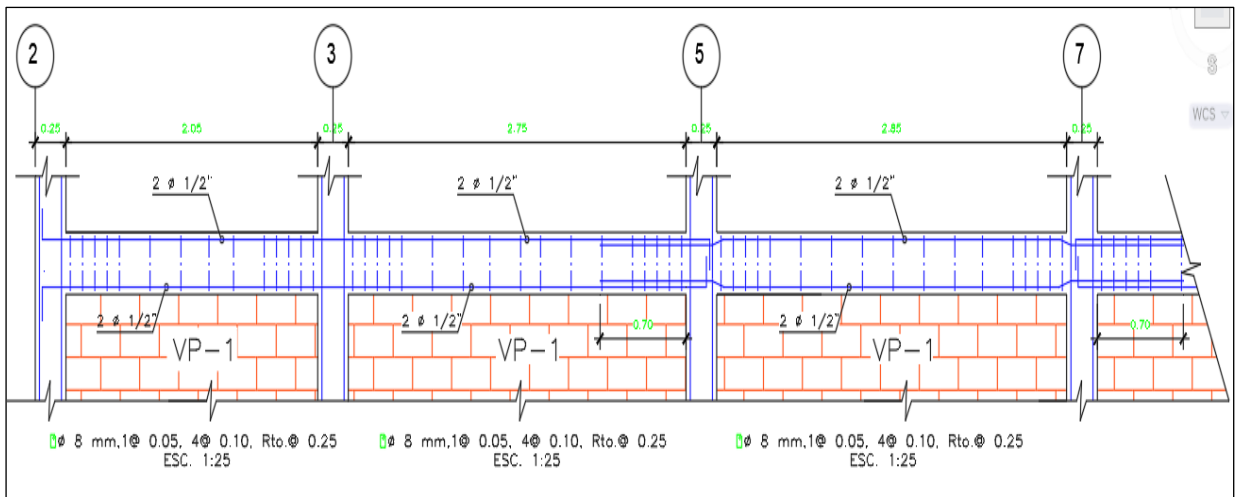


Figura 10

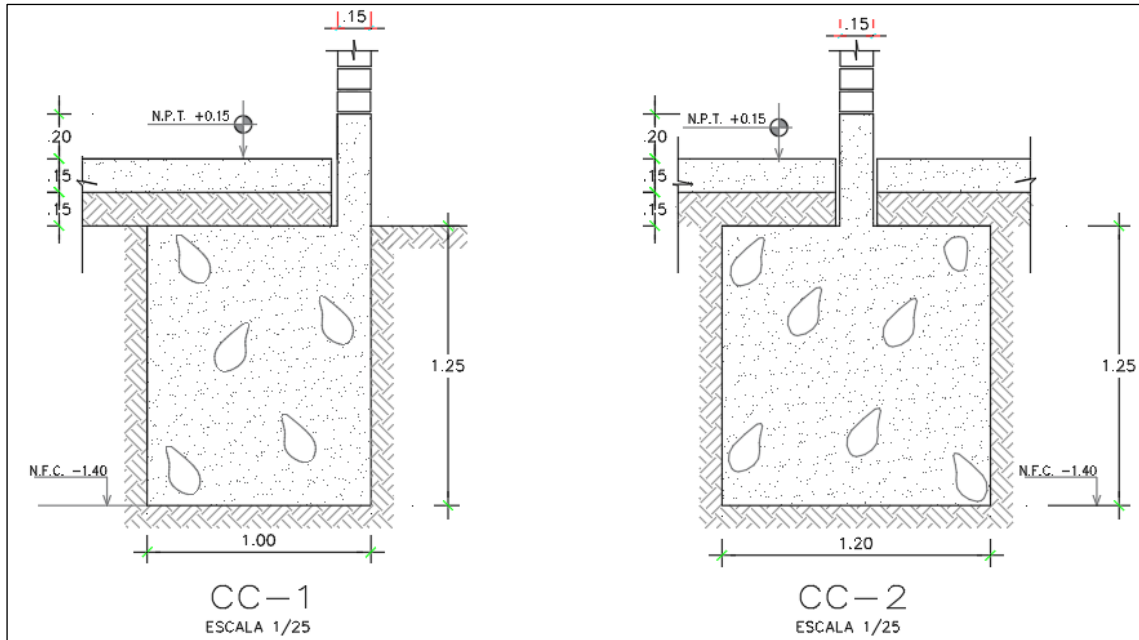
Detalle de la ubicación y longitud de empalmes para vigas



d. Cimentación:

Figura 11

Cimientos de muros de ladrillo



2.9.2. Descripción del uso de elementos

- **Cimentación:**

Se realizó un diseño de cimientos corridos en el anexo 19, en base a los datos técnicos arrojados por el estudio de mecánica de suelos.

- **Albañilería con ladrillos industriales:**

Evaluando la cimentación, es que estas han contado con la siguiente distribución de cargas, en el punto más cargado, Pm (8.10 tn), Pv (8.50 tn), Mm (1.59 tn*m), Mv (2.25 tn*m), Psx (0 ton) y Msx (-1.43 tn*m), para la distribución longitudinal. Mientras que, se ha consignado un total de Mm (-0.15 tn*m), Mv (-0.15 tn *m), Psx (-0.30 ton) y Msx (0.80 tn*m).

Con la finalidad de poder diseñar las columnas, es que se ha tomado como referencia la norma E.070, diseño de columnas de confinamiento. En base a ello, es que se ha establecido la consideración de 4 aceros de ½ pulgada en la columna C-1 de (0.15x0.25 cm), 4 aceros de ½” pulgada en la columna C-2 de (0.25x0.25 cm) y 6 aceros de ½” pulgada en la columna tipo (L) C-4 de (0.15x0.30 cm). En base a esta condición, es que se ha podido establecer la consideración de aceros transversales de 3/8 de pulgada, siendo

el primer acero considerado a 5 centímetros, 4 aceros de 3/8" a 10 centímetros y el resto a 25 centímetros (Anexo 17).

De acuerdo a lo expuesto en el Anexo 18, es que se ha establecido que las vigas que han sido consideradas en la investigación, han contado con aceros de refuerzo de 3/8 pulgadas. Así mismo, es que las dimensiones de las vigas, han correspondido a ser de VS-2 de 15 x 20 cm en muros de soga y VS-1 de 25x20 cm en muros de cabeza, debido a que estas no han sido de tipo estructurales, sino que, por el contrario, estas se han caracterizado por haber servido como elementos de confinamiento. Además de lo expuesto, es que en el Anexo 18, se ha diseñado de por cortante la viga de las dimensiones mencionadas, alcanzando una distribución de aceros, de 1/4", siendo el primero de estos ubicado a 5 cm, 4 a 10.00 cm y el resto a 25.00 cm.

Ahondando en la losa aligerada, se puede señalar que, esta contará con un alto de 20 centímetros, recurriendo a la distribución de aceros de 1/2 pulgada, con una distribución asumida de 25 centímetros para los aceros de temperatura.

- **Albañilería con ladrillos artesanales:**

Evaluando la cimentación, es que estas han contado con la siguiente distribución de cargas, en el punto más cargado, Pm (10.30 tn), Pv (9.60 tn), Mm (1.67 tn*m), Mv (2.64 tn*m), Psx (0 ton) y Msx (-1.42 tn*m), para la distribución longitudinal. Mientras que, se ha consignado un total de Mm (-0.11 tn*m), Mv (-0.13 tn*m), Psx (-0.24 ton) y Msx (0.653 tn*m).

Con la finalidad de poder diseñar las columnas, Con la finalidad de poder diseñar las columnas, es que se ha tomado como referencia la norma E.070, diseño de columnas de confinamiento. En base a ello, es que se ha establecido la consideración de 4 aceros de 1/2 pulgada en la columna C-1 de (0.15x0.25 cm), 4 aceros de 1/2" pulgada en la columna C-2 de (0.25x0.25 cm) y 6 aceros de 1/2" pulgada en la columna tipo (L) C-4 de (0.15x0.30 cm). En base a esta condición, es que se ha podido establecer la consideración de aceros transversales de 3/8 de pulgada, siendo el primer acero considerado a 5 centímetros, 4 aceros de 3/8" a 10 centímetros y el resto a 25 centímetros (Anexo 7).

De acuerdo a lo expuesto en el Anexo 9, es que se ha establecido que las vigas que han sido consideradas en la investigación, han contado con aceros de refuerzo de 3/8 pulgadas. Así mismo, es que las dimensiones de las vigas, han correspondido a ser de VS-2 de 15 x

20 cm en muros de soga y VS-1 de 25x20 cm en muros de cabeza, debido a que estas no han sido de tipo estructurales, sino que, por el contrario, estas se han caracterizado por haber servido como elementos de confinamiento. Además de lo expuesto, es que en el Anexo 9, se ha diseñado de por cortante la viga de las dimensiones mencionadas, alcanzando una distribución de aceros, de 1/4", siendo el primero de estos ubicado a 5 cm, 4 a 10.00 cm y el resto a 25.00 cm.

Ahondando en la losa aligerada, se puede señalar que, esta contará con un alto de 20 centímetros, recurriendo a la distribución de aceros de ½ pulgadas, con una distribución asumida de 25 centímetros para los aceros de temperatura.

2.10. Análisis sísmico estático según NTE E.030

Mediante el análisis sísmico estático se calcula la sumatoria de fuerzas que actúan en cada piso de una edificación, procediendo de la siguiente manera:

2.10.1. Análisis sísmico estático en albañilería industrial

En este ítem se desarrollará el análisis para albañilería del tipo de ladrillos industriales.

A. Análisis estructural según Norma E.030 – 2020:

1. Zonificación, según norma E-030

Localidad: Prolongación Santo Domingo

Distrito : Chachapoyas

Provincia : Chachapoyas

Región : Amazonas

ZONA 2
Z = 0.25 g

2. Parámetros de sitio, según E-030

Tabla 2

Clasificación de los perfiles de suelo

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE 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	Se basa en el EMS		

Fuente: Norma E.030 2020.

En la siguiente imagen se presenta el cuadro resumen del Estudio de mecánica de suelos, realizado en el lote focalizado del barrio Alonso de Alvarado – Chachapoyas:

Figura 12

Datos del estudio de mecánica de suelos

G.- ASENTAMIENTO (S_i)				
Presión por carga admisible	q_{adm}	=	0.57	Kg/cm ²
Relación de Poisson	μ	=	0.25	
Módulo de Elasticidad	E_s	=	400	Kg/cm ²
Asentamiento permisible	$S_{i(max)}$	=	2.54	cm
Ancho de la cimentación	B	=	1.50	m
Factor de forma	I_f	=	1.12	m/m
Asentamiento	S_i	=	0.002	m
Asentamiento	S_i	=	0.24	cm
Presión por carga	q_{adm}	=	0.57	Kg/cm ²
Presión de carga asumida por asentamiento	q_{adm}	=	0.60	Kg/cm ²

- Se ha identificado según el EMC que, el $q_{adm} = 0.57 \text{ Kg/cm}^2$, el cual equivale a 57 kpa, por lo tanto, nuestro suelo sería el S_2 .

PERFIL	TIPO	S2
S =	1.20	
$T_P =$	0.60	s
$T_L =$	2.00	s

3. Categoría del edificio, según E-030

CATEGORÍA: Edificaciones
Comunes

$$U = 1.00$$

4. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas, según E-030

CATEGORÍA: Albañilería
confinada

$$R_o = 3.00$$

5. Factor de amplificación sísmica (c), según E-030

$$T \leq T_p$$

$$C = 2.50$$

6. Periodo fundamental de vibración, según E-030

$$T = \frac{H_n}{C_t}$$

$$\begin{aligned} H_n &= 8.40 \\ C_t &= 60.00 \\ T &= 0.14 \end{aligned}$$

7. Factores de irregularidad, según E-030

Tabla 3

Irregularidades en altura

Irregularidad en Altura	Ia	1.00
Irregularidad de Rigidez - Piso		
Blando	Ia =	1.00
Irregularidad de Resistencia - Piso		
Débil	Ia =	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	Ia =	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	Ia =	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	Ia =	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	Ia =	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	Ia =	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	Ia =	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Irregularidades en planta

Irregularidad en Planta	Ip	0.90
Irregularidad Torsional	Ip =	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	Ip =	1.00
Esquinas Entrantes	Ip =	0.90
Discontinuidad del Diafragma	Ip =	1.00
Sistemas no Paralelos	Ip =	1.00

Fuente: Elaboración propia.

8. Aceleración espectral, según E-030

$$\frac{ZUCS}{R} = 0.2778$$

B. Análisis estático según Norma E.030 – 2020

1. Periodo fundamental

$$T = h_n/C_t$$

h_n	8.40	m
C_t	60.00	
T	0.14	s

2. Coeficiente de amplificación sísmica

$T < T_P$	CUMPLE
$T_P < T < T_L$	NO
$T > T_L$	NO

T	0.14	s
$T_P =$	0.60	s
$T_L =$	2.00	s
C =	2.50	

3. Fuerza cortante en la base

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad \left| \frac{C}{R} \geq 0.11 \right|$$

$$C/R = 2.50/3.00 \quad 0.83 \quad \text{Cumple}$$

Z =	0.25	g
U =	1.00	
C =	2.50	
S =	1.20	
R =	3.00	
PESO SÍSMICO	1,133.11	Tn

4. Fuerza sísmica

Teniendo en cuenta el modelado en el software SAP2000 v20, se determinó el peso en cada piso de la edificación, según el siguiente cuadro:

- **Paso 1:** Determinación del material ladrillo industrial $F'c = 65 \text{ Kg/cm}^2$.

Figura 13

Determinación del material de ladrillo industrial $f'c = 65 \text{ Kg/cm}^2$

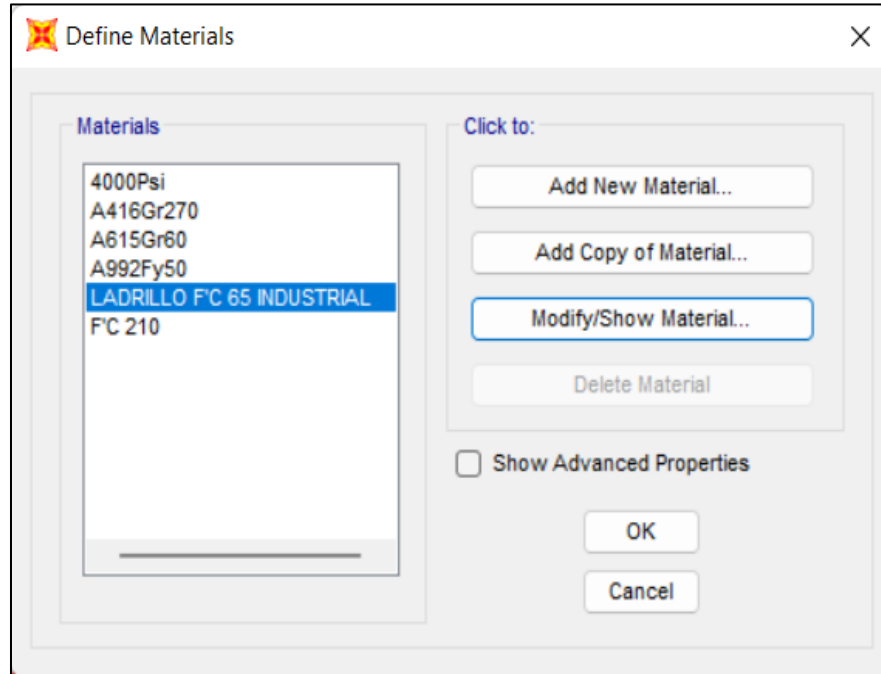
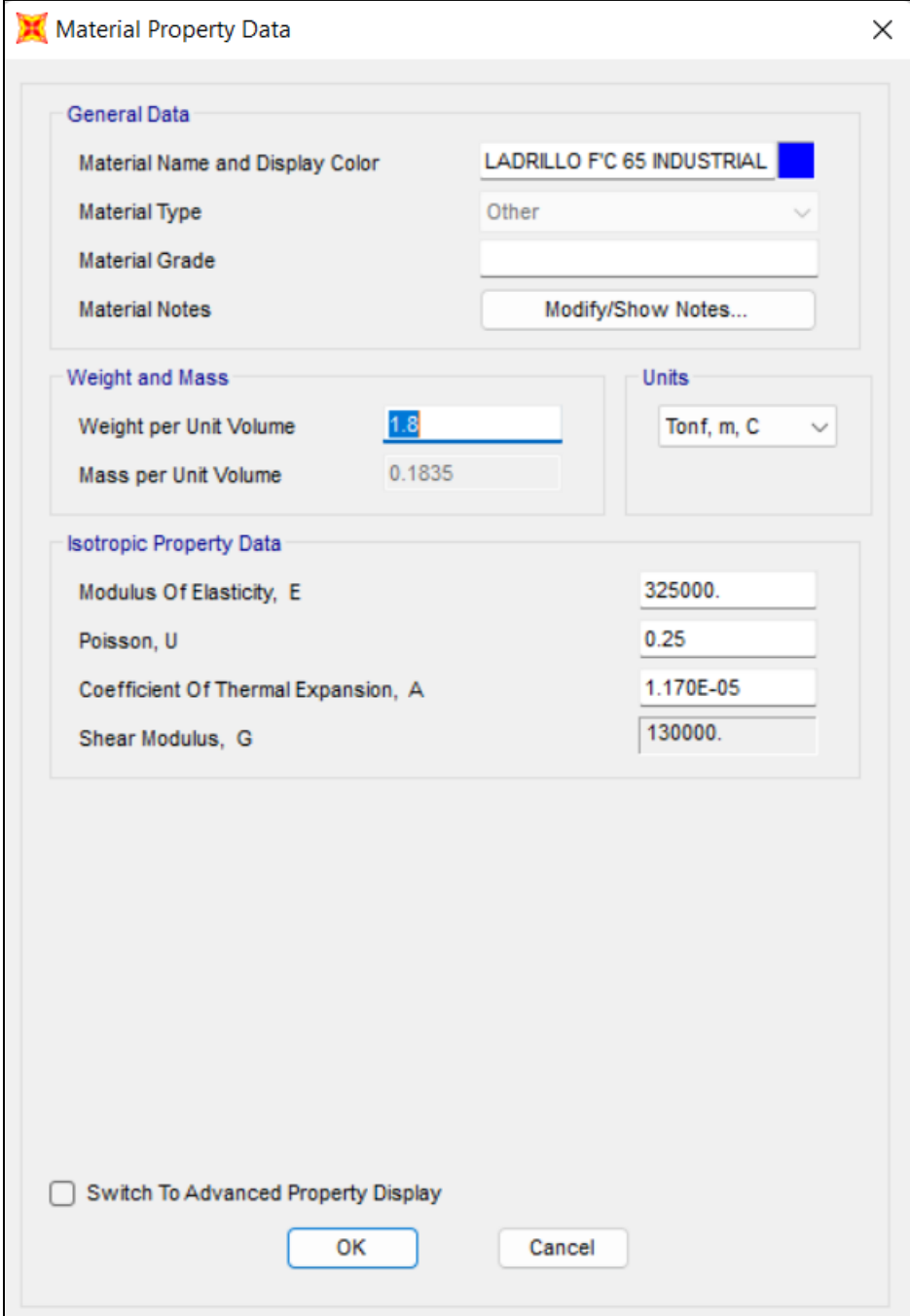


Figura 14

Propiedades del ladrillo industrial



The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into three main sections: "General Data", "Weight and Mass", and "Isotropic Property Data".

- General Data:** Contains fields for "Material Name and Display Color" (set to "LADRILLO F'C 65 INDUSTRIAL" with a blue color swatch), "Material Type" (set to "Other"), "Material Grade" (empty), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Weight and Mass:** Contains "Weight per Unit Volume" (input field with "1.8" and a unit dropdown set to "Tonf, m, C"), and "Mass per Unit Volume" (input field with "0.1835").
- Isotropic Property Data:** Contains four input fields: "Modulus Of Elasticity, E" (325000.), "Poisson, U" (0.25), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (1.170E-05), and "Shear Modulus, G" (130000.).

At the bottom of the dialog, there is a checkbox labeled "Switch To Advanced Property Display" which is currently unchecked. Below the checkbox are two buttons: "OK" and "Cancel".

- **Paso 2:** Se calcula la masa en cada piso según el modelado en SAP2000:

Figura 15

Vista del modelado en X-Z.

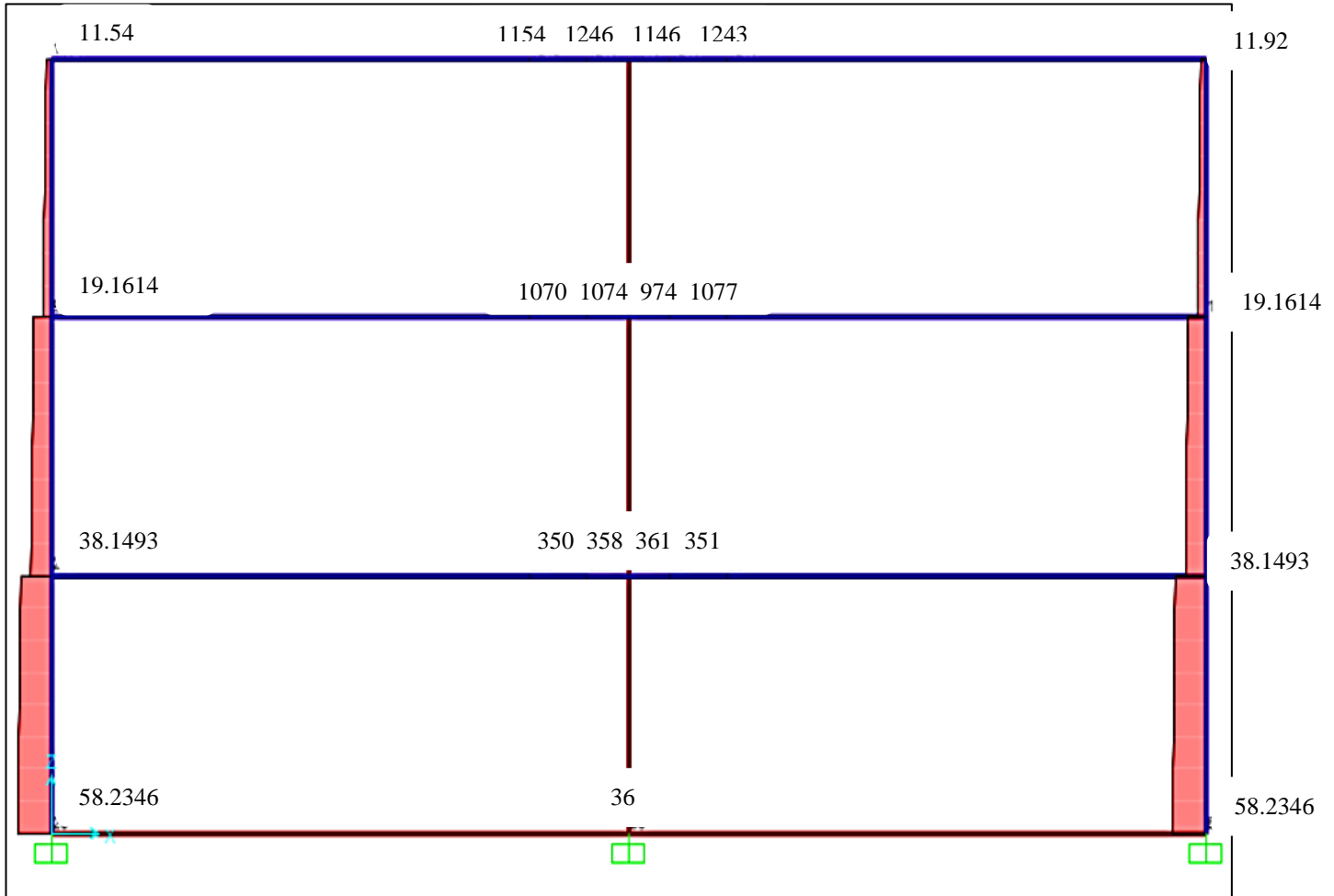


Figura 16

Reporte de fuerza en el piso 1

Section Cutting Line

	X	Y	Z
Start Point	0	26.5	2.8
End Point	15.3	26.5	2.8

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	7.65	26.5	2.8	0

Include: Frames Shells Asolids Planes Solids Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	-6.979E-03	-0.0177	58.2346	-0.0283	-0.0604	-18.8024
Moment	-9.821E-03	0.2706	0.0307	0.0936	-0.0973	6.013E-04

Buttons: Save Cut, Save Cut, Close, Refresh

Figura 17

Reporte de fuerza en el piso 2

Section Cutting Line

	X	Y	Z
Start Point	0	26.5	5.6
End Point	15.3	26.5	5.6

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	7.65	26.5	5.6	0

Include: Frames Shells Asolids Planes Solids Links

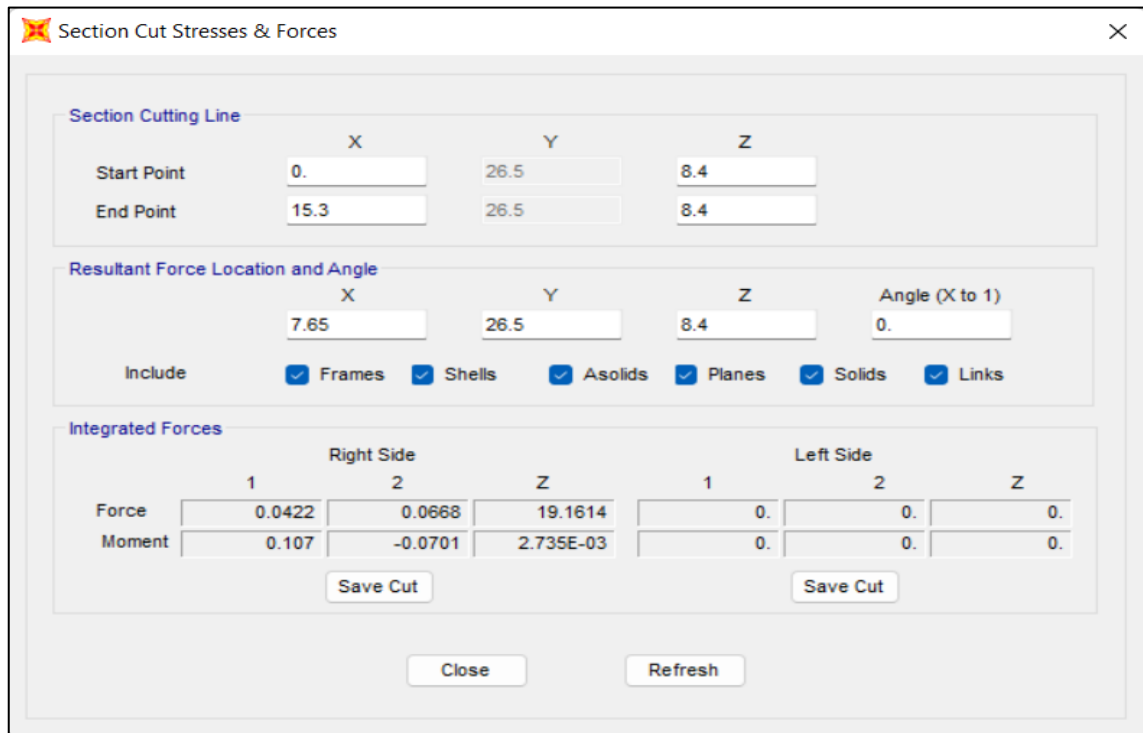
Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	0.0283	0.0604	38.1493	-0.0422	-0.0668	0.1854
Moment	0.0754	0.018	-6.013E-04	0.0801	-0.0482	-2.735E-03

Buttons: Save Cut, Save Cut, Close, Refresh

Figura 18

Reporte de fuerza en el piso 3



- **Paso 3:** Se multiplica la masa por gravedad para obtener el peso por cada piso:

Tabla 5

Masas por gravedad (industrial)

Piso	Masa	Gravedad	Peso (Tn)
z1	58.2346	9.8066	571.08
z2	38.1493	9.8066	374.11
z3	19.1614	9.8066	187.91

Fuente: Elaboración propia.

- **Paso 4:** Cálculo del peso total:

Tabla 6

Peso de la edificación (industrial)

Piso	Altura	Peso de la edificación	
3	8.40m	187.91	Tn
2	5.60m	374.11	Tn
1	2.80m	571.08	Tn
PESO TOTAL		1,133.11	Tn

Fuente: Elaboración propia.

- **Paso 5:** Determinación del valor “k”

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
 b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

T	0.14	s
k	1.00	

- **Paso 6:** Cálculo de las fuerzas sísmicas horizontes:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Tabla 7

Fuerzas sísmicas (industrial)

Piso	hi (m)	Pi (Tn)	Pi (hi) ^k	Pi (hi) ^k Acumulado	αi	Fi (Tn)	V Acumulado
1	2.80	196.97	551.52	3172.58	0.174	48.419	278.27
2	5.60	186.20	1042.72	2621.16	0.328	91.273	278.27
3	8.40	187.91	1578.44	1578.44	0.498	138.578	278.27

Fuente: Elaboración propia.

- **Paso 7:** Cálculo de las derivas:
 - **Para el eje X:**

Figura 19

Desplazamientos en el eje X (industrial)

The screenshot shows a software window titled 'Joint Displacements'. It contains a table with the following data:

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
83	SEx	LinStatic	0	0	0	0	0	0
284	SEx	LinStatic	0.000199	4.6E-05	-7E-05	-1.1E-05	5.7E-05	1.6E-05
1022	SEx	LinStatic	0.000373	7.3E-05	-0.000101	-1.2E-05	1.9E-05	5.6E-05
1194	SEx	LinStatic	0.000465	9.6E-05	-0.000105	-1E-05	2.1E-05	9.6E-05

Tabla 8

Derivas para el eje X (industrial)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva
1	2.80	0.000199	0.000174	0.000392	0.0001398
2	2.80	0.000373	0.000092	0.000207	0.0000739
3	2.80	0.000465	0.000465	0.001046	0.0003737

Fuente: Elaboración propia.

- Para el eje Y

Figura 20

Desplazamientos en el eje Y (industrial)

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
36	SEy	LinStatic	0	0	0	0	0	0
83	SEy	LinStatic	0	0	0	0	0	0
236	SEy	LinStatic	-1.956E-06	0.000212	-4.1E-05	-5.8E-05	-1.776E-07	-3.737E-07
284	SEy	LinStatic	5.551E-06	0.00021	-5E-05	-6E-05	1.194E-06	-3.899E-07
974	SEy	LinStatic	-4.371E-06	0.000422	-6.1E-05	-4.6E-05	-7.495E-07	-8.57E-07
1022	SEy	LinStatic	8.489E-07	0.000404	-7.1E-05	-3.9E-05	-1.181E-06	3.152E-06
1146	SEy	LinStatic	-6.198E-06	0.000546	-6.7E-05	-3.4E-05	-2.592E-07	-1.238E-06
1194	SEy	LinStatic	-6.078E-07	0.000518	-7.6E-05	-3.1E-05	1.431E-06	3.833E-06

Tabla 9

Derivas para el eje Y (industrial)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva
1	2.80	0.000212	0.0002100	0.000473	0.000169
2	2.80	0.000422	0.0001240	0.000279	0.000100
3	2.80	0.000546	0.0005460	0.001229	0.000439

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10*Límites de la distorsión de entrepiso*

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material predominante	Δ_l/h_{ei}
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Norma E.030 2020.

Nota: Según la Norma E.030 para el desplazamiento lateral relativo admisibles en albañilería es de 0.005.

2.10.2. Análisis sísmico estático en albañilería artesanal

En este ítem se desarrollará el análisis para albañilería del tipo de ladrillos artesanales.

A. Análisis estructural según Norma E.030 – 2020:

1. Zonificación, según norma E-030

Distrito : Chachapoyas

Provincia : Chachapoyas

Región : Amazonas

ZONA 2
Z = 0.25g
0.26

2. Parámetros de sitio, según E-030

Tabla 11

Clasificación de los perfiles de suelo

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE 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	Se basa en el EMS		

Fuente: Norma E.030 2020.

- En la siguiente imagen se presenta el cuadro resumen de del Estudio de mecánica de suelos, realizado en el lote focalizado del barrio Alonso de Alvarado – Chachapoyas:

Figura 21

Datos del estudio de mecánica de suelos

G.- ASENTAMIENTO (S_i)				
Presión por carga admisible	q_{adm}	=	0.57	Kg/cm^2
Relación de Poisson	μ	=	0.25	
Módulo de Elasticidad	E_s	=	400	Kg/cm^2
Asentamiento permisible	$S_{i(max)}$	=	2.54	cm
Ancho de la cimentación	B	=	1.50	m
Factor de forma	I_f	=	1.12	m/m
Asentamiento	S_i	=	0.002	m
Asentamiento	S_i	=	0.24	cm
Presión por carga	q_{adm}	=	0.57	Kg/cm^2
Presión de carga asumida por asentamiento	q_{adm}	=	0.60	Kg/cm^2

- Se ha identificado según el EMC que, el $q_{adm} = 0.57 \text{ Kg/cm}^2$, el cual equivale a 57 Kpa, por lo tanto, nuestro suelo sería el S_2 .

PERFIL TIPO S2

S = 1.20
T_P = 0.60 s
T_L = 2.00 s

3. Categoría del edificio, según E-030

CATEGORÍA: Edificaciones
Comunes

U = 1.00

4. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas, según E-030

CATEGORÍA: Albañilería
confinada

R_o = 3.00

5. Factor de amplificación sísmica (c), según E-030

$$T \leq T_p$$

C = 2.50

6. Periodo fundamental de vibración, según E-030

$$T = \frac{H_n}{C_t}$$

H_n = 8.40
C_t = 60.00
T = 0.14

7. Factores de irregularidad, según E-030

Tabla 12

Irregularidades en altura

Irregularidad en Altura	Ia	1.00
Irregularidad de Rigidez - Piso		
Blando	Ia =	1.00
Irregularidad de Resistencia - Piso		
Débil	Ia =	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	Ia =	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	Ia =	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	Ia =	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	Ia =	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	Ia =	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	Ia =	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Irregularidades en planta

Irregularidad en Planta	Ip	0.90
Irregularidad Torsional	Ip =	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	Ip =	1.00
Esquinas Entrantes	Ip =	0.90
Discontinuidad del Diafragma	Ip =	1.00
Sistemas no Paralelos	Ip =	1.00

Fuente: Elaboración propia.

8. Aceleración espectral, según E-030

$$\frac{ZUCS}{R} = 0.2778$$

B. Análisis estático según Norma E.030 – 2020

1. Periodo fundamental

$$T = h_n / C_t$$

h_n	8.40	m
C_t	60.00	
T	0.14	s

2. Coeficiente de amplificación sísmica

$T < T_P$	CUMPLE
$T_P < T < T_L$	NO
$T > T_L$	NO

T	0.14	s
$T_P =$	1.00	s
$T_L =$	1.60	s
C =	2.50	

3. Fuerza cortante en la base

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

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

C/R 0.83 Cumple

Z =	0.25	g
U =	1.00	
C =	2.50	
S =	1.20	
R =	3.00	
PESO SÍSMICO	1,172.52	Tn

4. Fuerza sísmica

Teniendo en cuenta el modelado en el software SAP2000 v20, se determinó el peso en cada piso de la edificación, según el siguiente cuadro:

- **Paso 1:** Determinación del material ladrillo industrial $f'c = 35$.

Figura 22

Determinación del material de ladrillo artesanal $f'c = 35$

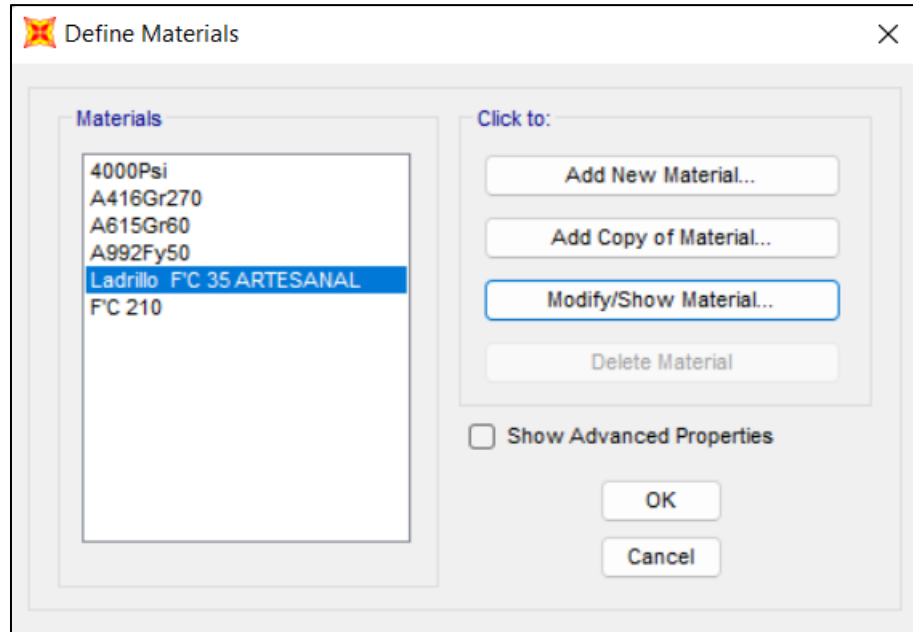


Figura 23

Propiedades del ladrillo artesanal

The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into three main sections: "General Data", "Weight and Mass", and "Isotropic Property Data".

- General Data:** Contains fields for "Material Name and Display Color" (set to "Ladrillo F'C 35 ARTESANAL" with a blue color swatch), "Material Type" (set to "Other"), "Material Grade" (empty), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Weight and Mass:** Contains "Weight per Unit Volume" (1.8) and "Mass per Unit Volume" (0.1835). To the right is a "Units" dropdown menu set to "Tonf, m, C".
- Isotropic Property Data:** Contains four numerical input fields: "Modulus Of Elasticity, E" (175000.), "Poisson, U" (0.25), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (1.170E-05), and "Shear Modulus, G" (70000.).

At the bottom of the dialog, there is an unchecked checkbox labeled "Switch To Advanced Property Display" and two buttons: "OK" and "Cancel".

- **Paso 2:** Se calcula la masa en cada piso según el modelado en SAP2000:

Figura 24

Vista del modelado en X-Z.

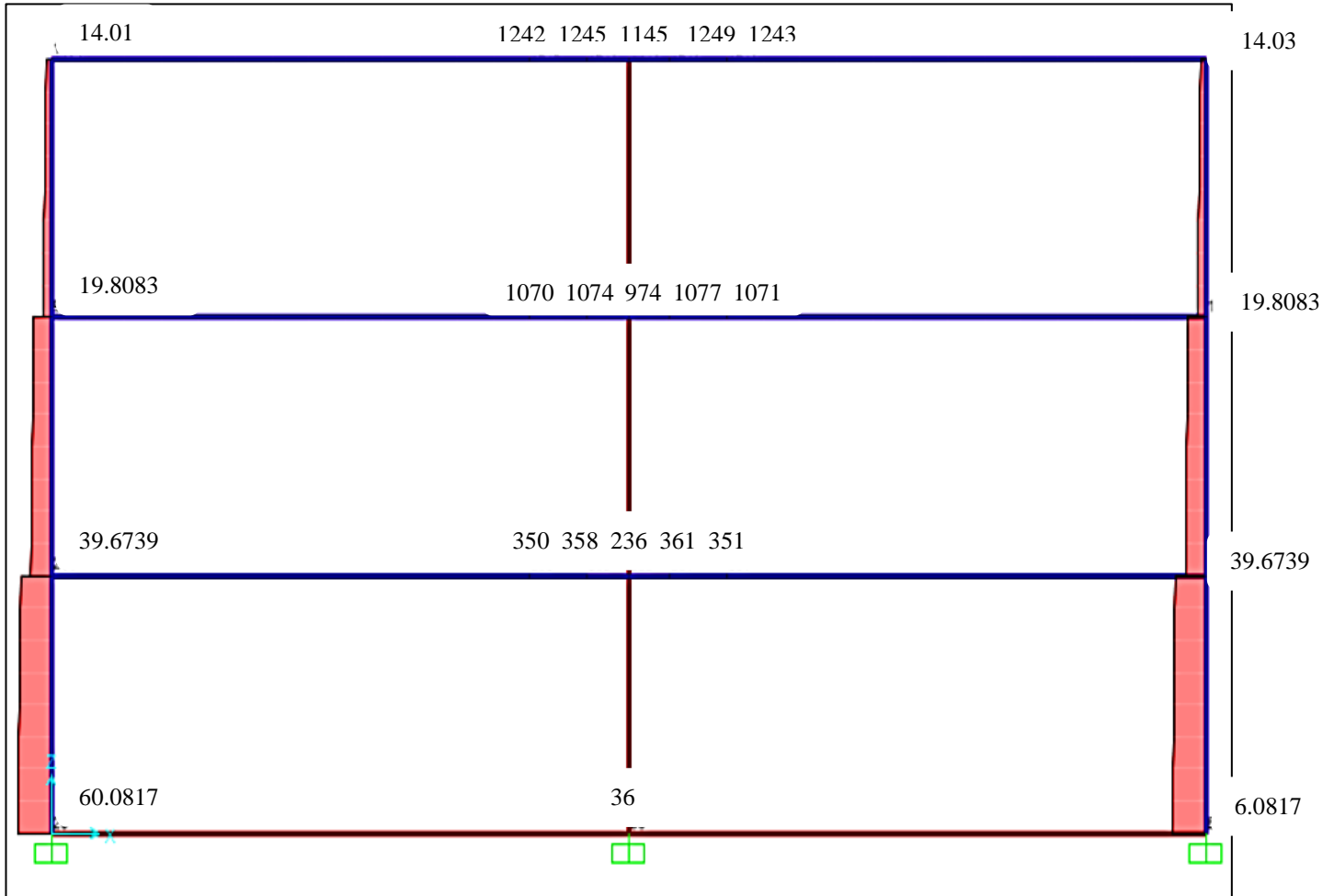


Figura 25

Reporte de fuerza en el piso 1

Section Cut Stresses & Forces

Section Cutting Line

	X	Y	Z
Start Point	0	26.5	2.8
End Point	15.3	26.5	2.8

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	7.65	26.5	2.8	0.

Include Frames Shells Asolids Planes Solids Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	0.0324	-0.0266	60.0817	-0.0691	-0.03	-20.327
Moment	-0.0285	0.4026	0.033	0.0684	-0.2821	6.127E-03

Save Cut Save Cut

Close Refresh

Figura 26

Reporte de fuerza en el piso 2

Section Cut Stresses & Forces

Section Cutting Line

	X	Y	Z
Start Point	0	26.5	5.6
End Point	15.3	26.5	5.6

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	7.65	26.5	5.6	0.

Include Frames Shells Asolids Planes Solids Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	0.0691	0.03	39.6739	-0.0661	-0.0237	-0.4614
Moment	0.0156	0.0885	-6.127E-03	0.0107	-0.1451	-5.867E-03

Save Cut Save Cut

Close Refresh

Figura 27

Reporte de fuerza en el piso 3

Section Cutting Line

	X	Y	Z
Start Point	0.	26.5	8.4
End Point	15.3	26.5	8.4

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	7.65	26.5	8.4	0.

Include Frames Shells Asolids Planes Solids Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	0.0661	0.0237	19.8083	0.	0.	0.
Moment	0.0558	-0.0401	5.867E-03	0.	0.	0.

Save Cut Save Cut

Close Refresh

- **Paso 3:** Se multiplica la masa por gravedad para obtener el peso por cada piso:

Tabla 14

Masas por gravedad (artesanal)

Piso	Masa	Gravedad	Peso (Tn)
z1	60.0817	9.8066	589.20
z2	39.6739	9.8066	389.07
z3	19.8083	9.8066	194.25

Fuente: Elaboración propia.

- **Paso 4:** Cálculo del peso total:

Tabla 15

Peso de la edificación (artesanal)

Piso	Altura	Peso de la edificación	
3	8.40m	194.25	Tn
2	5.60m	389.07	Tn
1	2.80m	589.20	Tn
PESO TOTAL		1,172.52	Tn

Fuente: Elaboración propia.

- **Paso 5:** Determinación del valor “k”

a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.

b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

T	0.14	s
k	1.00	

- **Paso 6:** Cálculo de las fuerzas sísmicas horizontes:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Tabla 16

Fuerzas sísmicas (artesanal)

Piso	hi (m)	Pi (Tn)	Pi (hi) ^k	Pi (hi) ^k Acumulado	ai	Fi (Tn)	V Acumulado
1	2.80	200.13	560.364	3283.05	0.171	50.125	293.13
2	5.60	194.82	1090.99	2722.69	0.332	97.319	293.13
3	8.40	194.25	1631.70	1631.70	0.497	145.686	293.13

Fuente: Elaboración propia.

- **Paso 7:** Cálculo de las derivas:
 - **Para el eje X:**

Figura 28

Desplazamiento en el eje X (artesanal)

The screenshot shows a software window titled 'Joint Displacements'. It contains a table with the following data:

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
83	SEx	LinStatic	0	0	0	0	0	0
284	SEx	LinStatic	0.000329	4.7E-05	-9E-05	-1.2E-05	9.3E-05	1.6E-05
1022	SEx	LinStatic	0.000618	7.8E-05	-0.00013	-1.5E-05	3.3E-05	5.6E-05
1194	SEx	LinStatic	0.000773	0.000108	-0.000137	-1.5E-05	3.7E-05	9E-05

Tabla 17

Derivas en X (artesanal)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva
1	2.80	0.000329	0.000289	0.000650	0.0002322
2	2.80	0.000618	0.000155	0.000349	0.0001246
3	2.80	0.000773	0.000773	0.001739	0.0006212

Fuente: Elaboración propia.

- Para el eje Y:

Figura 29

Desplazamiento en el eje Y (artesanal)

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
36	SEy	LinStatic	0	0	0	0	0	0
236	SEy	LinStatic	-3.768E-06	0.000314	-6E-05	-8E-05	-4.114E-07	-3.701E-07
974	SEy	LinStatic	-7.77E-06	0.000611	-8.7E-05	-6.3E-05	-9.752E-07	-9.109E-07
1146	SEy	LinStatic	-1.1E-05	0.000775	-9.3E-05	-4.6E-05	-4.935E-07	-1.197E-06

Tabla 18

Derivas en Y (artesanal)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva
1	2.80	0.000314	0.0002970	0.000668	0.000239
2	2.80	0.000611	0.0001640	0.000369	0.000132
3	2.80	0.000775	0.0007750	0.001744	0.000623

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19*Límites de la distorsión del entrepiso*

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material predominante	Δ_l/h_{ei}
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Norma E.030 2020.

Nota: Según la Norma E.030 para el desplazamiento lateral relativo admisibles en albañilería es de 0.005.

2.11. Análisis sísmico dinámico modal espectral según NTE E.030

2.11.1. Análisis sísmico dinámico modal espectral en el tipo industrial

Para realizar el análisis dinámico se procede con los siguientes pasos:

1. Calculamos las masas rotacionales y traslacionales

Tabla 20*Masas rotacionales y traslacionales (industrial)*

Nivel i	LARGO m	ANCHO M	Wi kg	MTx kg.s ² /m	MTy kg.s ² /m	MR kg.m.s ²
1	26.00	11.80	589.2	60.12	60.12	4,514.19
2	26.00	11.80	389.07	39.70	39.70	2,980.88
3	26.00	11.80	194.25	19.82	19.82	1,488.26

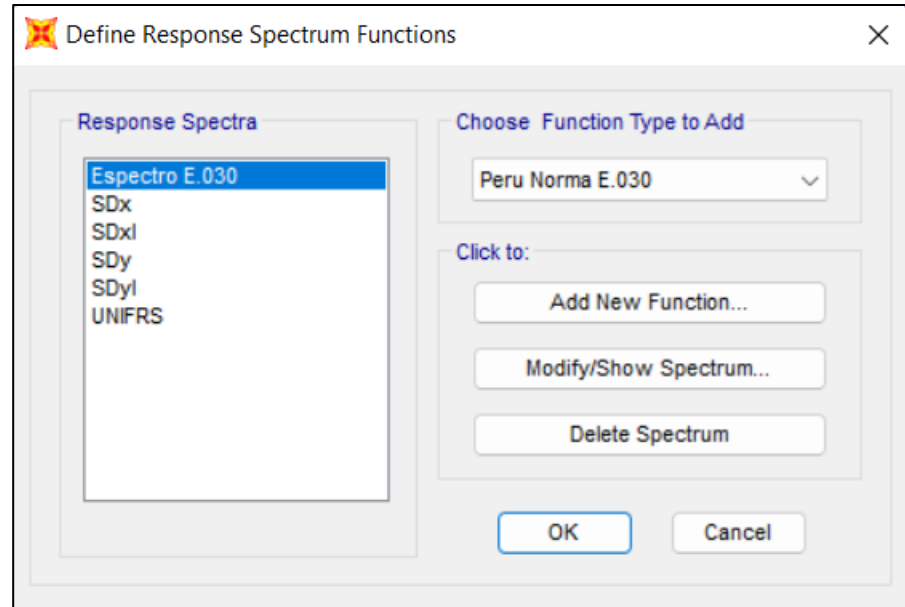
Fuente: Elaboración propia.

2. Diseñamos el espectro de diseño

- a. Se define el espectro de diseño, seleccionando Perú Norma E.030.

Figura 30

Creación del espectro de diseño (industrial)



- b. Previamente se ha generado los datos del espectro de diseño, el cual se guarda en un archivo .txt.

Tabla 21*Datos del espectro de diseño (industrial y artesanal)*

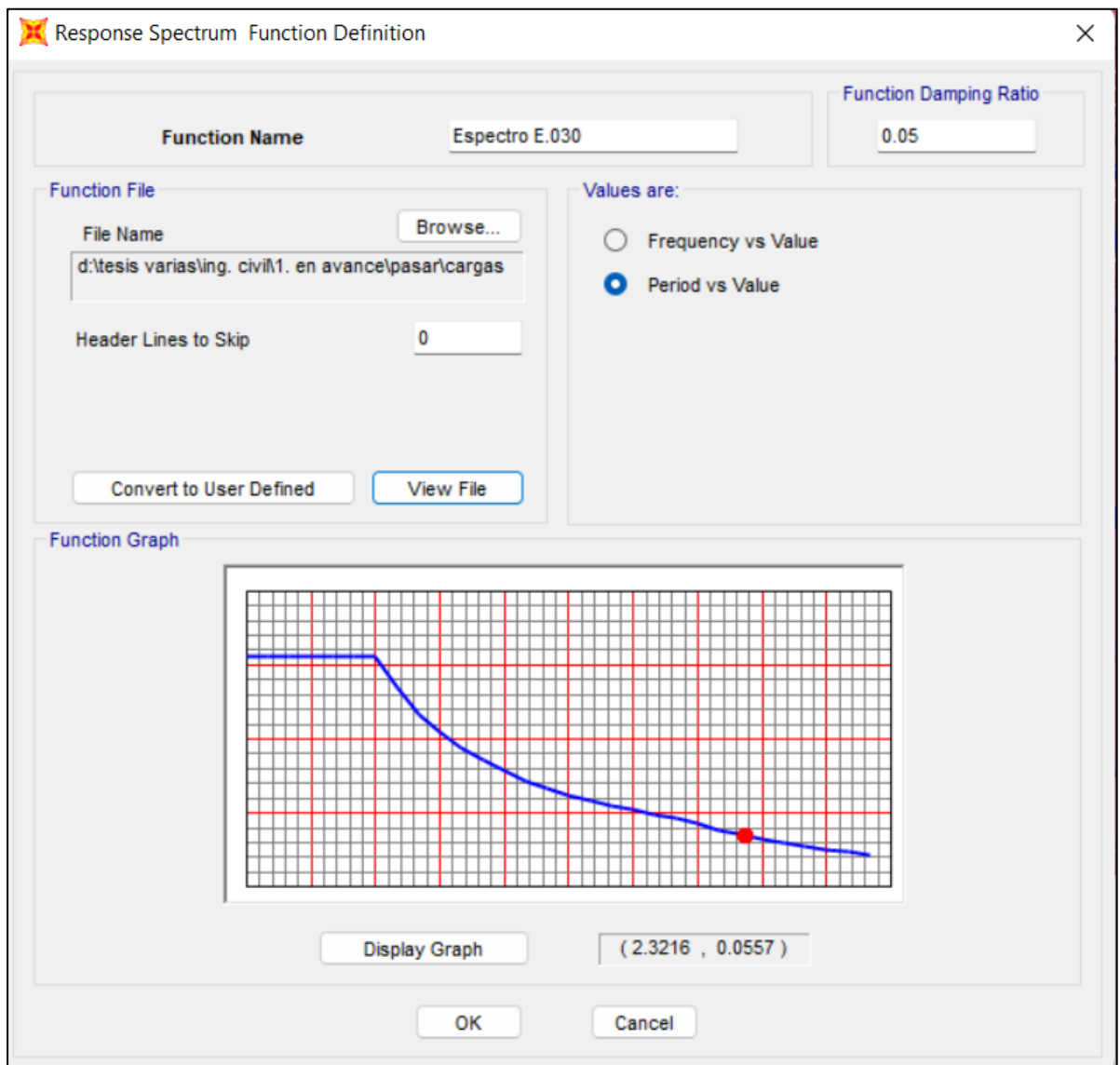
T(sec)	C	ZUCS/R
0	2.5	0.25
0.1	2.5	0.25
0.2	2.5	0.25
0.3	2.5	0.25
0.4	2.5	0.25
0.5	2.5	0.25
0.6	2.5	0.25
0.7	2.14	0.21
0.8	1.88	0.19
0.9	1.67	0.17
1	1.50	0.15
1.1	1.36	0.14
1.2	1.25	0.13
1.3	1.15	0.12
1.4	1.07	0.11
1.5	1.00	0.10
1.6	0.94	0.09
1.7	0.88	0.09
1.8	0.83	0.08
1.9	0.79	0.08
2	0.75	0.08
2.1	0.68	0.07
2.2	0.62	0.06
2.3	0.57	0.06
2.4	0.52	0.05
2.5	0.48	0.05
2.6	0.44	0.04
2.7	0.41	0.04
2.8	0.38	0.04
2.9	0.36	0.04

Fuente: Elaboración propia.

c. Haciendo uso del espectro de diseño se genera la siguiente función de espectro:

Figura 31

Función del espectro de diseño (industrial)

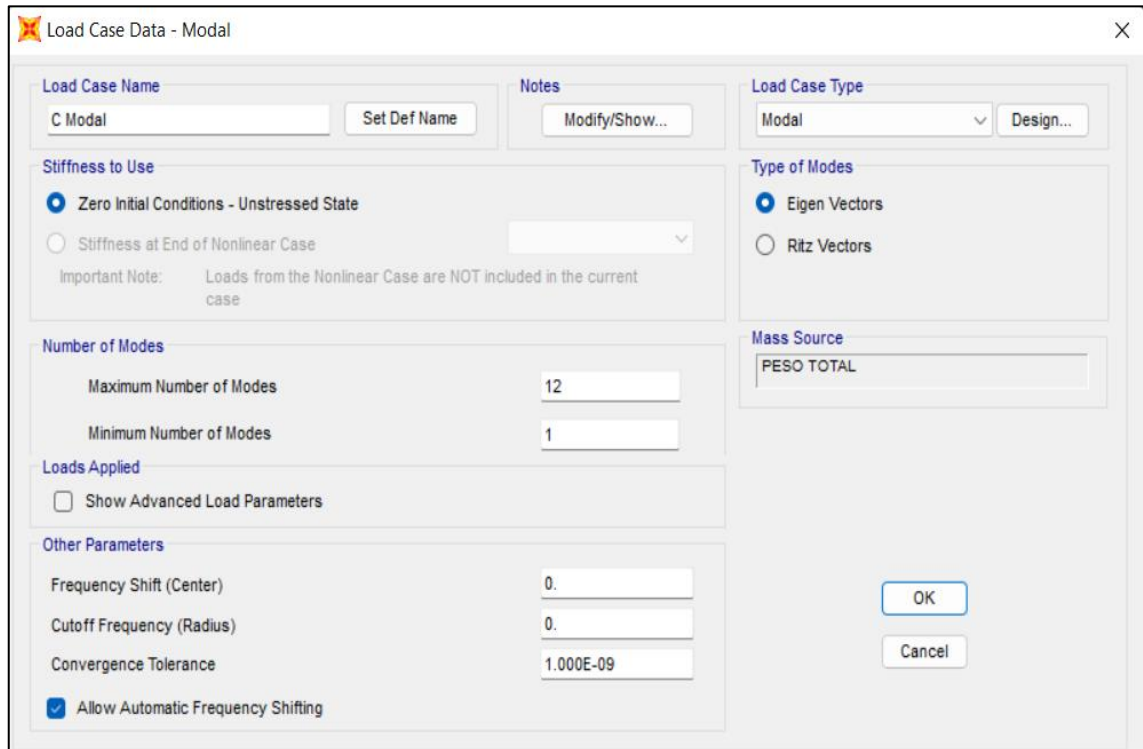


d. Generando la carga modal

- Se genera el primer caso de modal.

Figura 32

Creación del caso modal (industrial)



- Luego se genera el caso espectral para el Sismo X, seleccionando el Espectro E.030

Figura 33

Creación del caso espectral en el sismo X (industrial)

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: CSismo.x

Notes:

Load Case Type: Response Spectrum

Modal Combination:

- CQC
- SRSS
- Absolute
- GMC
- NRC 10 Percent
- Double Sum

GMC f1: 1.
GMC f2: 0.
Periodic + Rigid Type: SRSS

Modal Load Case:

Use Modes from this Modal Load Case: C Modal

- Standard - Acceleration Loading
- Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Espectro E.0	13.8
Accel	U1	Espectro E.030	13.8

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

Modal Damping: Constant at 0.05

Directional Combination:

- SRSS
- CQC3
- Absolute

Scale Factor:

Mass Source: Previous (PESO TOTAL)

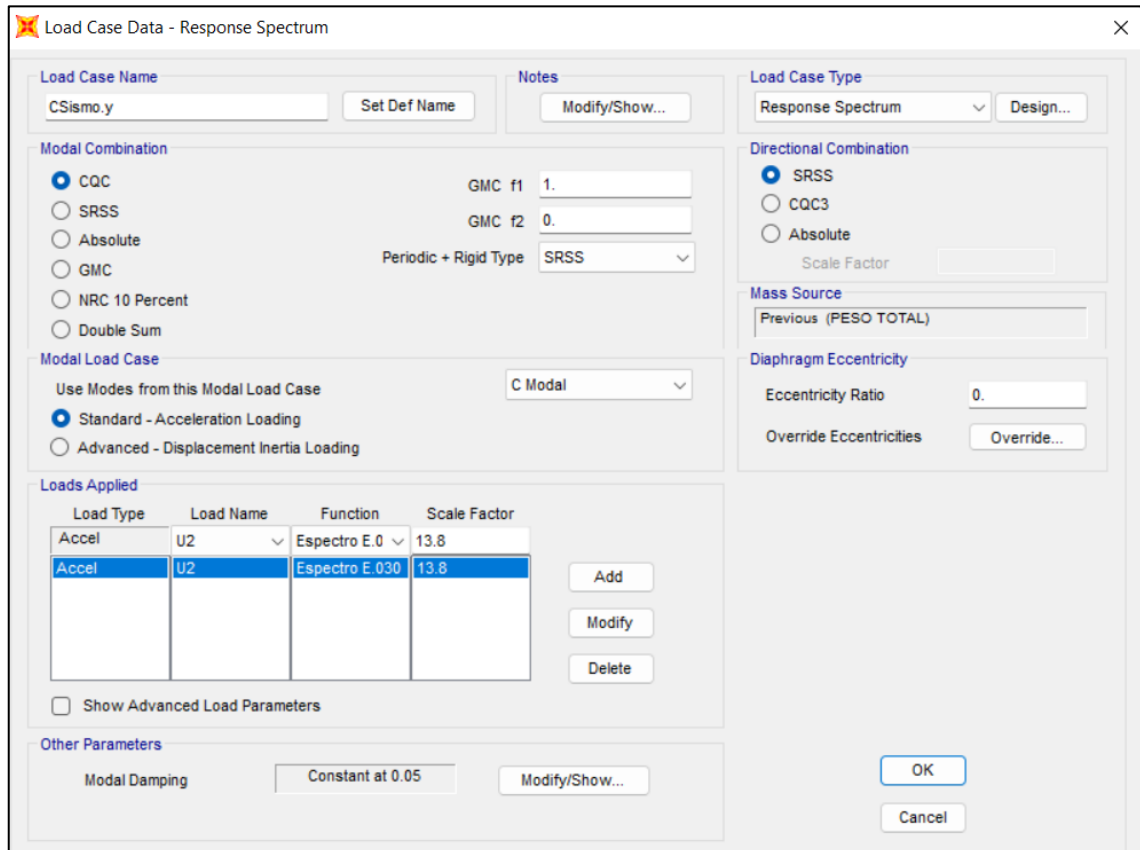
Diaphragm Eccentricity:

Eccentricity Ratio: 0.
Override Eccentricities:

- Luego se genera el caso espectral para el Sismo Y, seleccionando el Espectro E.030.

Figura 34

Creación del caso espectral en el sismo Y (industrial)



e. Cálculo del factor de ampliación (F.A)

Se tiene que considerar la cortante basa del análisis estático; asimismo, la norma E.030 precisa que el valor de la cortante basal dinámico tiene que ser mayor al 80% del estático.

$$V. \text{ estático} = 293.13$$

$$V. \text{ dinámico} > 80 \% V. \text{ estático}$$

$$V. \text{ dinámico} > 234.5$$

Tabla 22

Factores de ampliación (industrial)

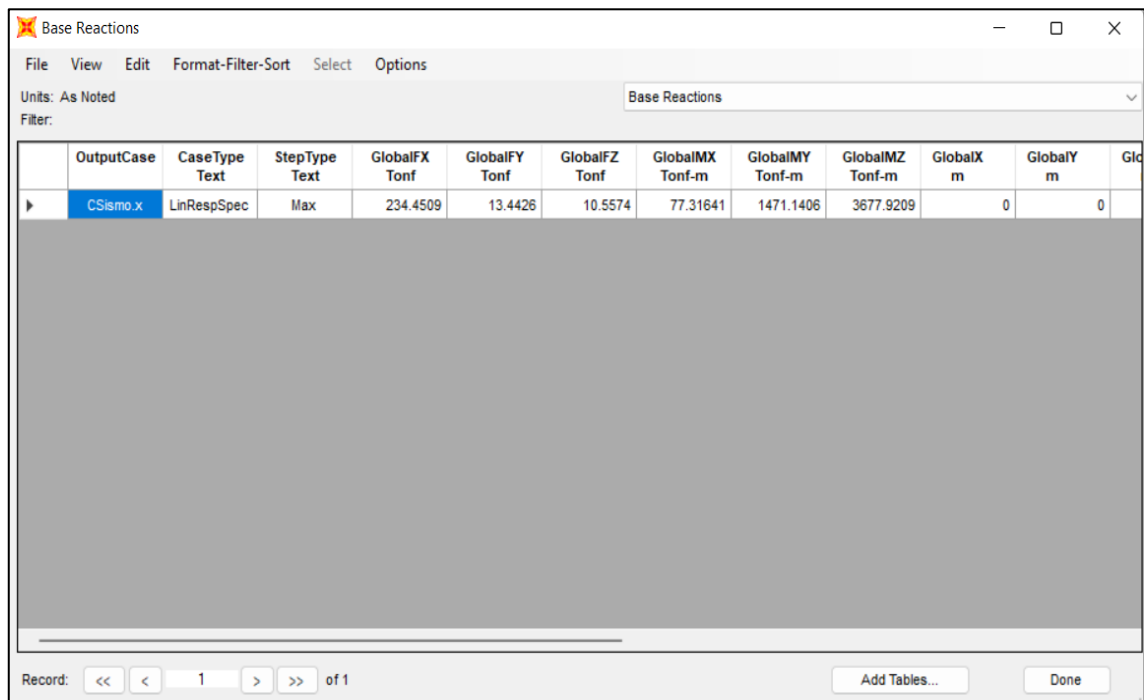
	Direc. X	Direc. Y
V. dinámico	12.7975	17.5222
V. estático	278.27	278.27
F.A. =	18.32	13.38

f. Cálculo de la cortante basal en X e Y

- Se calcula la fuerza en el modal CSismo.x.

Figura 35

Cortante basal en X (industrial)



The screenshot shows a software window titled 'Base Reactions'. It has a menu bar with 'File', 'View', 'Edit', 'Format-Filter-Sort', 'Select', and 'Options'. Below the menu bar, it says 'Units: As Noted' and 'Filter: Base Reactions'. The main area contains a table with the following data:

	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX Tonf	GlobalFY Tonf	GlobalFZ Tonf	GlobalMX Tonf-m	GlobalMY Tonf-m	GlobalMZ Tonf-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m
▶	CSismo.x	LinRespSpec	Max	234.4509	13.4426	10.5574	77.31641	1471.1406	3677.9209	0	0	0

At the bottom of the window, there is a 'Record:' section with navigation buttons (left arrow, right arrow) and a text box containing '1' followed by 'of 1'. There are also buttons for 'Add Tables...' and 'Done'.

- Se calcula la fuerza en el modal CSismo.y

Figura 36

Cortante basal en Y (industrial)

The screenshot shows the 'Base Reactions' window with a table of results. The table has columns for OutputCase, CaseType, StepType, and various Global reaction values (FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, X, Y). The first row is highlighted.

	OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX Tonf	GlobalFY Tonf	GlobalFZ Tonf	GlobalMX Tonf-m	GlobalMY Tonf-m	GlobalMZ Tonf-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m
▶	CSismo.y	LinRespSpec	Max	9.8175	234.4466	2.5877	1474.96967	59.85875	1717.09123	0	0	0

g. Cálculo de las derivas para la dirección X.

Figura 37

Derivas dinámicas en el eje X (industrial)

The screenshot shows the 'Joint Displacements' window with a table of results. The table has columns for Joint Text, OutputCase, CaseType, StepType, and various displacement and rotation values (U1, U2, U3, R1, R2, R3). The first row is highlighted.

	Joint Text	OutputCase	CaseType	StepType	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	83	CSismo.x	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
	284	CSismo.x	LinRespSpec	Max	0.000201	0.000145	7.5E-05	3.7E-05	5.6E-05	2.3E-05
	1022	CSismo.x	LinRespSpec	Max	0.000372	0.000266	0.000109	2.3E-05	1.8E-05	7.1E-05
	1194	CSismo.x	LinRespSpec	Max	0.000455	0.000326	0.000114	1.7E-05	2E-05	0.000114

Tabla 23*Derivas dinámicas dirección X (industrial)*

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva
1	2.80	0.000201	0.000171	0.000385	0.0001374
2	2.80	0.000372	0.000083	0.000187	0.0000667
3	2.80	0.000455	0.000455	0.001024	0.0003656

Fuente: Elaboración propia.**h. Cálculo de las derivas para la dirección Y.****Tabla 24 8***Derivas dinámicas en el eje Y (industrial)*

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
36	CSismo.y	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
236	CSismo.y	LinRespSpec	Max	1.1E-05	0.000224	4.6E-05	6.1E-05	2.31E-06	1.416E-06
974	CSismo.y	LinRespSpec	Max	2E-05	0.000442	6.9E-05	4.7E-05	1.435E-06	2.496E-06
1146	CSismo.y	LinRespSpec	Max	2.5E-05	0.000563	7.6E-05	3.5E-05	1.142E-06	3.162E-06

Tabla 25*Derivas dinámicas dirección Y (industrial)*

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva
1	2.80	0.000224	0.0002010	0.000452	0.000162
2	2.80	0.000442	0.0001360	0.000306	0.000109
3	2.80	0.000563	0.000563	0.001208	0.000432

Fuente: Elaboración propia.

2.11.2. Análisis sísmico dinámico modal espectral en el tipo artesanal

1. Calculamos las masas rotacionales y traslacionales

Tabla 26

Masas rotacionales y traslacionales (artesanal)

Nivel i	LARGO m	ANCHO m	Wi kg	MTx kg.s2/m	MTy kg.s2/m	MR kg.m.s2
1	26.00	15.00	571.08	58.27	58.27	4,375.39
2	26.00	15.00	374.11	38.17	38.17	2,866.31
3	26.00	15.00	187.91	19.17	19.17	1,439.67

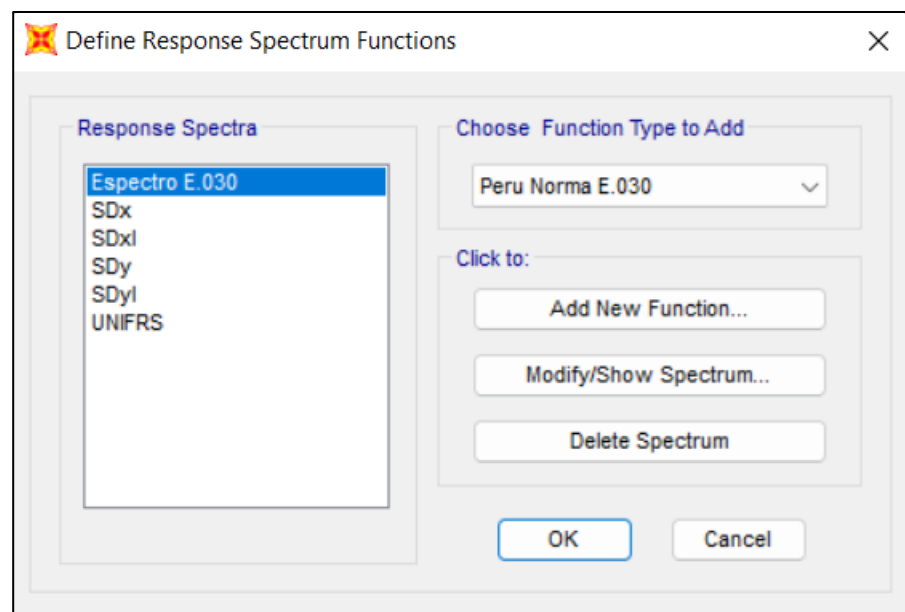
Fuente: Elaboración propia.

2. Diseñamos el espectro de diseño

- a. Se define el espectro de diseño, seleccionando Peru Norma E.030.

Tabla 27

Creación del espectro de diseño (artesanal)



- b. Previamente se ha generado los datos del espectro de diseño, el cual se guarda en un archivo .txt.

Tabla 28

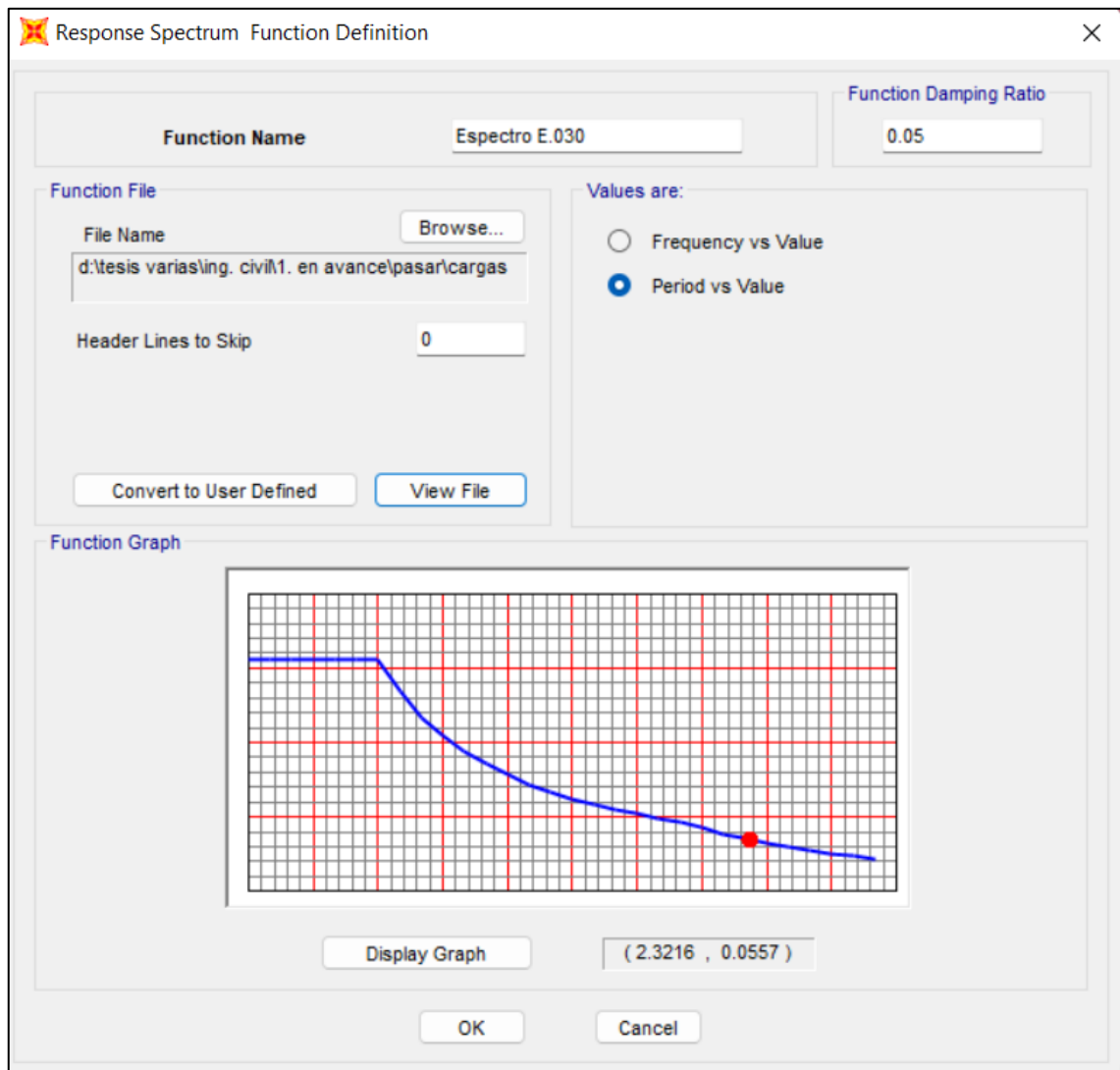
Datos del espectro de diseño (industrial y artesanal)

T(sec)	C	ZUCS/R
0	2.5	0.25
0.1	2.5	0.25
0.2	2.5	0.25
0.3	2.5	0.25
0.4	2.5	0.25
0.5	2.5	0.25
0.6	2.5	0.25
0.7	2.14	0.21
0.8	1.88	0.19
0.9	1.67	0.17
1	1.50	0.15
1.1	1.36	0.14
1.2	1.25	0.13
1.3	1.15	0.12
1.4	1.07	0.11
1.5	1.00	0.10
1.6	0.94	0.09
1.7	0.88	0.09
1.8	0.83	0.08
1.9	0.79	0.08
2	0.75	0.08
2.1	0.68	0.07
2.2	0.62	0.06
2.3	0.57	0.06
2.4	0.52	0.05
2.5	0.48	0.05
2.6	0.44	0.04
2.7	0.41	0.04
2.8	0.38	0.04
2.9	0.36	0.04

c. Haciendo uso del espectro de diseño se genera la siguiente función de espectro:

Figura 38

Función del espectro de diseño (artesanal)

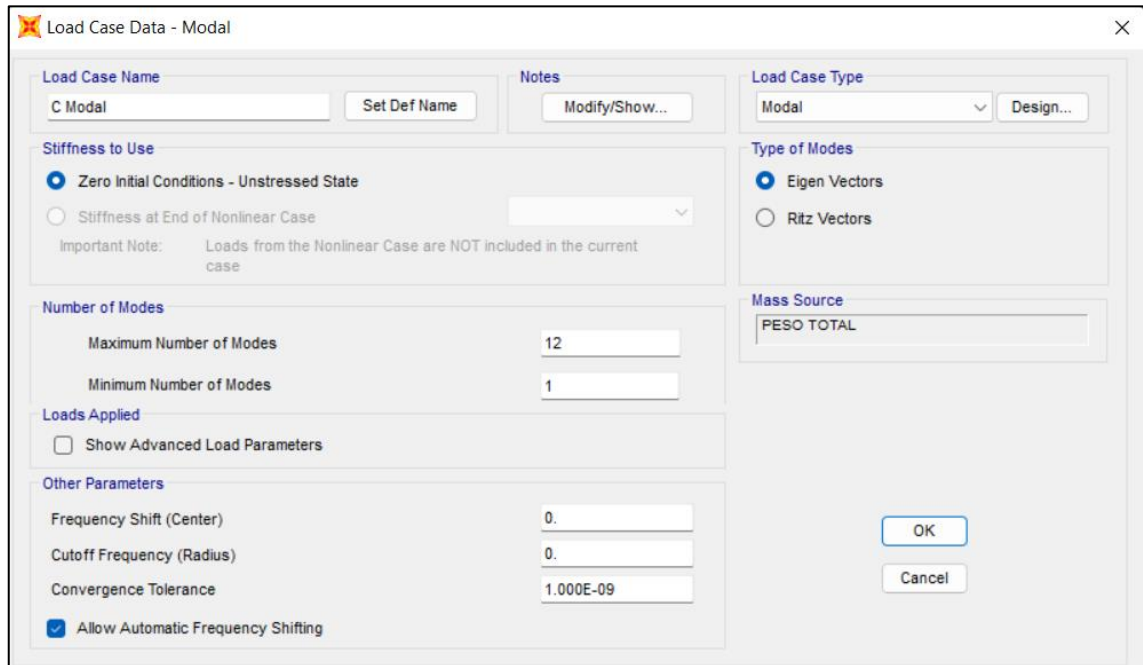


d. Generando la carga modal.

- Se genera el primer caso de modal

Figura 39

Creación del caso modal (artesanal)



- Luego se genera el caso espectral para el Sismo X, seleccionando el Espectro E.030.

Figura 40

Creación del caso espectral en el sismo X (artesanal)

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: CSismo.x

Load Case Type: Response Spectrum

Modal Combination: CQC (selected), SRSS, Absolute, GMC, NRC 10 Percent, Double Sum

Modal Load Case: Standard - Acceleration Loading (selected)

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Espectro E.0	18.32
Accel	U1	Espectro E.030	18.32

Other Parameters: Modal Damping: Constant at 0.05

- Luego se genera el caso espectral para el Sismo Y, seleccionando el Espectro E.030.

Figura 41

Creación del caso espectral en el sismo Y (artesanal)

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: C. Sismo y

Load Case Type: Response Spectrum

Modal Combination: CQC, SRSS, Absolute, GMC, NRC 10 Percent, Double Sum

Directional Combination: SRSS, CQC3, Absolute

Mass Source: Previous (PESO TOTAL)

Diaphragm Eccentricity: Eccentricity Ratio: 0

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	Espectro E.0	13.75
Accel	U2	Espectro E.030	13.75

Other Parameters: Modal Damping: Constant at 0.05

e. Cálculo del factor de ampliación (F.A)

Se tiene que considerar la cortante basa del análisis estático; asimismo, la norma E.030 precisa que el valor de la cortante basal dinámico tiene que ser mayor al 80% del estático.

$$V. \text{ estático} = 293.13$$

$$V. \text{ dinámico} > 80 \% V. \text{ estático}$$

$$V. \text{ dinámico} > 226.62$$

Tabla 29

Factores de ampliación (artesanal)

	Direc. X	Direc. Y
V. dinámico	13.6754	16.4806
V. estático	293.13	293.13
F.A. =	16.57	13.75

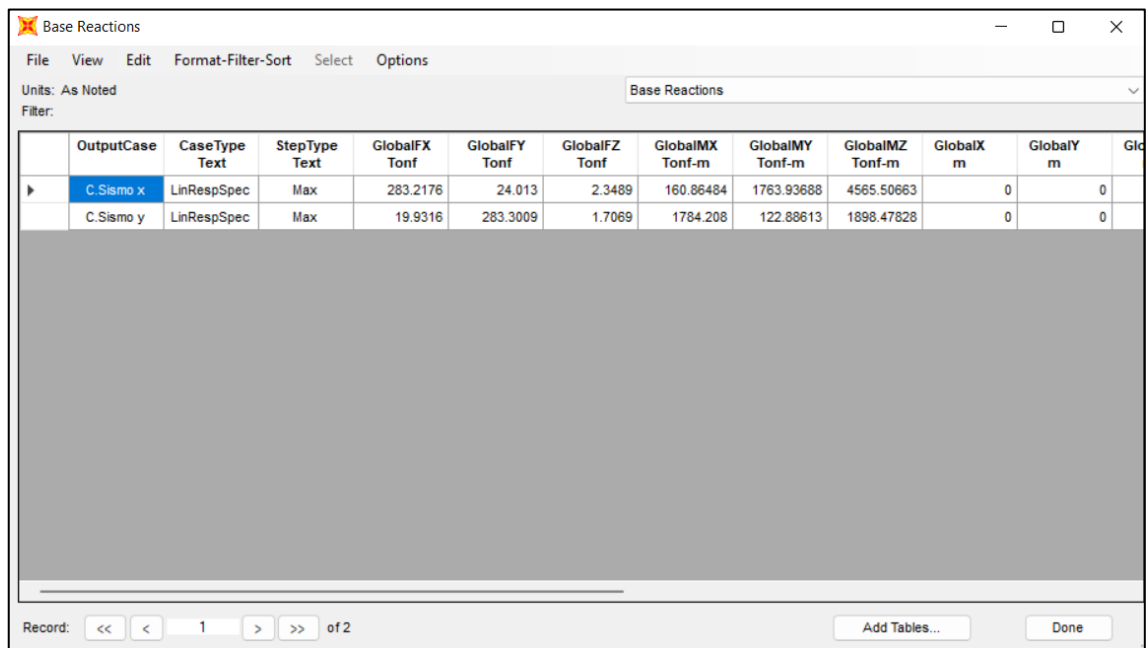
Fuente: Elaboración propia.

f. Cálculo de la cortante basal en X e Y.

- Se calcula la fuerza en el modal C.Sismo.x.

Figura 42

Cortante basal en X (artesanal)



The screenshot shows a software window titled 'Base Reactions' with a menu bar (File, View, Edit, Format-Filter-Sort, Select, Options) and a toolbar. Below the toolbar, there is a 'Filter:' field and a table with the following data:

	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX Tonf	GlobalFY Tonf	GlobalFZ Tonf	GlobalMX Tonf-m	GlobalMY Tonf-m	GlobalMZ Tonf-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m
▶	C.Sismo x	LinRespSpec	Max	283.2176	24.013	2.3489	160.86484	1763.93688	4565.50663	0	0	0
	C.Sismo y	LinRespSpec	Max	19.9316	283.3009	1.7069	1784.208	122.88613	1898.47828	0	0	0

At the bottom of the window, there is a 'Record:' field showing '1 of 2' and buttons for 'Add Tables...' and 'Done'.

- Se calcula la fuerza en el modal C.Sismo.y.

Figura 43

Cortante basal en Y (artesanal)

The screenshot shows the 'Base Reactions' window with a table containing two rows of data. The columns are: OutputCase, CaseType Text, StepType Text, GlobalFX Tonf, GlobalFY Tonf, GlobalFZ Tonf, GlobalMX Tonf-m, GlobalMY Tonf-m, GlobalMZ Tonf-m, GlobalX m, GlobalY m, and GlobalZ m. The first row is for 'C.Sismo x' and the second for 'C.Sismo y'. The 'GlobalFZ Tonf' column has values 2.3489 and 1.7069 respectively. The 'GlobalMX Tonf-m' column has values 160.86484 and 1784.208. The 'GlobalMY Tonf-m' column has values 1763.93688 and 122.88613. The 'GlobalMZ Tonf-m' column has values 4565.50663 and 1898.47828. The 'GlobalX m' and 'GlobalY m' columns have values 0 for both cases.

	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX Tonf	GlobalFY Tonf	GlobalFZ Tonf	GlobalMX Tonf-m	GlobalMY Tonf-m	GlobalMZ Tonf-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m
▶	C.Sismo x	LinRespSpec	Max	283.2176	24.013	2.3489	160.86484	1763.93688	4565.50663	0	0	0
	C.Sismo y	LinRespSpec	Max	19.9316	283.3009	1.7069	1784.208	122.88613	1898.47828	0	0	0

g. Cálculo de las derivas para la dirección X.

Figura 44

Derivas dinámicas en el eje X (artesanal)

The screenshot shows the 'Joint Displacements' window with a table containing four rows of data. The columns are: Joint Text, OutputCase, CaseType Text, StepType Text, U1 m, U2 m, U3 m, R1 Radians, R2 Radians, and R3 Radians. The first row is for '83', the second for '284', the third for '1022', and the fourth for '1194'. The 'U1 m' column has values 0, 0.000337, 0.00063, and 0.000786 respectively. The 'U2 m' column has values 0, 0.00016, 0.000289, and 0.000355. The 'U3 m' column has values 0, 0.000108, 0.000157, and 0.000165. The 'R1 Radians' column has values 0, 4.1E-05, 2.9E-05, and 2.3E-05. The 'R2 Radians' column has values 0, 9.5E-05, 3.3E-05, and 3.9E-05. The 'R3 Radians' column has values 0, 3.4E-05, 8.9E-05, and 0.000129.

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
	83	C.Sismo x	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
	284	C.Sismo x	LinRespSpec	Max	0.000337	0.00016	0.000108	4.1E-05	9.5E-05	3.4E-05
	1022	C.Sismo x	LinRespSpec	Max	0.00063	0.000289	0.000157	2.9E-05	3.3E-05	8.9E-05
▶	1194	C.Sismo x	LinRespSpec	Max	0.000786	0.000355	0.000165	2.3E-05	3.9E-05	0.000129

Tabla 30*Derivas dinámicas dirección X (artesanal)*

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva
1	2.80	0.000337	0.000293	0.000659	0.0002354
2	2.80	0.00063	0.000156	0.000351	0.0001254
3	2.80	0.000786	0.000786	0.001769	0.0006316

Fuente: Elaboración propia.**h. Cálculo de las derivas para la dirección y****Figura 45***Derivas dinámicas en el eje Y (artesanal)*

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
36	C.Sismo y	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0
236	C.Sismo y	LinRespSpec	Max	1.8E-05	0.000354	7.3E-05	9.1E-05	5.003E-06	2.124E-06
974	C.Sismo y	LinRespSpec	Max	3.6E-05	0.00068	0.000105	6.9E-05	3.253E-06	4.068E-06
1146	C.Sismo y	LinRespSpec	Max	4.8E-05	0.000845	0.000113	5.1E-05	2.415E-06	5.276E-06

Tabla 31*Derivas dinámicas dirección Y (artesanal)*

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva
1	2.80	0.000354	0.0003260	0.000734	0.000262
2	2.80	0.00068	0.0001650	0.000371	0.000133
3	2.80	0.000845	0.0008450	0.001901	0.000679

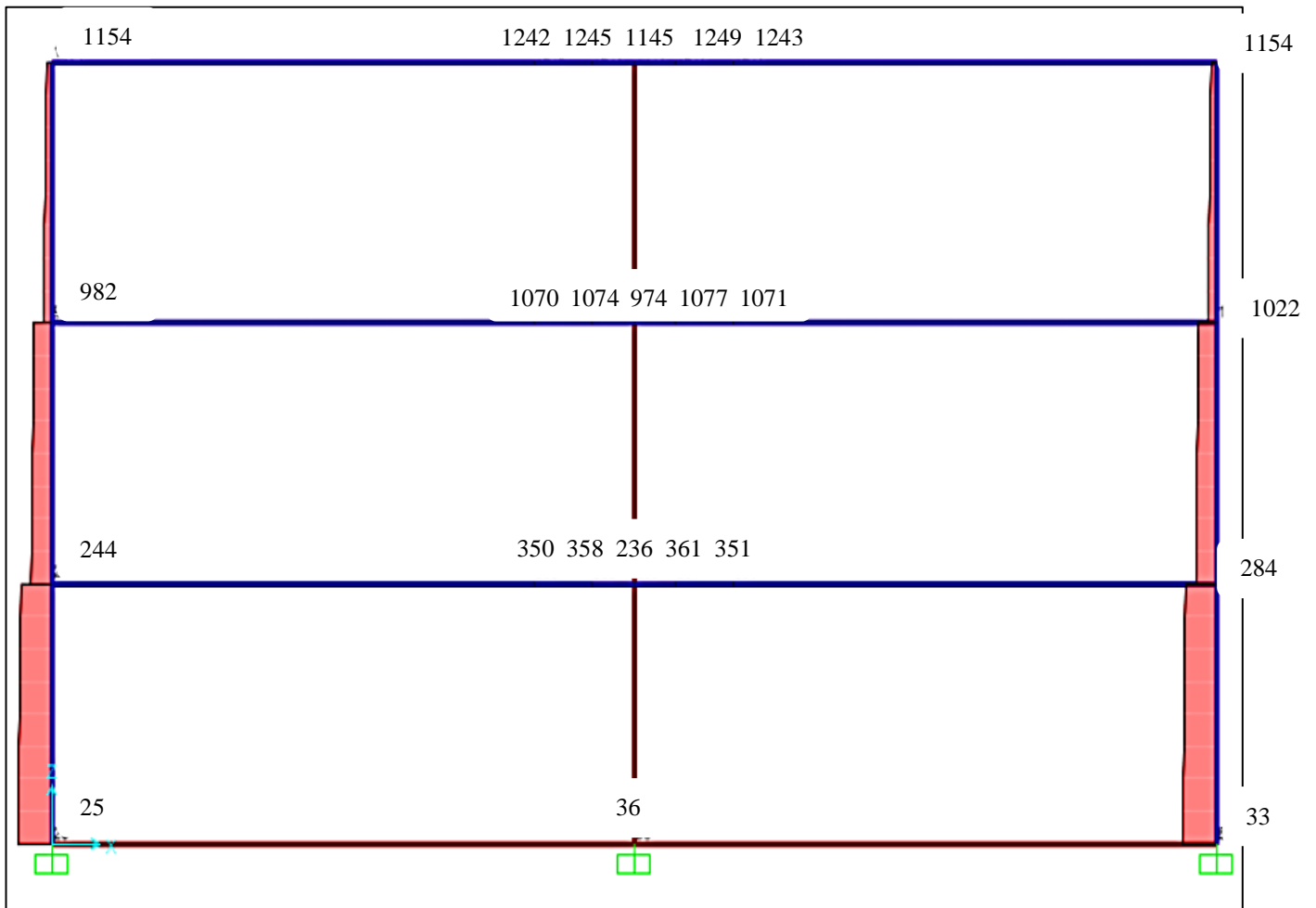
Fuente: Elaboración propia.

2.11.3. Diseño del modelado final en SAP2000 V.21

- **Vista del Modelado en SAP2000 en X-Y** (ver plano en el anexo respectivo)
- **Vista del modelado en SAP2000 en X-Z.**

Figura 46

Vista del modelado en el plazo X-Z



- **Vista del modelado en SAP2000 en Y-Z.**

Figura 47

Vista del modelado en el plano Y-Z

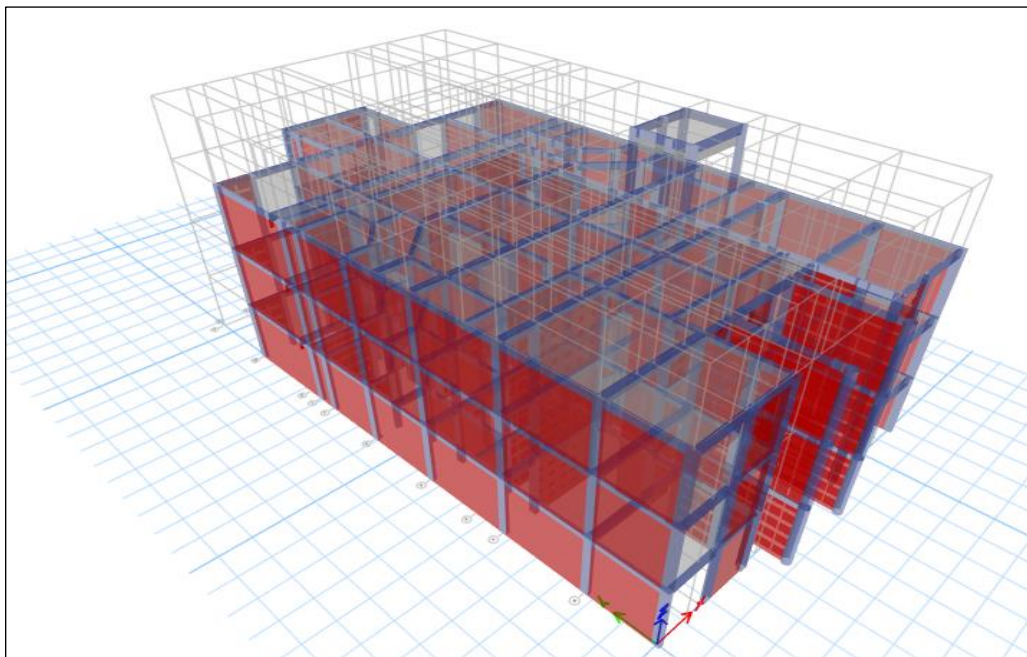
6



- **Vista del modelado en SAP2000 en 3D.**

Figura 48

Vista del modelado en 3D



III. RESULTADOS

Para la presente investigación, tomando en cuenta la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, se ha determinado el valor de $Z = 0.25$, debido a la zona en la que se ubica la ciudad de Chachapoyas, correspondiéndole la Zona 2. Así mismo, según nuestro Estudio de Mecánica de suelos (Anexo 20) se ha determinado que el $q_{amd} = 0.57 \text{ kg/cm}^2$, lo cual lo ubica en un tipo de suelo S2, en donde los suelos son blandos y ha correspondido a un factor suelo de 1.20, cabe señalar que, de acuerdo a la normativa mencionada anteriormente, se ha determinado periodos de $T_p = 0.60\text{s}$, $T_l = 2.00\text{s}$ y $T = 0.14\text{s}$. Además, la altura de la edificación en metros, ha sido de 8.40 m, en donde cada piso ha tenido una altura promedio de 2.80 m. Cabe destacar que, el valor de $C_t = 60$, debido a que es un valor característico para todos los edificios de albañilería. De esta forma, es que el valor de C , ha sido de 2.50, debido a que el periodo de la estructura ha sido menor a T_p , en donde correspondió a lo indicado. El factor de uso, ha correspondido a una edificación de tipo C, en donde el valor de U ha sido de 1. Además, el valor de R_0 ha sido de 3, debido a que se ha contado con una edificación de albañilería. Mientras que, se ha considerado como dato de entrada, las irregularidades con valor de 1. Según el siguiente resumen:

- **Para albañilería con ladrillos industriales:**

Tabla 32

Resumen ZUCS (industrial)

Ítem	Valor	
$Z =$	0.25	g
$U =$	1.00	
$C =$	2.50	
$S =$	1.20	
$R =$	3.00	
Peso Sísmico	1,133.11	Tn
$V =$	278.27	Tn

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Se ha determinado que el peso sísmico para la edificación de albañilería con ladrillos industriales es de $P. \text{ sísmico} = 1,133.11 \text{ Tn}$, y su cortante basal $V = 278.27 \text{ Tn}$.

- **Para albañilería con ladrillos artesanales:**

Tabla 33

Resumen ZUCS (artesanal)

Ítem	Valor	
Z =	0.25	g
U =	1.00	
C =	2.50	
S =	1.20	
R =	3.00	
Peso Sísmico	1,172.52	Tn
V =	293.13	Tn

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Se ha determinado que el peso sísmico para la edificación de albañilería con ladrillos artesanales es de P. sísm. = 1,172.52 Tn, y su cortante basal V = 293.13 Tn.

3.1. Análisis sísmico estático

Teniendo en consideración los resultados obtenidos en el peso sísmico y cortante basal de las edificaciones de albañilería con ladrillos industriales y artesanales se procedió a obtener los siguientes resultados:

3.1.1. Albañilería con ladrillos industriales

- **Peso sísmico y cortante basal:**

Tabla 34

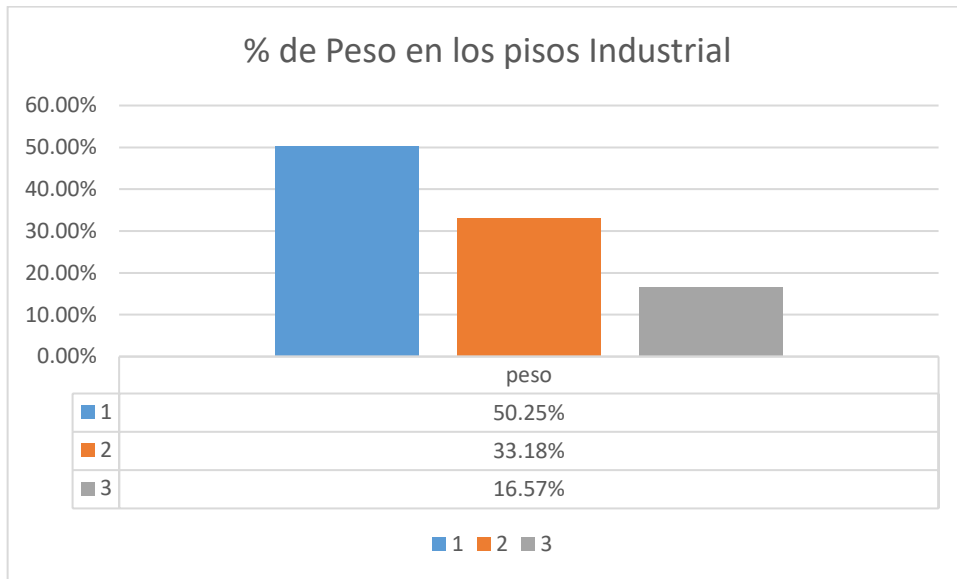
Peso por gravedad (industrial)

Piso	Masa	Gravedad	Peso (Tn)
z1	58.2346	9.8066	571.08
z2	38.1493	9.8066	374.11
z3	19.1614	9.8066	187.91

Fuente: Elaboración propia.

Figura 49

Porcentaje de peso en los pisos (industrial)



Comentario: Según el gráfico se evidencia que, el 50.25% del peso de la edificación está en primer piso, el 33.18% en el segundo, y el 16.57% en el tercer nivel.

Tabla 35

Peso de la edificación (industrial)

Piso	Altura	Peso de la edificación	
3	8.40m	187.91	Tn
2	5.60m	374.11	Tn
1	2.80m	571.08	Tn
PESO TOTAL		1,133.11	Tn

Fuente: Elaboración propia.

Cortante Basal V = 278.27 Tn

Nota: Según la tabla se determina que el peso total de la edificación es de 1,133.11 Tn.

Y que además la Cortante Basal V = 278.27 Tn.

- **Fuerza sísmica**

Tabla 36

Fuerzas sísmicas (industrial)

Piso	hi (m)	Pi (Tn)	Pi (hi) ^k	Pi (hi) ^k Acumulado	ai	Fi (Tn)	V Acumulado
1	2.80	196.97	551.52	3172.58	0.174	48.419	278.27
2	5.60	186.20	1042.72	2621.16	0.328	91.273	278.27
3	8.40	187.91	1578.44	1578.44	0.498	138.578	278.27

Fuente: Elaboración propia.

- Derivas en el eje “X”

Tabla 37

Derivas para el eje X (industrial)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva		
1	2.80	0.000199	0.000174	0.000392	0.0001398	< 0.005	Cumple con la norma E-030
2	2.80	0.000373	0.000092	0.000207	0.0000739	< 0.005	Cumple con la norma E-030
3	2.80	0.000465	0.000465	0.001046	0.0003737	< 0.005	Cumple con la norma E-030

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se ha determinado las derivas para el eje “x” para el piso 1, siendo 0.0001398, para el piso 2 es 0.0000739 y para el piso 3 es de 0.0003737, cuyos valores son menores a 0.005 el cual cumplen para Albañilería según la norma E.0.30, establecidos en el Art. 32.- Desplazamiento laterales relativos admisibles.

- **Derivas en el eje “Y”**

Tabla 38

Derivas para el eje Y (industrial)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva		
1	2.80	0.000212	0.0002100	0.000473	0.000169	< 0.005	Cumple con la norma E-030
2	2.80	0.000422	0.0001240	0.000279	0.000100	< 0.005	Cumple con la norma E-030
3	2.80	0.000546	0.0005460	0.001229	0.000439	< 0.005	Cumple con la norma E-030

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se ha determinado las derivas en el eje “y” para el piso 1, siendo 0.000169, para el piso 2 es 0.000100 y para el piso 3 es de 0.000439, cuyos valores son menores a 0.005 el cual cumplen para Albañilería según la norma E.0.30, establecidos en el Art. 32.- Desplazamiento laterales relativos admisibles.

3.1.2. Albañilería con ladrillos artesanales

- **Peso sísmico y cortante basal:**

Tabla 39

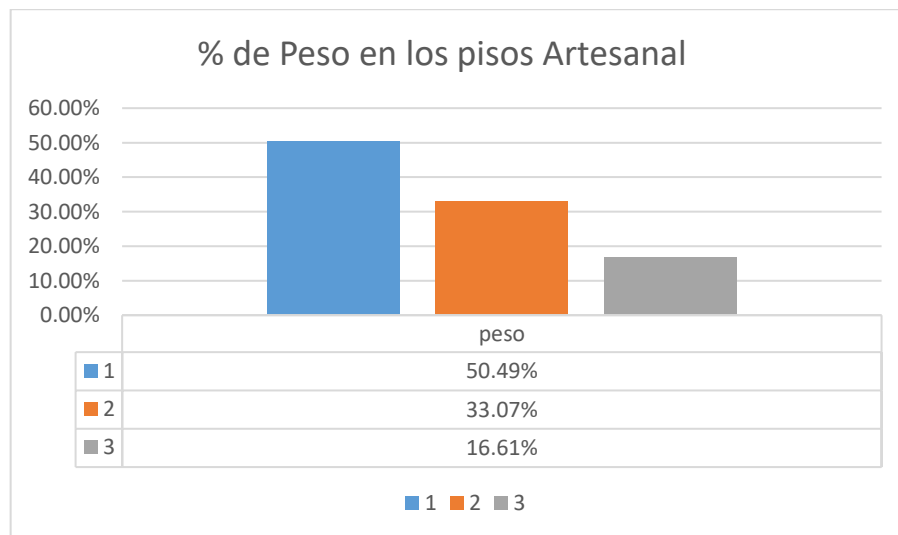
Masas por gravedad (artesanal)

Piso	Masa	Gravedad	Peso (Tn)
z1	60.0817	9.8066	589.20
z2	39.6739	9.8066	389.07
z3	19.8083	9.8066	194.25

Fuente: Elaboración propia.

Figura 50

% de peso en los pisos (artesanal)



Comentario: Según el grafico se evidencia que, el 50.49% del peso de la edificación está en primer piso, el 33.07% en el segundo, y el 16.61% en el tercer nivel.

Tabla 40*Peso de la edificación (artesanal)*

Piso	Altura	Peso de la edificación	
3	8.40m	194.25	Tn
2	5.60m	389.07	Tn
1	2.80m	589.20	Tn
PESO TOTAL		1,172.52	Tn

Fuente: Elaboración propia.

Cortante Basal V = 293.13 Tn

Comentario: Según la tabla se determina que el peso total de la edificación es de 1,172.52 Tn. Así mismo, la cortante basal es de $V = 293.13$ Tn.

- **Fuerza sísmica:**

Tabla 41*Fuerzas sísmicas (artesanales)*

Piso	hi (m)	Pi (Tn)	Pi (hi) ^k	Pi (hi) ^k Acumulado	oi	Fi (Tn)	V Acumulado
1	2.80	200.13	560.364	3283.05	0.171	50.125	293.13
2	5.60	194.82	1090.99	2722.69	0.332	97.319	293.13
3	8.40	194.25	1631.70	1631.70	0.497	145.686	293.13

Fuente: Elaboración propia.

- **Derivas en el eje "X"**

Tabla 42*Derivas en X (artesanal)*

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva		
1	2.80	0.000329	0.000289	0.000650	0.0002322	< 0.005	Cumple con la norma E-030
2	2.80	0.000618	0.000155	0.000349	0.0001246	< 0.005	Cumple con la norma E-030
3	2.80	0.000773	0.000773	0.001739	0.0006212	< 0.005	Cumple con la norma E-030

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se ha determinado las derivas en el eje “x” para el piso 1, siendo 0.0002322, para el piso 2 es 0.0001246 y para el piso 3 es de 0.0006212, cuyos valores son menores a 0.005 el cual cumplen para Albañilería según la norma E.0.30, establecidos en el Art. 32.- Desplazamiento laterales relativos admisibles.

- **Derivas en el eje “Y”**

Tabla 43

Derivas en Y (artesanal)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*0.75*R/hi	Deriva		
1	2.80	0.000314	0.0002970	0.000668	0.000239	< 0.005	Cumple con la norma E-030
2	2.80	0.000611	0.0001640	0.000369	0.000132	< 0.005	Cumple con la norma E-030
3	2.80	0.000775	0.0007750	0.001744	0.000623	< 0.005	Cumple con la norma E-030

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se ha determinado las derivas en el eje “y” para el piso 1, siendo 0.000239, para el piso 2 es 0.000132 y para el piso 3 es de 0.000623, cuyos valores son menores a 0.005 el cual cumplen para Albañilería según la norma E.0.30, establecidos en el Art. 32.- Desplazamiento laterales relativos admisibles.

3.2. Análisis sísmico dinámico

3.2.1. Albañilería con ladrillos industriales

- **Masas rotacionales y traslacionales**

Tabla 44

Masas rotacionales y traslacionales (industrial)

Nivel i	LARGO m	ANCHO m	Wi kg	MTx kg.s2/m	MTy kg.s2/m	MR kg.m.s2
1	26.00	11.80	589.2	60.12	60.12	4,514.19
2	26.00	11.80	389.07	39.70	39.70	2,980.88
3	26.00	11.80	194.25	19.82	19.82	1,488.26

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se ha determinado que la mayor masa rotacional está en el piso 1 siendo de 4,514.19 kg.m.s², en el piso 2 es 2,980.88 kg.m.s² y en el tercer piso de 1,488.26 kg.m. s²

- **Cortante basal en los ejes “X” e “Y”**

Tabla 45

Cortante basal en los ejes X e Y (industrial)

Ejes	Cortante basal
x	232.325
y	232.284

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se tiene que la cortante basal en el eje “x” es de 232.325” y el eje “y” es de 232.284, los cuales prácticamente coinciden porque el uso del factor de ampliación (F.A.) el cual lo establece la norma E.030.

- **Derivas en el eje “X”**

Tabla 46

Derivas dinámicas dirección X (industrial)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*1*R/hi	Deriva		
1	2.80	0.000201	0.000171	0.000385	0.0001374	< 0.005	Cumple con la norma E-030
2	2.80	0.000372	0.000083	0.000187	0.0000667	< 0.005	Cumple con la norma E-030
3	2.80	0.000455	0.000455	0.001024	0.0003656	< 0.005	Cumple con la norma E-030

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se ha determinado las derivas en el eje “x” para el piso 1, siendo 0.0001374, para el piso 2 es 0.0000667 y para el piso 3 es de 0.0003656, cuyos valores son menores a 0.005 el cual cumplen para Albañilería según la norma E.0.30, establecidos en el Art. 32.- Desplazamiento laterales relativos admisibles.

- Derivas en el eje “Y”

Tabla 47

Derivas dinámicas dirección Y (industrial)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*1*R/hi	Deriva		
1	2.80	0.0002	0.0002010	0.000452	0.000162	< 0.005	Cumple con la norma E-030
2	2.80	0.000401	0.0001360	0.000306	0.000109	< 0.005	Cumple con la norma E-030
3	2.80	0.000537	0.0005370	0.001208	0.000432	< 0.005	Cumple con la norma E-030

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se ha determinado las derivas en el eje “y” para el piso 1, siendo 0.000162, para el piso 2 es 0.000109 y para el piso 3 es de 0.000432, cuyos valores son menores a 0.005 el cual cumplen para Albañilería según la norma E.0.30, establecidos en el Art. 32.- Desplazamiento laterales relativos admisibles.

3.2.2. Albañilería con ladrillos artesanales

Masas rotacionales y traslacionales Tabla 48

Masas rotacionales y traslacionales (artesanal)

Nivel i	LARGO m	ANCHO m	Wi kg	MTx kg.s2/m	MTy kg.s2/m	MR kg.m.s2
1	26.00	11.80	571.08	58.27	58.27	4,375.39
2	26.00	11.80	374.11	38.17	38.17	2,866.31
3	26.00	11.80	187.91	19.17	19.17	1,439.67

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se ha determinado que la mayor masa rotacional está en el piso 1 siendo de 4,375.39 kg.m.s2, en el piso 2 es 2,866.31 kg.m.s2 y en el tercer piso de 1,439.67 kg.m.s2

- Cortante basal en los ejes “X” e “Y”

Tabla 49

Cortante basal en los ejes X e Y (artesanal)

Ejes	Cortante basal
x	234.4509
y	234.4466

Fuente: Elaboración propia.

- Derivas en el eje “X”

Tabla 50

Derivas dinámicas dirección X (artesanal)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*1*R/hi	Deriva		
1	2.80	0.000337	0.000293	0.000659	0.0002354	< 0.005	Cumple con la norma E-030
2	2.80	0.00063	0.000156	0.000351	0.0001254	< 0.005	Cumple con la norma E-030
3	2.80	0.000786	0.000786	0.001769	0.0006316	< 0.005	Cumple con la norma E-030

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se ha determinado las derivas en el eje “x” para el piso 1, siendo 0.0002354, para el piso 2 es 0.0001254 y para el piso 3 es de 0.0006316, cuyos valores son menores a 0.005 el cual cumplen para Albañilería según la norma E.0.30, establecidos en el Art. 32.- Desplazamiento laterales relativos admisibles.

- Derivas en el eje “Y”

Tabla 51

Derivas dinámicas dirección Y (artesanal)

Piso	hi (m)	Desplazamiento (m)	Ai	A*1*R/hi	Deriva		
1	2.80	0.000354	0.0003260	0.000734	0.000262	< 0.005	Cumple con la norma E-030
2	2.80	0.00068	0.0001650	0.000371	0.000133	< 0.005	Cumple con la norma E-030
3	2.80	0.000845	0.0008450	0.001901	0.000679	< 0.005	Cumple con la norma E-030

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Según la tabla se ha determinado las derivas en el eje “y” para el piso 1, siendo 0.000262, para el piso 2 es 0.000133 y para el piso 3 es de 0.000679, cuyos valores son menores a 0.005 el cual cumplen para Albañilería según la norma E.0.30, establecidos en el Art. 32.- Desplazamiento laterales relativos admisibles.

IV. DISCUSIÓN

Respecto a la presente investigación, de manera general se buscó comparar un edificio multifamiliar de albañilería confinada constituida por ladrillos industriales y artesanales; según los resultados obtenidos se tiene que los ladrillos industriales son más resistentes a las sollicitaciones sísmicas con respecto a los ladrillos artesanales. Esto debido a que las propiedades estructurales de los ladrillos industriales han sido mejoradas a lo largo del tiempo en base a diversos estudios técnicos que se plasmaron en especificaciones técnicas. Esto coincide con Barrueto (2019), el cual asegura que se debe realizar sucesivas pruebas mecánicas a los elementos de tabiquería estructural, y en la investigación realizada encontró que los ladrillos fabricados bajo supervisión y criterios de calidad tienen una ventaja estructural del 30% con respecto a ladrillos realizados con métodos empíricos.

Analizar sísmicamente la comparación de un edificio multifamiliar de 3 pisos, entre albañilería confinada constituida con ladrillos industriales y ladrillos artesanales, en el barrio Alonso Alvarado, Chachapoyas, 2021

En los resultados se evidencia que, el valor de $Z = 0.25$, debido a la zona en la que se ubica la ciudad de Chachapoyas, correspondiéndole la Zona 2. Así mismo, según nuestro Estudio de Mecánica de suelos (Anexo 20) se ha determinado que el $q_{amd} = 0.57 \text{ km/cm}^2$, lo cual lo ubica en un tipo de suelo S2, en donde los suelos son blandos y ha correspondido a un factor suelo de 1.20, cabe señalar que, de acuerdo a la normativa mencionada anteriormente, se ha determinado periodos de $T_p = 0.60\text{s}$, $T_l = 2.00\text{s}$ y $T = 0.14\text{s}$, para la amplificación sísmica la norma E.30 realizó modificaciones con respecto a la anterior versión Remache, B. (2019). Además, la altura de la edificación en metros, ha sido de 8.40 m, en donde cada piso ha tenido una altura promedio de 2.80 m. Cabe destacar que, el valor de $C_t = 60$, debido a que es un valor característico para todos los edificios de albañilería. De esta forma, es que el valor de C , ha sido de 2.50, debido a que el periodo de la estructura ha sido menor a T_p , en donde correspondió a lo indicado. El factor de uso, ha correspondido a una edificación de tipo C, en donde el valor de U ha sido de 1. Además, el valor de R_0 ha sido de 3, debido a que se ha contado con una edificación de albañilería. Mientras que, se ha considerado como dato de entrada, las irregularidades con valor de 1.00. Esto coincide con los resultados de Aguilar (2018), quien ha señalado la necesidad de establecer las condiciones necesarias, en cuanto al diseño sísmico,

principalmente para poder reforzar las edificaciones, con la finalidad de que no se vean expuestas a condiciones extremas de fuerzas horizontales. Ante ello, es que la pertinencia de poder considerar una adecuada caracterización sísmica, permite que las edificaciones sean mucho más seguras. Todo eso por cumplir la filosofía que nos brinda la Norma E.030 la de evitar pérdidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y mitigar los daños a las propiedades.

Mientras que, al evaluar la comparación del análisis sísmico estático de un edificio multifamiliar de 3 pisos, entre albañilería confinada constituida con ladrillos industriales y ladrillos artesanales, el análisis sísmico estático de un edificio multifamiliar de tres pisos, entre la albañilería confinada constituida con ladrillos industriales y ladrillos artesanales, que se han alcanzado valores de la cortante basal $V = 278.27$ Tn para los ladrillos industriales; mientras que, para los ladrillos artesanales, este valor de la cortante basal es de $V = 293.13$ Tn, denotándose una mayor fuerza basal en la edificación con albañilería de ladrillos artesanales; de igual manera se ha visto expuesta en el peso de la edificación, que ha demostrado una mayor fuerza sísmica, en los ladrillos artesanales alcanzando un peso sísmico de 1,172.52 Tn; mientras que, para los ladrillos industriales, el peso ha alcanzado el valor de 1,133.11 Tn.

Con respecto a las derivas de desplazamiento en los ejes “x” e “y”, en ambas edificaciones cumplen con la Norma E.030, conforme a su Art. 32 Desplazamientos laterales relativos admisibles, estableciendo para albañilería un valor máximo de 0.005, y para la presente investigación se han determinado muy por debajo de lo permitido por la norma; sin embargo, existe un mayor desplazamiento en cuanto a la edificación con albañilería artesanal, determinándose que, a través del análisis estático realizado se evidencia un mejor desempeño sísmico en la albañilería con ladrillo industrial, precisando además que, según Barrueto (2019) ha señalado que, el análisis sísmico estático, al día de hoy, es considerado únicamente para poder comprobar la evaluación de forma previa del comportamiento de una edificación, en estado dinámico, o ante la presencia de sismo.

Analizando la realidad de Chachapoyas, esta no se ha encontrado en condiciones tales, como para dejar de lado el efecto tiene los sismos, dentro de las edificaciones en general, más aún en las edificaciones de muros de albañilería. Bajo esta misma línea, es que se puede ahondar en la posibilidad de que la falta de información que se tiene, respecto a los diferentes materiales que se tienen a disposición, en cuanto a la edificación de estructuras

a base de muros de albañilería. De esta forma, es que el pleno conocimiento que se puede llegar a tener, en relación a este tipo de sistemas, puede significar el emplear adecuadamente una ventaja no solo para la reducción del peso de la edificación en su totalidad, sino la posibilidad de que esta pueda comportarse adecuadamente (Chimbo, 2017).

Cuando se ahonda, respecto a la comparación del análisis sísmico dinámico de un edificio multifamiliar de 3 pisos, entre la albañilería confinada constituida con ladrillos industriales y ladrillos artesanales, es que el análisis dinámico de un edificio multifamiliar de 3 pisos, determinando que el periodo para los ladrillos industriales y artesanales es de $T = 0.14$ s, en cuanto a la cortante basal para el ladrillo industrial han sido de en el eje X = 12.7975 y eje Y = 17.5222, y en el artesanal en el eje X = 13.6754 y eje Y = 16.4806, cuyas valores se han tenido que igual al 80% de la cortante basal del análisis estático a través del cálculo del factor de ampliación establecido en la Norma E.030. Para el caso de las derivas máximas alcanzadas, en cuanto a los ladrillos industriales, han sido de 0.0003737 (Eje X) y 0.000439 (eje Y); mientras que, para el caso de los ladrillos artesanales, se ha alcanzado valores de 0.0006212 (Eje X) y de 0.000623 (eje Y), evidenciando de esta forma que, en ambos diseños de edificación cumplen con los desplazamientos laterales relativos admisibles, al igual que el análisis estático las derivas son menores a 0.005; siendo menester precisar que en los ladrillos artesanales los valores de las derivas son mayores a los industriales. De esta forma, ha sido en la que Angumba (2016) ha llegado a señalar que, las condiciones de diseño dinámico, se basan principalmente en los modos de vibración, los cuales se centran en caracterizar el estado de comportamiento de una edificación, ante la presencia de vibraciones sísmicas.

Mientras que, al diseñar un edificio multifamiliar de 3 pisos, bajo el sistema construido con ladrillos industriales, se ha llegado a establecer que las vigas que han sido consideradas en la investigación, han contado con aceros de refuerzo de 3/8 pulgada. Así mismo, es que las dimensiones de las vigas, han correspondido a ser de VS-2 de 15 * 20 cm y VS-1 de 20*25 cm, debido a que estas no han sido de tipo estructurales, sino que, por el contrario, estas se han caracterizado por haber servido como elementos de confinamiento. Además de lo expuesto, se ha diseñado de por cortante la viga de las dimensiones mencionadas, alcanzando una distribución de aceros, de 1/4 pulgada, siendo el primero de estos ubicado a 5 cm, 4 a 10.00 cm y el resto a 25.00 cm. Ahondando en la losa aligerada, se puede señalar que, esta contará con un alto de 20 centímetros,

recurriendo a la distribución de aceros de $\frac{1}{2}$ pulgada, con una distribución asumida de 25 centímetros para los aceros de temperatura. Además de ello, la escalera diseñada, ha tenido una altura de 17 centímetros, en donde se ha llegado a considerar 8 aceros de refuerzo, de $\frac{3}{8}$ de pulgadas. Mientras que, las columnas y los cimientos corridos, han correspondido a ser diseñadas para soportar las cargas, tanto de sismo, como cargas vivas y muertas, en cuanto a la necesidad de ofrecer soporte a la señalada. Fuentes (2018) ha señalado que, la edificación basada en los ladrillos industriales, tienden a ser de menor peso, contando con la influencia directa de no solo las cargas estáticas, sino de aquellas cargas dinámicas, que influyen directamente en el diseño general de las estructuras.

Así mismo, al diseñar un edificio multifamiliar de 3 pisos, bajo el sistema constituido con ladrillos artesanales, para poder diseñar las columnas según la norma E.070. Evaluando la cimentación, es que estas han contado con la siguiente distribución de cargas, en el punto más cargado, Pm (8.10 tn), Pv (8.50 tn), Mm (1.59 tn*m), Mv (2.25 tn*m), Psx (0 ton) y Msx (-1.42 tn*m), para la distribución longitudinal. Mientras que, se ha consignado un total de Mm (-0.11 tn*m), Mv (-0.13 tn*m), Psx (-0.24 ton) y Msx (0.653 tn*m), para la dirección transversal. Gonzales & Veli (2016), han señalado que, uno de los grandes inconvenientes que ha tenido la consideración de ladrillos artesanales, ha correspondido a ser el peso, en donde las condiciones de suelo, llegan a ser las responsables de una cimentación más reforzada.

García (2016) recomienda realizar un buen estudio de mecánica de suelos, indicando que no solo se debe realizar el ensayo de penetración estándar (SPT), sino también exigir la velocidad de propagación de ondas de corte (Vs).

El diseño sísmico va depender del tipo de suelo que se va evaluar indica Manetti, J. (2020), en esta investigación el diseño sísmico ha estado relacionado directamente con el tipo de suelo de zona en la que se trabajó.

En los últimos sismos ocurridos en el mundo ha puesto en evidencia un mal desempeño sísmico de las estructuras modernas Mayhua, J. (2018), en la presente investigación se evidencia que los ladrillos industriales se comportan mejor ante los ladrillos artesanales.

V. CONCLUSIONES

- ✓ Según los resultados obtenidos se concluye que los ladrillos industriales se comportan mejor ante las sollicitaciones sísmicas con respecto a los ladrillos artesanales, esto debido a que los ladrillos industriales tuvieron un control de calidad más estricto y fueron sometidos a diversos estudios antes de salir al mercado.
- ✓ Se ha podido concluir, respecto al análisis sísmico estático del edificio multifamiliar de tres pisos, con albañilería confinada constituida con ladrillos industriales y artesanales, que la cortante basal para los ladrillos industriales es de 278.27; mientras que, para los ladrillos artesanales, este valor ha sido de 293.13. Del mismo modo para el peso sísmico, teniendo para los ladrillos industriales 1,133.11 Tn; mientras que, para los ladrillos artesanales, el peso es de 1,172.52 Tn, esto debido a que los ladrillos industriales tienen una resistencia $f'm = 65 \text{ kg/cm}^2$ y para el artesanal es de $f'm = 35 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ En relación al análisis dinámico de un edificio multifamiliar de 3 pisos, entre la albañilería confinada constituida con ladrillos industriales y ladrillos artesanales, se concluye que, los periodos para ambas edificaciones de 0.14 s; así mismo, cabe señalar que, la cortante basal estática para industrial ha sido de 278.27 Tn y 293.13 Tn para el artesanal; mientras que, las cortantes dinámicas han sido de 12.7975 (eje X) y 17.5222 (eje Y) en el industrial y para el artesanal 13.6754 (eje X) y 16.4806 (eje Y), debiendo utilizar el factor de ampliación para igualar al 80% del valor de la cortante basal estática. En cuanto a las derivas máximas alcanzadas, para los ladrillos industriales, han sido de 0.0003737 (Eje X) y 0.000439 (eje Y); mientras que, para el caso de los ladrillos artesanales, se ha alcanzado valores de 0.0006212 (Eje X) y de 0.000623 (eje Y), evidenciando de esta forma que, en ambos diseños de edificación cumplen con los desplazamientos laterales relativos admisibles, al igual que el análisis estático las derivas son menores a 0.005; siendo menester precisar que en los ladrillos artesanales los valores de las derivas son mayores a los industriales evidenciando de esta forma, una reducción de las sollicitaciones sísmicas de la edificación misma.

- ✓ Se ha concluido, en cuanto al diseño de un edificio multifamiliar utilizando ladrillos industriales, una cimentación corrida, para las columnas basándose en la norma E.070, diseño de columnas de confinamiento, 4 aceros de ½ pulgada en la columna C-1 de (0.15x0.25 cm), 4 aceros de ½” pulgada en la columna C-2 de (0.25x0.25 cm) y 6 aceros de ½” pulgada en la columna tipo (L) C-4 de (0.15x0.30 cm). En base a esta condición, es que se ha podido establecer la consideración de aceros transversales de 3/8 de pulgada, siendo el primer acero considerado a 5 centímetros, 4 aceros de 3/8” a 10 centímetros y el resto a 25 centímetros (Anexo 17), para las vigas que han sido consideradas en la investigación, han contado con aceros de refuerzo de 3/8 pulgadas. Así mismo, es que las dimensiones de las vigas, han correspondido a ser de VS-2 de 15 x 20 cm en muros de soga y VS-1 de 25x20 cm en muros de cabeza, debido a que estas no han sido de tipo estructurales, sino que, por el contrario, estas se han caracterizado por haber servido como elementos de confinamiento. Además de lo expuesto, es que en el Anexo 18, se ha diseñado de por cortante la viga de las dimensiones mencionadas, alcanzando una distribución de aceros, de 1/4", siendo el primero de estos ubicado a 5 cm, 4 a 10.00 cm y el resto a 25.00 cm, para la losa aligerada, se puede señalar que, esta contará con un alto de 20 centímetros, recurriendo a la distribución de aceros de ½ pulgada, con una distribución asumida de 25 centímetros para los aceros de temperatura.
- ✓ Se ha concluido, en cuanto al diseño de un edificio multifamiliar utilizando ladrillos artesanales, una cimentación corrida, para las columnas basándose en la norma E.070, diseño de columnas de confinamiento, 4 aceros de ½ pulgada en la columna C-1 de (0.15x0.25 cm), 4 aceros de ½” pulgada en la columna C-2 de (0.25x0.25 cm) y 6 aceros de ½” pulgada en la columna tipo (L) C-4 de (0.15x0.30 cm). En base a esta condición, es que se ha podido establecer la consideración de aceros transversales de 3/8 de pulgada, siendo el primer acero considerado a 5 centímetros, 4 aceros de 3/8” a 10 centímetros y el resto a 25 centímetros (Anexo 17), para las vigas que han sido consideradas en la investigación, han contado con aceros de refuerzo de 3/8 pulgadas. Así mismo, es que las dimensiones de las vigas, han correspondido a ser de VS-2 de 15 x 20 cm en muros de soga y VS-1 de 25x20 cm en muros de cabeza, debido a que estas no han sido de tipo estructurales, sino que, por

el contrario, estas se han caracterizado por haber servido como elementos de confinamiento. Además de lo expuesto, es que en el Anexo 18, se ha diseñado de por cortante la viga de las dimensiones mencionadas, alcanzando una distribución de aceros, de 1/4", siendo el primero de estos ubicado a 5 cm, 4 a 10.00 cm y el resto a 25.00 cm, para la losa aligerada, se puede señalar que, esta contará con un alto de 20 centímetros, recurriendo a la distribución de aceros de 1/2 pulgada, con una distribución asumida de 25 centímetros para los aceros de temperatura.

VI. RECOMENDACIONES

✓ A la población en general:

Realizar sus proyectos construcción de edificaciones de manera formal y con la asesoría de personal capacitado en el rubro, para ejecutar de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones.

Solicitar al momento de comprar cualquier material, en especial unidades de albañilería, las especificaciones técnicas necesarias y de ser posible la garantía correspondiente del producto.

En el barrio Alonso de Alvarado según el ensayo de mecánica de suelos, se cuenta con un suelo de capacidad portante 0.57 Kg/m^2 , por lo que se recomienda a la población hacer un mejoramiento del suelo antes de realizar una construcción.

✓ A la Municipalidad Provincial de Chachapoyas:

Realizarlas fiscalizaciones de las edificaciones en construcción de una manera más estricta y frecuente, para controlar que las construcciones estén en base al Reglamento nacional de edificaciones y se respete el Plan de Desarrollo Urbano de Chachapoyas.

✓ A los estudiantes de la carrera profesional de ingeniería civil:

Realizar investigaciones referidas a los sistemas estructurales de albañilería confinada y su uso en edificaciones en Chachapoyas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C. (2018). *Estudio De Estructuras De Albañilería Confinada Con Perfiles De Acero En Chile* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile: Chile. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/159577>
- Alegre, L. y Cochachin, R. (2019). *Diseño estructural sísmoresistente de un edificio multifamiliar de 06 pisos, Independencia Huaraz 2018* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo: Huaraz. Recuperado de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41230/Alegre_TLM-Cochachin_GRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Angumba, P. (2016). *Ladrillos Elaborados Con Plástico Reciclado (Pet), Para Mampostería No Portante* (Tesis de posgrado). Universidad de Cuenca: Cuenca. Recuperado de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25297/1/tesis.pdf>
- Barrueto, J. (2019). Análisis sísmico comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción de un edificio de viviendas multifamiliares del distrito de Surquillo (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú: Lima. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13342/BARRUETO_SAMORA_JOMAR_AN%C3%81LISIS_S%C3%8DSMICO_COMPARATIVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chimbo, V. (2017). Análisis De La Resistencia A La Compresión De Ladrillos Prensados Interconectables Elaborados De Barro, Cangahua Y Puzolana, Con Adiciones De Cemento, Cumpliendo La Norma Ecuatoriana De La Construcción (Nec 2015) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato: Ambato. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25756/1/Tesis%201136%20-%20Chimbo%20Andy%20V%C3%ADctor%20Gerson.pdf>
- Cohen, N. y Gómez, G. (2019). *Metodología de la investigación, ¿Para qué?*. Buenos Aires. Argentina. Editorial Teseo. Recuperado de http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_qu_e.pdf

- Fuentes, N. (2018). *Desempeño Sísmico De Un Edificio De Cinco Niveles De Concreto Armado Mediante El Análisis Estático No Lineal “Pushover”* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo: Huaras. Recuperado de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2191/T033_47486172_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gonzales, C. y Veli, A. (2016). *Evaluación Del Comportamiento Sísmico De Una Edificación Con Sistema Mdl Aplicando La Ntp E030- 2016 Y La Norma Chilena 433-2012* (Tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres: Lima. Recuperado de http://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2719/gonzales_ve li.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Manetti, J. (2020). *Evaluación Del Desempeño Sísmico De Estructuras De Madera Frente A Réplicas* (Tesis de pregrado). Universidad de Concepción: Concepción. Recuperado de http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/463/1/Tesis_evaluacion_del_desempe n_sismico.pdf
- Mayhua, J. (2018). *Diseño estructural por desempeño sísmico de un edificio de 3 pisos en el distrito de Ascensión, provincia de Huancavelica* (Tesis de pregrado). Universidad Continental: Huancayo.
- García, M. y Mosoco, D. (2016). *Análisis comparativo de la respuesta sísmica de distorsiones de entrepiso - deriva y fuerzas cortantes de una edificación de concreto armado con sistema dual, mediante el análisis sísmico dinámico, aplicado con la norma de diseño sismorresistente e.030 del 2016 y la norma chilena de diseño sísmico de edificios nch 433.of1996 modificada en 2012* (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco: Cusco.
- Remache, B. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural de un proyecto de vivienda multifamiliar en concreto armado, aplicando el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 (2014) y Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 (2016)* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión: Juliaca. Recuperado de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/2121/Byron_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Vivienda (2018). *Norma E020 – Cargas* (Informe Técnico). Ministerio de Vivienda: Perú. Recuperado de <https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>

Ministerio de Vivienda (2018). *Norma E030 – Diseño sismorresistente* (Informe Técnico). Ministerio de Vivienda: Perú. Recuperado de <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>

Ministerio de Vivienda (2009). *Norma E060 – Concreto armado* (Informe Técnico). Ministerio de Vivienda: Perú. Recuperado de https://www.controlmixexpress.com/docs/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf

ANEXOS

Anexo 1 Propiedad de los materiales – Ladrillo Artesanal

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES - L

ALBAÑILERÍA

Ladrillo tipo IV sólido kin kong de arcilla artesanal		
Dimensiones del ladrillo ancho = 0.13 m largo = 0.23 m altura = 0.09 m		
f_b :	Resistencia a la compresión Axial en las Unidades	55 Kg/cm ²
f_m :	Resistencia a la compresión Axial en Pilas	35 Kg/cm ²
V_m :	Resistencia a la compresión del muro de albañilería	5.1 Kg/cm ²
Em :	Modulo de Elasticidad de la bañilería Em=500f _m	17500 Kg/cm ²
Gm :	Modulo de Corte Gm=0.4Em	7000 Kg/cm ²

CONCRETO

f_c :	Resistencia a la compresion del concreto	210 Kg/cm ²
Ec :	Modulo de Elasticidad del Concreto	217370.651 Kg/cm ²
v :	Módulo de Poisson	0.15
G=Ec/(2(1+v))	Módulo de corte	94508.98 Kg/cm ²

n :	Ec /Em	12.42
------------	--------	-------

ACERO

f_y :	Esfuerzo de fluencia del acero	4200 Kg/cm ²
Es :	Módulo de elasticidad	2000000 Kg/cm ²
	Deformación unitaria máxima	0.0021

CARGAS UNITARIAS

Pe_m :	Peso especifico del muro de albañilería	1800 Kg/m ³
Pe_c :	Peso especifico del concreto	2400 Kg/m ³
	Peso especifico del tarrajeo	2000 Kg/m ³

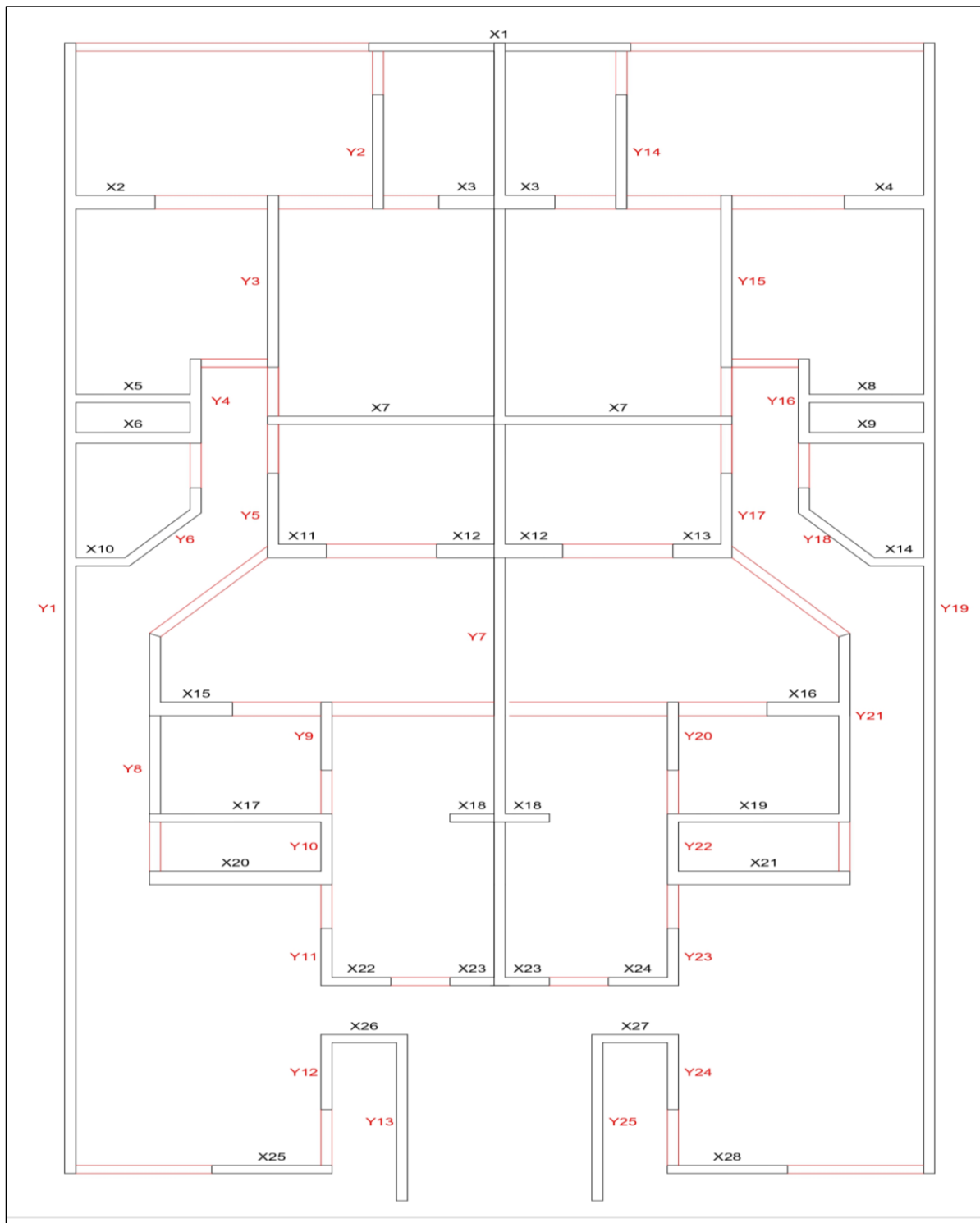
P tab. Mov :	Peso de tab. Movil	0 Kg/m ²
Sc :	Sobrecarga piso	200 Kg/m ²
Sc : En azotea	Sobrecarga piso en el último piso.	100 Kg/m ²
Sc escalera :	Sobre carga de escalera	200 Kg/m ²
Sc techo :	Sobre carga techo	100 Kg/m ²
Acab.	Acabados	100 Kg/m ²

Z	U	S	N
0.25	1	1.2	3

N = NÚMEROS DE PISOS

DATOS DE LA LOSA ALIGERADA				T=TECNOPOR	PESO DE LOSA
ALTURA		ESPESOR DE LA LOSA		L=LADRILLO	
H1	2.80 m	1° Piso	e= 0.20 m	L	300 Kg/m ²
H2	2.80 m	2° Piso	e= 0.20 m	L	300 Kg/m ²
H3	2.80 m	3° Piso	e= 0.20 m	L	300 Kg/m ²

Anexo 3 Verificación de Densidad de Muros



Anexo 4 Diseño por Cargas Verticales – Ladrillos Artesanales

Diseño por Cargas Verticales						
Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	σ_m (Kg/cm ²)	$0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm ²)	Observación
X1	3.55	0.13	3492.90	0.757	4.3491124	Muro Correcto
X2	1.23	0.13	1369.70	0.860	4.3491124	Muro Correcto
X3	1.58	0.13	4545.20	2.220	4.3491124	Muro Correcto
X4	1.23	0.13	3003.40	1.886	4.3491124	Muro Correcto
X5	1.70	0.13	1158.90	0.524	4.3491124	Muro Correcto
X6	1.70	0.13	1112.20	0.503	4.3491124	Muro Correcto
X7	6.30	0.13	8578.20	1.047	4.3491124	Muro Correcto
X8	1.70	0.13	2504.10	1.133	4.3491124	Muro Correcto
X9	1.70	0.13	2451.40	1.109	4.3491124	Muro Correcto
X10	1.85	0.13	938.60	0.390	4.3491124	Muro Correcto
X11	0.80	0.13	1492.30	1.435	4.3491124	Muro Correcto
X12	1.71	0.13	3737.10	1.681	4.3491124	Muro Correcto
X13	0.85	0.13	3353.40	3.035	4.3491124	Muro Correcto
X14	1.85	0.13	1585.60	0.659	4.3491124	Muro Correcto
X15	1.13	0.13	1452.10	0.993	4.3491124	Muro Correcto
X16	1.13	0.13	3492.60	2.388	4.3491124	Muro Correcto
X17	2.48	0.13	2075.70	0.645	4.3491124	Muro Correcto
X18	1.35	0.13	1888.50	1.076	4.3491124	Muro Correcto
X19	2.48	0.13	4418.20	1.373	4.3491124	Muro Correcto
X20	2.48	0.13	3797.60	1.180	4.3491124	Muro Correcto
X21	2.48	0.13	7931.40	2.465	4.3491124	Muro Correcto
X22	0.95	0.13	1109.70	0.899	4.3491124	Muro Correcto
X23	1.35	0.13	1727.10	0.984	4.3491124	Muro Correcto
X24	0.95	0.13	2286.20	1.851	4.3491124	Muro Correcto
X25	1.63	0.13	845.20	0.399	4.3491124	Muro Correcto
X26	1.18	0.13	703.90	0.461	4.3491124	Muro Correcto
X27	1.18	0.13	1492.90	0.977	4.3491124	Muro Correcto
X28	1.63	0.13	1844.20	0.870	4.3491124	Muro Correcto
Y1	20.75	0.13	16899.50	0.626	4.3491124	Muro Correcto
Y2	2.09	0.13	1603.60	0.590	4.3491124	Muro Correcto
Y3	3.15	0.13	4016.20	0.981	4.3491124	Muro Correcto
Y4	1.55	0.13	796.90	0.395	4.3491124	Muro Correcto
Y5	1.55	0.13	1584.30	0.786	4.3491124	Muro Correcto
Y6	1.43	0.13	1091.90	0.587	4.3491124	Muro Correcto
Y7	17.30	0.13	23168.80	1.030	4.3491124	Muro Correcto
Y8	3.46	0.13	3136.50	0.697	4.3491124	Muro Correcto
Y9	1.25	0.13	1173.30	0.722	4.3491124	Muro Correcto
Y10	1.30	0.13	902.00	0.534	4.3491124	Muro Correcto
Y11	1.05	0.13	1250.70	0.916	4.3491124	Muro Correcto
Y12	1.38	0.13	1832.00	1.025	4.3491124	Muro Correcto
Y13	2.90	0.13	1057.70	0.281	4.3491124	Muro Correcto
Y14	2.09	0.13	2775.50	1.022	4.3491124	Muro Correcto
Y15	3.15	0.13	7654.60	1.869	4.3491124	Muro Correcto
Y16	1.55	0.13	1956.70	0.971	4.3491124	Muro Correcto
Y17	1.55	0.13	3356.20	1.666	4.3491124	Muro Correcto
Y18	1.43	0.13	1765.20	0.950	4.3491124	Muro Correcto
Y19	20.75	0.13	2729.70	0.101	4.3491124	Muro Correcto
Y20	1.25	0.13	3920.70	2.413	4.3491124	Muro Correcto
Y21	3.40	0.13	2059.40	0.466	4.3491124	Muro Correcto
Y22	1.30	0.13	2418.00	1.431	4.3491124	Muro Correcto
Y23	1.05	0.13	2176.00	1.594	4.3491124	Muro Correcto
Y24	1.38	0.13	3670.70	2.054	4.3491124	Muro Correcto
$f'_m =$	35 Kg/cm ²					
$0.15f'_m =$	5.25 Kg/cm ²					
$0.05f'_m =$	1.75 Kg/cm ²					
$h =$	2.8 m					
$v'_m =$	5.1 Kg/cm ²					

b) Esfuerzo Axial Máximo. El esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L t} \leq 0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m \quad (19.1b)$$

Anexo 5 Diseño por fisuración – SISMO MODERADO – Ladrillos Artesanales

Diseño por Fisuración-SISMO MODERADO										
Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	V_m (Kg)	$\leq 0.55V_m$
3.2506	2.7984	1.1674	0.0061	0.0019	2.7984	1.1674	8.5098	1.0	11769.00	No Fisurado
1.2942	1.2747	0.5524	0.0046	0.0014	1.2747	0.5524	2.8268	1.0	4061.17	No Fisurado
4.1239	2.1200	3.2457	0.0513	0.0084	2.1200	3.2457	1.0287	1.0	5222.07	No Fisurado
2.7728	1.2926	0.5544	0.0034	0.0011	1.2926	0.5544	2.8561	1.0	4061.51	No Fisurado
1.0873	1.3408	0.4962	0.0029	0.0026	1.3408	0.4962	4.5936	1.0	5635.75	No Fisurado
1.0493	1.3003	0.5009	0.0007	0.0014	1.3003	0.5009	4.4131	1.0	5635.74	No Fisurado
7.6343	5.2772	2.1470	0.0022	0.0013	5.2772	2.1470	15.4850	1.0	20886.26	No Fisurado
2.2897	1.3759	0.4904	0.0026	0.0021	1.3759	0.4904	4.7696	1.0	5636.03	No Fisurado
2.2466	1.3350	0.4953	0.0006	0.0011	1.3350	0.4953	4.5821	1.0	5636.02	No Fisurado
0.8999	0.8204	0.9299	0.0157	0.0032	0.8204	0.9299	1.6322	1.0	6132.96	No Fisurado
1.3385	0.3959	0.2891	0.0020	0.0010	0.3959	0.2891	1.0955	1.0	2652.31	No Fisurado
3.3429	0.9788	1.6964	0.0159	0.0110	0.9788	1.6964	0.9866	1.0	5593.73	No Fisurado
2.9342	0.3973	0.2897	0.0019	0.0009	0.3973	0.2897	1.1657	1.0	2818.42	No Fisurado
1.4788	0.8400	0.9466	0.0127	0.0026	0.8400	0.9466	1.6417	1.0	6133.09	No Fisurado
1.3277	1.1336	0.4655	0.0072	0.0022	1.1336	0.4655	2.7396	1.0	3729.68	No Fisurado
3.0988	1.1481	0.4678	0.0062	0.0018	1.1481	0.4678	2.7610	1.0	3730.09	No Fisurado
1.9031	1.8216	0.6766	0.0015	0.0007	1.8216	0.6766	6.6634	1.0	8205.06	No Fisurado
1.7106	0.7846	1.1871	0.0217	0.0051	0.7846	1.1871	0.8923	0.9	3993.51	No Fisurado
3.9417	1.8683	0.6523	0.0014	0.0006	1.8683	0.6523	7.0888	1.0	8205.53	No Fisurado
3.4872	2.9350	1.4302	0.0047	0.0011	2.9350	1.4302	5.0791	1.0	8205.43	No Fisurado
7.0849	3.0150	1.3895	0.0042	0.0010	3.0150	1.3895	5.3704	1.0	8206.25	No Fisurado
0.9659	0.3653	0.2491	0.0009	0.0001	0.3653	0.2491	1.3932	1.0	3149.47	No Fisurado
1.5918	0.8463	1.2601	0.0123	0.0025	0.8463	1.2601	0.9067	0.9	4057.98	No Fisurado
1.9612	0.3658	0.2495	0.0008	0.0001	0.3658	0.2495	1.3928	1.0	3149.70	No Fisurado
0.7996	1.1079	0.4360	0.0008	0.0000	1.1079	0.4360	4.1419	1.0	5403.63	No Fisurado
0.6645	0.6919	0.2451	0.0011	0.0004	0.6919	0.2451	3.3169	1.0	3895.28	No Fisurado
1.3728	0.7036	0.2468	0.0011	0.0004	0.7036	0.2468	3.3498	1.0	3895.44	No Fisurado
1.7010	1.1354	0.4338	0.0007	0.0000	1.1354	0.4338	4.2663	1.0	5403.84	No Fisurado
15.7695	0.0456	0.0113	8.2465	1.7247	8.2465	1.7247	99.2143	1.0	68789.88	No Fisurado
1.4920	0.0032	0.0001	0.7601	0.2867	0.7601	0.2867	5.5410	1.0	6928.69	No Fisurado
3.4930	0.0038	0.0001	1.1740	0.4676	1.1740	0.4676	7.9087	1.0	10443.05	No Fisurado
0.7411	0.0180	0.0054	0.4924	0.2271	0.4924	0.2271	3.3607	1.0	5138.42	No Fisurado
1.4122	0.0019	0.0007	0.5791	0.2016	0.5791	0.2016	4.4524	1.0	5138.57	No Fisurado
1.0238	0.0115	0.0063	0.5052	0.3519	0.5052	0.3519	2.0530	1.0	4740.69	No Fisurado
20.6030	0.0059	0.0146	6.6851	4.8236	6.6851	4.8236	23.9763	1.0	57354.24	No Fisurado
2.8441	0.0063	0.0030	1.4278	0.6223	1.4278	0.6223	7.9386	1.0	11470.55	No Fisurado
1.0296	0.0016	0.0001	0.4215	0.1633	0.4215	0.1633	3.2264	1.0	4143.99	No Fisurado
0.8236	0.0063	0.0021	0.3872	0.1386	0.3872	0.1386	3.6317	1.0	4309.69	No Fisurado
1.0937	0.0014	0.0006	0.2055	0.1453	0.2055	0.1453	1.4850	1.0	3481.00	No Fisurado
1.8151	0.0025	0.0008	1.1761	0.3895	1.1761	0.3895	4.1518	1.0	4558.54	No Fisurado
0.9690	0.0029	0.0010	0.4797	0.1908	0.4797	0.1908	7.2910	1.0	9613.72	No Fisurado
2.5274	0.0032	0.0001	0.7252	0.2590	0.7252	0.2590	5.8520	1.0	6928.93	No Fisurado
6.5780	0.0037	0.0000	1.0559	0.3816	1.0559	0.3816	8.7162	1.0	10443.76	No Fisurado
1.7724	0.0186	0.0055	0.4155	0.1922	0.4155	0.1922	3.3508	1.0	5138.66	No Fisurado
2.9269	0.0019	0.0007	0.5180	0.1752	0.5180	0.1752	4.5828	1.0	5138.92	No Fisurado
31.7386	0.4777	0.3078	6.8855	1.0392	6.8855	1.0392	9.4749	1.0	4747.75	No Fisurado
2.3443	0.0016	0.0001	0.3872	0.1479	0.3872	0.1479	54.3232	1.0	68786.79	No Fisurado
3.4873	0.0031	0.0016	0.7198	0.2077	0.7198	0.2077	4.3320	1.0	4144.55	No Fisurado
1.8302	0.0065	0.0022	0.3589	0.1252	0.3589	0.1252	9.7465	1.0	11271.42	No Fisurado
2.0813	0.0014	0.0006	0.1799	0.1310	0.1799	0.1310	1.7853	1.0	4309.98	No Fisurado
1.9649	0.0029	0.0011	0.4547	0.1691	0.4547	0.1691	2.8234	1.0	3481.20	No Fisurado
3.5074	0.0026	0.0009	1.1298	0.3545	1.1298	0.3545	4.3822	1.0	4558.93	No Fisurado

Anexo 6 Diseño por resistencia – SISMO RARO – Ladrillos Artesanales

Diseño por Resistencia - SISMO RARO				Necesidad de Reforzar Horizontalmente				
$V_{Ei} - X$ (Kg)	$V_{Ei} - Y$ (Kg)	V_{Ei} (Kg)	$V_m \geq V_{Ei}$	$\frac{V_{m1}}{V_{e1}}$	$2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3$	V_u (Kg)	M_u (Kg-m)	Condición
5.597	0.012	5.597	Resistente	4205.617	3.00	8.3952	3.5022	No Reforzar
2.549	0.009	2.549	Resistente	3185.983	3.00	3.8241	1.6572	No Reforzar
4.240	0.103	4.240	Resistente	2463.242	3.00	6.3600	9.7371	Reforzar
2.585	0.007	2.585	Resistente	3142.127	3.00	3.8778	1.6632	Reforzar
2.682	0.006	2.682	Resistente	4203.274	3.00	4.0224	1.4886	No Reforzar
2.601	0.001	2.601	Resistente	4334.185	3.00	3.9009	1.5027	No Reforzar
10.554	0.004	10.554	Resistente	3957.829	3.00	15.8316	6.4410	No Reforzar
2.752	0.005	2.752	Resistente	4096.247	3.00	4.1277	1.4712	No Reforzar
2.670	0.001	2.670	Resistente	4221.735	3.00	4.0050	1.4859	No Reforzar
1.641	0.031	1.641	Resistente	7475.569	3.00	2.4612	2.7897	No Reforzar
0.792	0.004	0.792	Resistente	6699.439	3.00	1.1877	0.8673	No Reforzar
1.958	0.032	1.958	Resistente	5714.881	3.00	2.9364	5.0892	No Reforzar
0.795	0.004	0.795	Resistente	7093.946	3.00	1.1919	0.8691	Reforzar
1.680	0.025	1.680	Resistente	7301.298	3.00	2.5200	2.8398	No Reforzar
2.267	0.014	2.267	Resistente	3290.120	3.00	3.4008	1.3965	No Reforzar
2.296	0.012	2.296	Resistente	3248.922	3.00	3.4443	1.4034	Reforzar
3.643	0.003	3.643	Resistente	4504.316	3.00	5.4648	2.0298	No Reforzar
1.569	0.044	1.569	Resistente	5089.868	3.00	2.3538	3.5613	No Reforzar
3.737	0.003	3.737	Resistente	4391.978	3.00	5.6049	1.9569	No Reforzar
5.870	0.010	5.870	Resistente	2795.716	3.00	8.8050	4.2906	No Reforzar
6.030	0.009	6.030	Resistente	2721.809	3.00	9.0450	4.1685	Reforzar
0.731	0.002	0.731	Resistente	8621.605	3.00	1.0959	0.7473	No Reforzar
1.693	0.025	1.693	Resistente	4794.963	3.00	2.5389	3.7803	No Reforzar
0.732	0.002	0.732	Resistente	8610.446	3.00	1.0974	0.7485	Reforzar
2.216	0.002	2.216	Resistente	4877.366	3.00	3.3237	1.3080	No Reforzar
1.384	0.002	1.384	Resistente	5629.828	3.00	2.0757	0.7353	No Reforzar
1.407	0.002	1.407	Resistente	5536.442	3.00	2.1108	0.7404	No Reforzar
2.271	0.001	2.271	Resistente	4759.416	3.00	3.4062	1.3014	No Reforzar
0.091	16.493	16.493	Resistente	8341.706	3.00	24.7395	5.1741	No Reforzar
0.007	1.520	1.520	Resistente	9115.502	3.00	2.2803	0.8601	No Reforzar
0.008	2.348	2.348	Resistente	8895.275	3.00	3.5220	1.4028	No Reforzar
0.036	0.985	0.985	Resistente	10435.460	3.00	1.4772	0.6813	No Reforzar
0.004	1.158	1.158	Resistente	8873.381	3.00	1.7373	0.6048	No Reforzar
0.023	1.011	1.011	Resistente	9383.780	3.00	1.5156	1.0557	No Reforzar
0.012	13.370	13.370	Resistente	8579.414	3.00	20.0553	14.4708	No Reforzar
0.013	2.856	2.856	Resistente	8033.726	3.00	4.2834	1.8669	No Reforzar
0.003	0.843	0.843	Resistente	9831.523	3.00	1.2645	0.4899	No Reforzar
0.013	0.774	0.774	Resistente	11130.396	3.00	1.1616	0.4158	No Reforzar
0.003	0.411	0.411	Resistente	16939.180	3.00	0.6165	0.4359	No Reforzar
0.005	2.352	2.352	Resistente	3875.982	3.00	3.5283	1.1685	No Reforzar
0.006	0.959	0.959	Resistente	20041.115	3.00	1.4391	0.5724	No Reforzar
0.006	1.451	1.451	Resistente	9554.511	3.00	2.1756	0.7770	No Reforzar
0.007	2.112	2.112	Resistente	9890.864	3.00	3.1677	1.1448	Reforzar
0.037	0.831	0.831	Resistente	12367.407	3.00	1.2465	0.5766	No Reforzar
0.004	1.036	1.036	Resistente	9920.701	3.00	1.5540	0.5256	No Reforzar
0.955	13.771	13.771	Resistente	689.529	3.00	20.6565	3.1176	No Reforzar
0.003	0.774	0.774	Resistente	177651.832	3.00	1.1616	0.4437	No Reforzar
0.006	1.440	1.440	Resistente	5757.922	3.00	2.1594	0.6231	Reforzar
0.013	0.718	0.718	Resistente	31405.464	3.00	1.0767	0.3756	No Reforzar
0.003	0.360	0.360	Resistente	23957.636	3.00	0.5397	0.3930	No Reforzar
0.006	0.909	0.909	Resistente	7656.041	3.00	1.3641	0.5073	No Reforzar
0.005	2.260	2.260	Resistente	4035.167	3.00	3.3894	1.0635	Reforzar

Anexo 7 Diseño de Columnas de Confinamiento Extrema – Ladrillos Artesanales

Diseño de Columnas de Confinamiento Extrema															
M	(Kg-m)	F (Kg)	Número de Columnas Nc	Long. Paño Mayor, Lm (m)	0.5 L (m)	Pc (Kg)	δ	As (cm ²)	Arreglo	Vc (Kg)	T (Kg)	C (Kg)	An (cm ²)	Acf (cm ²)	D (cm)
-16473.09	9280.62	3.00	1.775	1.775	1.084	1	3.02	4ø1/2"	2206.69	9279.53	9281.70	64.65	195.00	15.00	
-5683.98	4639.99	2.00	1.225	0.613	0.647	1	3.02	4ø1/2"	2030.59	4639.34	4640.63	-1.65	195.00	15.00	
-7301.17	9271.32	1.00	0.788	0.788	4.124	1	3.02	4ø1/2"	1958.28	9267.20	9275.45	64.56	195.00	15.00	
-5684.45	4640.37	2.00	1.225	0.613	1.386	1	3.02	4ø1/2"	2030.76	4638.98	4641.76	-1.64	195.00	15.00	
-7888.56	4640.33	2.00	1.700	0.850	0.544	1	3.02	4ø1/2"	2817.88	4639.79	4640.87	-1.65	195.00	15.00	
-7888.54	4640.31	2.00	1.700	0.850	0.525	1	3.02	4ø1/2"	2817.87	4639.79	4640.84	-1.65	195.00	15.00	
-29234.32	9280.74	3.00	3.150	3.150	2.545	1	3.02	4ø1/2"	3916.17	9278.19	9283.28	64.67	195.00	15.00	
-7888.97	4640.57	2.00	1.700	0.850	1.145	1	3.02	4ø1/2"	2818.01	4639.42	4641.71	-1.64	195.00	15.00	
-7888.94	4640.55	2.00	1.700	0.850	1.123	1	3.02	4ø1/2"	2818.01	4639.43	4641.67	-1.64	195.00	15.00	
-8583.35	4639.65	2.00	1.850	0.925	0.450	1	3.02	4ø1/2"	3066.48	4639.20	4640.10	-1.66	195.00	15.00	
-3712.36	4640.45	1.00	0.800	0.400	1.339	1	3.02	4ø1/2"	1989.23	4639.12	4641.79	-1.64	195.00	15.00	
-7826.13	9153.36	1.00	0.855	0.855	3.343	1	3.02	4ø1/2"	2097.65	9150.02	9156.71	62.86	195.00	15.00	
-3944.93	4641.09	1.00	0.850	0.425	2.934	1	3.02	4ø1/2"	2113.82	4638.15	4644.02	-1.60	195.00	15.00	
-8583.49	4639.72	2.00	1.850	0.925	0.739	1	3.02	4ø1/2"	3066.55	4638.98	4640.46	-1.65	195.00	15.00	
-5220.16	4640.14	2.00	1.125	0.563	0.664	1	3.02	4ø1/2"	1864.84	4639.47	4640.80	-1.65	195.00	15.00	
-5220.72	4640.64	2.00	1.125	0.563	1.549	1	3.02	4ø1/2"	1865.04	4639.09	4642.19	-1.63	195.00	15.00	
-11485.06	4640.43	2.00	2.475	1.238	0.952	1	3.02	4ø1/2"	4102.53	4639.48	4641.38	-1.64	195.00	15.00	
-5587.35	8277.56	1.00	0.675	0.675	1.711	1	3.02	4ø1/2"	1497.57	8275.85	8279.27	50.33	195.00	15.00	
-11485.79	4640.72	2.00	2.475	1.238	1.971	1	3.02	4ø1/2"	4102.77	4638.75	4642.69	-1.62	195.00	15.00	
-11483.31	4639.72	2.00	2.475	1.238	1.744	1	3.02	4ø1/2"	4102.71	4637.98	4641.46	-1.64	195.00	15.00	
-11484.59	4640.24	2.00	2.475	1.238	3.542	1	3.02	4ø1/2"	4103.13	4636.70	4643.78	-1.61	195.00	15.00	
-4408.51	4640.54	1.00	0.950	0.475	0.966	1	3.02	4ø1/2"	2362.10	4639.57	4641.51	-1.64	195.00	15.00	
-5677.39	8410.94	1.00	0.675	0.675	1.592	1	3.02	4ø1/2"	1521.74	8409.35	8412.54	52.23	195.00	15.00	
-4408.83	4640.88	1.00	0.950	0.475	1.961	1	3.02	4ø1/2"	2362.28	4638.92	4642.84	-1.62	195.00	15.00	
-7563.78	4640.36	1.00	1.630	0.815	0.800	1	3.02	4ø1/2"	4052.73	4639.56	4641.16	-1.64	195.00	15.00	
-5452.65	4640.56	2.00	1.175	0.588	0.332	1	3.02	4ø1/2"	1947.64	4640.22	4640.89	-1.65	195.00	15.00	
-5452.88	4640.75	2.00	1.175	0.588	0.686	1	3.02	4ø1/2"	1947.72	4640.06	4641.43	-1.64	195.00	15.00	
-7564.08	4640.54	1.00	1.630	0.815	1.701	1	3.02	4ø1/2"	4052.88	4638.84	4642.24	-1.63	195.00	15.00	
-96300.65	9281.99	9.00	10.375	10.375	1.752	1	3.02	4ø1/2"	5159.24	9280.24	9283.74	64.68	195.00	15.00	
-9699.31	4640.82	2.00	2.090	1.045	0.746	1	3.02	4ø1/2"	3464.35	4640.07	4641.56	-1.64	195.00	15.00	
-14618.87	4640.91	2.00	3.150	1.575	1.747	1	3.02	4ø1/2"	5221.53	4639.17	4642.66	-1.62	195.00	15.00	
-7193.11	9281.43	3.00	0.775	0.775	0.247	1	3.02	4ø1/2"	963.45	9281.18	9281.68	64.65	195.00	15.00	
-7193.40	4640.90	2.00	1.550	0.775	0.706	1	3.02	4ø1/2"	2569.29	4640.20	4641.61	-1.64	195.00	15.00	
-6635.90	4640.49	2.00	1.430	0.715	0.512	1	3.02	4ø1/2"	2370.34	4639.98	4641.00	-1.65	195.00	15.00	
-80281.46	9281.09	9.00	8.650	8.650	2.289	1	3.02	4ø1/2"	4301.57	9278.80	9283.38	64.67	195.00	15.00	
-16056.91	9281.45	3.00	1.730	1.730	0.948	1	3.02	4ø1/2"	2150.73	9280.50	9282.40	64.66	195.00	15.00	
-5801.09	4640.87	2.00	1.250	0.625	0.515	1	3.02	4ø1/2"	2071.99	4640.36	4641.39	-1.64	195.00	15.00	
-6033.15	4640.88	2.00	1.300	0.650	0.412	1	3.02	4ø1/2"	2154.84	4640.47	4641.30	-1.64	195.00	15.00	
-4872.97	4640.92	1.00	1.050	0.525	1.094	1	3.02	4ø1/2"	2610.75	4639.83	4642.01	-1.63	195.00	15.00	

-6380.79	4640.58	1.00	1.375	0.688	1.815	1	3.02	4ø1/2"	3418.91	4638.76	4642.39	-1.63	195.00	15.00
-13458.64	4640.91	2.00	2.900	1.450	0.485	1	3.02	4ø1/2"	4806.86	4640.43	4641.39	-1.64	195.00	15.00
-9699.73	4641.02	2.00	2.090	1.045	1.264	1	3.02	4ø1/2"	3464.47	4639.75	4642.28	-1.63	195.00	15.00
-14620.12	4641.31	2.00	3.150	1.575	3.289	1	3.02	4ø1/2"	5221.88	4638.02	4644.60	-1.60	195.00	15.00
-7193.54	9281.99	3.00	0.775	0.775	0.591	1	3.02	4ø1/2"	963.50	9281.40	9282.58	64.66	195.00	15.00
-7193.97	4641.27	2.00	1.550	0.775	1.463	1	3.02	4ø1/2"	2569.46	4639.81	4642.73	-1.62	195.00	15.00
-6643.73	4645.97	2.00	1.430	0.715	15.869	1	3.02	4ø1/2"	2373.87	4630.10	4661.84	-1.35	195.00	15.00
-96301.06	9282.03	9.00	10.375	10.375	0.260	1	3.02	4ø1/2"	5159.01	9281.77	9282.29	64.66	195.00	15.00
-5801.75	4641.40	2.00	1.250	0.625	1.744	1	3.02	4ø1/2"	2072.28	4639.66	4643.14	-1.62	195.00	15.00
-15779.61	9282.13	3.00	1.700	1.700	0.610	1	3.02	4ø1/2"	2113.39	9281.52	9282.74	64.66	195.00	15.00
-6033.58	4641.21	2.00	1.300	0.650	1.041	1	3.02	4ø1/2"	2154.99	4640.17	4642.25	-1.63	195.00	15.00
-4873.18	4641.12	1.00	1.050	0.525	1.965	1	3.02	4ø1/2"	2610.90	4639.15	4643.08	-1.62	195.00	15.00
-6381.44	4641.05	1.00	1.375	0.688	3.507	1	3.02	4ø1/2"	3419.20	4637.54	4644.56	-1.60	195.00	15.00

a) Diseño de las columnas de confinamiento

• Las fuerzas internas en las columnas se obtendrán aplicando las expresiones de la Tabla 11.

COLUMNA	V_c (fuerza cortante)	T (tracción)	C (compresión)
Interior	$\frac{V_{mi} L_m}{L(N_c+1)}$	$V_{mi} \frac{h}{L} - P_c$	$P_c \frac{V_{mi} h}{2L}$
Extrema	$1,5 \frac{V_{mi} L_m}{L(N_c+1)}$	$F - P_c$	$P_c + F$

Donde:

$M = M_{mi} - 1/2 V_{mi} h$ («h» es la altura del primer piso).
 $F = M/L$ = fuerza axial en las columnas extremas producidas por «M».
 N_c = número de columnas de confinamiento (en muros de un paño $N_c = 2$)
 L_m = longitud del paño mayor ó 0,5 L, lo que sea mayor (en muros de un paño $L_m = L$)
 P_c = es la sumatoria de las cargas gravitacionales siguientes: carga vertical directa sobre la columna de confinamiento; mitad de la carga axial sobre el paño de muro a cada lado de la columna; y, carga proveniente de los muros transversales de acuerdo a su longitud tributaria indicada en el Artículo 24 (24.6).

Diseño por compresión

• El área de la sección de concreto se calculará asumiendo que la columna está arriostrada en su longitud por el panel de albañilería al que confina y por los muros transversales de ser el caso. El área del núcleo (A_n) bordeado por los estribos se obtendrá mediante la expresión:

$$A_n = A_c + \frac{C/\phi - A_c f_s}{0,85\delta f_c} \quad (27.3-a.1)$$

donde:

$\phi = 0,7$ o $0,75$, según se utilice estribos cerrados o zunchos, respectivamente

$\delta = 0,8$, para columnas sin muros transversales

$\delta = 1$, para columnas confinadas por muros transversales

• Para calcular la sección transversal de la columna (A_c), deberá agregarse los recubrimientos (ver Artículo 11 (11.10)) al área del núcleo « A_n »; el resultado no deberá ser menor que el área requerida por corte-fricción « A_{cv} ». Adicionalmente, en los casos que la viga solera se discontinue, el peralte de la columna deberá ser suficiente como para anclar al refuerzo longitudinal existente en la solera.

$$A_{cv} = \frac{V_c}{0,2f_c\phi} \geq A_c \geq 15t(cm^2) \quad (27.3.3-a.1')$$

donde: $\phi = 0,85$

Diseño por corte fricción (V_c)

• La sección transversal (A_c) de las columnas de confinamiento se diseñará para soportar la acción de corte fricción, con la expresión siguiente:

Anexo 8 Diseño de estribos y refuerzo longitudinal– Ladrillos Artesanales

Diseño de Estribos y Refuerzo Longitudinal										
Ac (cm ²)	An (cm ²)	Asf (cm ²)	Ast (cm ²)	As-requerida (cm ²)	Arreglo	tn (cm)	S1 (cm)	S2 (cm)	S3 (cm)	Arreglo
255	195	0.77	2.60	3.37	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.71	1.30	2.01	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.69	2.60	3.28	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.71	1.30	2.01	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.99	1.30	2.29	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.99	1.30	2.29	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.37	2.60	3.97	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.99	1.30	2.29	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.99	1.30	2.29	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.07	1.30	2.37	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.70	1.30	2.00	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.73	2.56	3.30	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.74	1.30	2.04	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.07	1.30	2.37	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.65	1.30	1.95	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.65	1.30	1.95	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.44	1.30	2.74	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.52	2.32	2.84	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.44	1.30	2.74	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.44	1.30	2.74	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.44	1.30	2.74	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.83	1.30	2.13	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.53	2.36	2.89	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.83	1.30	2.13	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.42	1.30	2.72	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.68	1.30	1.98	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.68	1.30	1.98	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.42	1.30	2.72	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.81	2.60	4.41	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.21	1.30	2.51	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.83	1.30	3.13	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.34	2.60	2.94	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.90	1.30	2.20	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.83	1.30	2.13	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.51	2.60	4.11	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.75	2.60	3.35	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.73	1.30	2.03	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.75	1.30	2.05	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.91	1.30	2.21	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.20	1.30	2.50	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm

255	195	1.68	1.30	2.98	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.21	1.30	2.51	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.83	1.30	3.13	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.34	2.60	2.94	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.90	1.30	2.20	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.83	1.30	2.13	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.81	2.60	4.41	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.73	1.30	2.03	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.74	2.60	3.34	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.75	1.30	2.05	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.91	1.30	2.21	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.20	1.30	2.50	4ø1/2"	11	11.14	8.57	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm

a.2. Determinación del refuerzo vertical

• El refuerzo vertical a colocar en las columnas de confinamiento será capaz de soportar la acción combinada de corte-fricción y tracción; adicionalmente, desarrollará por lo menos una tracción igual a la capacidad resistente a tracción del concreto y como mínimo se colocarán 4 varillas para formar un núcleo confinado. El refuerzo vertical (A_v) será la suma del refuerzo requerido por corte-fricción y el refuerzo requerido por tracción (A_{st}):

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y \cdot \mu \phi} \quad A_{st} = \frac{T}{f_y \phi} \quad (27.3.a.2)$$

$$A_v = A_{sf} + A_{st} \geq \frac{0,1 f_c' A_c}{f_y} \dots (\text{mínimo } 4\phi 8mm)$$

donde: El factor de reducción de resistencia es $\phi = 0,85$
El coeficiente de fricción es: $\mu = 0,8$ para juntas sin tratamiento y $\mu = 1,0$ para juntas en la que se haya eliminado la lechada de cemento y sea intencionalmente rugosa.

a.3. Determinación de los estribos de confinamiento

• Los estribos de las columnas de confinamiento podrán ser ya sea estribos cerrados con gancho a 135°, estribos de 1/4 de vuelta o zunchos con ganchos a 180°. En los extremos de las columnas, en una altura no menor de 45 cm o 1,5 d (por debajo o encima de la solera, dintel o sobrecimiento), deberá colocarse el menor de los siguientes espacia-mien-tos (s) entre estribos:

$$s_1 = \frac{A_v f_y}{0,3 t_n f_c' (A_c/A_n - 1)} \quad s_2 = \frac{A_v f_y}{0,12 t_n f_c'} \quad (27.3.a.3)$$

$$s_3 = \frac{d}{4} \geq 5 \text{ cm} \quad s_4 = 10 \text{ cm}$$

Donde «d» es el peralte de la columna, « t_n » es el espesor del núcleo confinado y « A_n » es la suma de las ramas paralelas del estribo.

• El confinamiento mínimo con estribos será \square 6mm, 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm. Adicionalmente se agregará 2 estribos en la unión solera-columna y estribos @ 10 cm en el sobrecimiento.

Anexo 9 Diseño de vigas soleras - Ladrillos Artesanales

Diseño de Vigas Soleras				
Ts (Kg)	As-requerida (cm ²)	Arreglo	As-Existente (cm ²)	ESTRIBOS
5884.49882	1.56	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2030.58633	0.54	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2611.03675	0.69	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2030.75637	0.54	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2817.87504	0.75	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2817.87067	0.75	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
10443.1279	2.76	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2818.01332	0.75	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2818.00836	0.75	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3066.47849	0.81	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1326.15393	0.35	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2796.86274	0.74	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1409.21243	0.37	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3066.54506	0.81	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1864.84019	0.49	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1865.04386	0.49	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4102.53136	1.09	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1996.75537	0.53	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4102.7658	1.09	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4102.71353	1.09	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4103.12726	1.09	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1574.73608	0.42	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2028.98851	0.54	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1574.85054	0.42	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2701.81695	0.71	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1947.63892	0.52	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1947.72037	0.52	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2701.92062	0.71	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3439.5	0.91	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3464.34658	0.92	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
5221.5267	1.38	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2569.21023	0.68	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2569.2874	0.68	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm

2370.34274	0.63	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2867.7	0.76	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
5735.27707	1.52	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2071.9934	0.55	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2154.84471	0.57	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1740.50078	0.46	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2279.27124	0.60	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4806.86144	1.27	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3464.46565	0.92	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
5221.88147	1.38	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2569.32883	0.68	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2569.46159	0.68	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2373.87494	0.63	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3439.3	0.91	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2072.27604	0.55	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
5635.71047	1.49	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2154.98935	0.57	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
1740.60096	0.46	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2279.46585	0.60	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm

b) Diseño de las vigas soleras correspondientes al primer nivel

• La solera se diseñará a tracción pura para soportar una fuerza igual a T_s :

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

$$A_s = \frac{T_s}{\phi f_y} \geq \frac{0,1 f_c A_{cs}}{f_y} \dots (\text{mínimo } 4\phi 8\text{mm}) \quad (27.3.b)$$

donde: $\phi = 0,9$

A_{cs} = área de la sección transversal de la solera

• El área de la sección transversal de la solera (A_{cs}) será suficiente para alojar el refuerzo longitudinal (A_s), pudiéndose emplear vigas chatas con un peralte igual al espesor de la losa del techo. En la solera se colocará estribos mínimos: [] 6mm, 1 @ 5, 4@ 10, r @ 25 cm.

Anexo 10 Propiedad de los materiales – Industrial

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES - L

ALBAÑILERÍA

Ladrillo tipo IV sólido kin kong de arcilla industrial		
Dimensiones del ladrillo ancho = 0.13 m largo = 0.23 m altura = 0.09 m		
f'b :	Resistencia a la compresión Axial en las Unidades	145 Kg/cm2
f'm :	Resistencia a la compresión Axial en Pilas	65 Kg/cm2
V'm :	Resistencia a la compresión del muro de albañilería	8.1 Kg/cm2
Em :	Modulo de Elasticidad de la bañilería Em=500f'm	32500 Kg/cm2
Gm :	Modulo de Corte Gm=0.4Em	13000 Kg/cm2

CONCRETO

f'c :	Resistencia a la compresion del concreto	210 Kg/cm2
Ec :	Modulo de Elasticidad del Concreto	217370.651 Kg/cm2
v :	Módulo de Poisson	0.15
G=Ec/(2(1+v))	Módulo de corte	94508.98 Kg/cm2

n :	Ec /Em	6.69
------------	--------	------

ACERO

fy :	Esfuerzo de fluencia del acero	4200 Kg/cm2
Es :	Módulo de elasticidad	2000000 Kg/cm2
	Deformación unitaria máxima	0.0021

CARGAS UNITARIAS

Pe_m :	Peso especifico del muro de albañilería	1800 Kg/m3
Pe_c :	Peso especifico del concreto	2400 Kg/m3
	Peso especifico del tarrajeo	2000 Kg/m3

P tab. Mov :	Peso de tab. Movil	0 Kg/m2
Sc :	Sobrecarga piso	200 Kg/m2
Sc : En azotea	Sobrecarga piso en el último piso.	100 Kg/m2
Sc escalera :	Sobre carga de escalera	200 Kg/m2
Sc techo :	Sobre carga techo	100 Kg/m2
Acab.	Acabados	100 Kg/m2

Z	U	S	N
0.25	1	1.2	3

N = NÚMEROS DE PISOS

DATOS DE LA LOSA ALIGERADA				T=TECNOPOR	PESO DE LOSA
ALTURA		ESPESOR DE LA LOSA		L=LADRILLO	
H1	2.80 m	1° Piso	e= 0.20 m	L	300 Kg/m2
H2	2.80 m	2° Piso	e= 0.20 m	L	300 Kg/m2
H3	2.80 m	3° Piso	e= 0.20 m	L	300 Kg/m2

Anexo 11 Densidad de Muros – Ladrillo Industrial

N°01 DENSIDAD DE MUROS EN AMBAS DIRECCIONES									
DIRECCIÓN "X"					DIRECCIÓN "Y"				
Muro	Longitudes y espesor efectivo		Área de muros	Material	Muro	Longitudes y espesor efectivo		Área de muros	Material
	0.13	0.23	L*t (m2)	A-C		0.13	0.23	L*t (m2)	A-C
X1	3.550		0.46	A	Y1	20.75		2.70	A
X2	1.225		0.16	A	Y2	2.09		0.27	A
X3	1.575		0.20	A	Y3	3.15		0.41	A
X4	1.225		0.16	A	Y4	1.55		0.20	A
X5	1.700		0.22	A	Y5	1.55		0.20	A
X6	1.700		0.22	A	Y6	1.43		0.19	A
X7	6.300		0.82	A	Y7	17.3		2.25	A
X8	1.700		0.22	A	Y8	3.46		0.45	A
X9	1.700		0.22	A	Y9	1.25		0.16	A
X10	1.850		0.24	A	Y10	1.3		0.17	A
X11	0.800		0.10	A	Y11	1.05		0.14	A
X12	1.710		0.22	A	Y12	1.38		0.18	A
X13	0.800		0.10	A	Y13	3.05		0.40	A
X14	1.850		0.24	A	Y14	2.1		0.27	A
X15	1.125		0.15	A	Y15	3.15		0.41	A
X16	1.125		0.15	A	Y16	1.55		0.20	A
X17	2.475		0.32	A	Y17	1.55		0.20	A
X18	1.350		0.18	A	Y18	1.44		0.19	A
X19	2.475		0.32	A	Y19	20.75		2.70	A
X20	2.475		0.32	A	Y20	1.25		0.16	A
X21	2.475		0.32	A	Y21	3.4		0.44	A
X22	0.950		0.12	A	Y22	1.3		0.17	A
X23	1.350		0.18	A	Y23	1.05		0.14	A
X24	0.950		0.12	A	Y24	1.375		0.18	A
X25	1.630		0.21	A	Y25	3.05		0.40	A
X26	1.175		0.15	A	Y26			0	A
X27	1.175		0.15	A	Y27			0	A
X28	1.630		0.21	A	Y28			0	A
X29			0	A	Y29			0	A
X30			0	A	Y30			0	A
	50.05	0.00	6.51			101.28	0.00	13.17	A
Σx	50.05				Σy	101.28			

Z.U.S.N	0.9
Z.U.S.N/56	0.0161

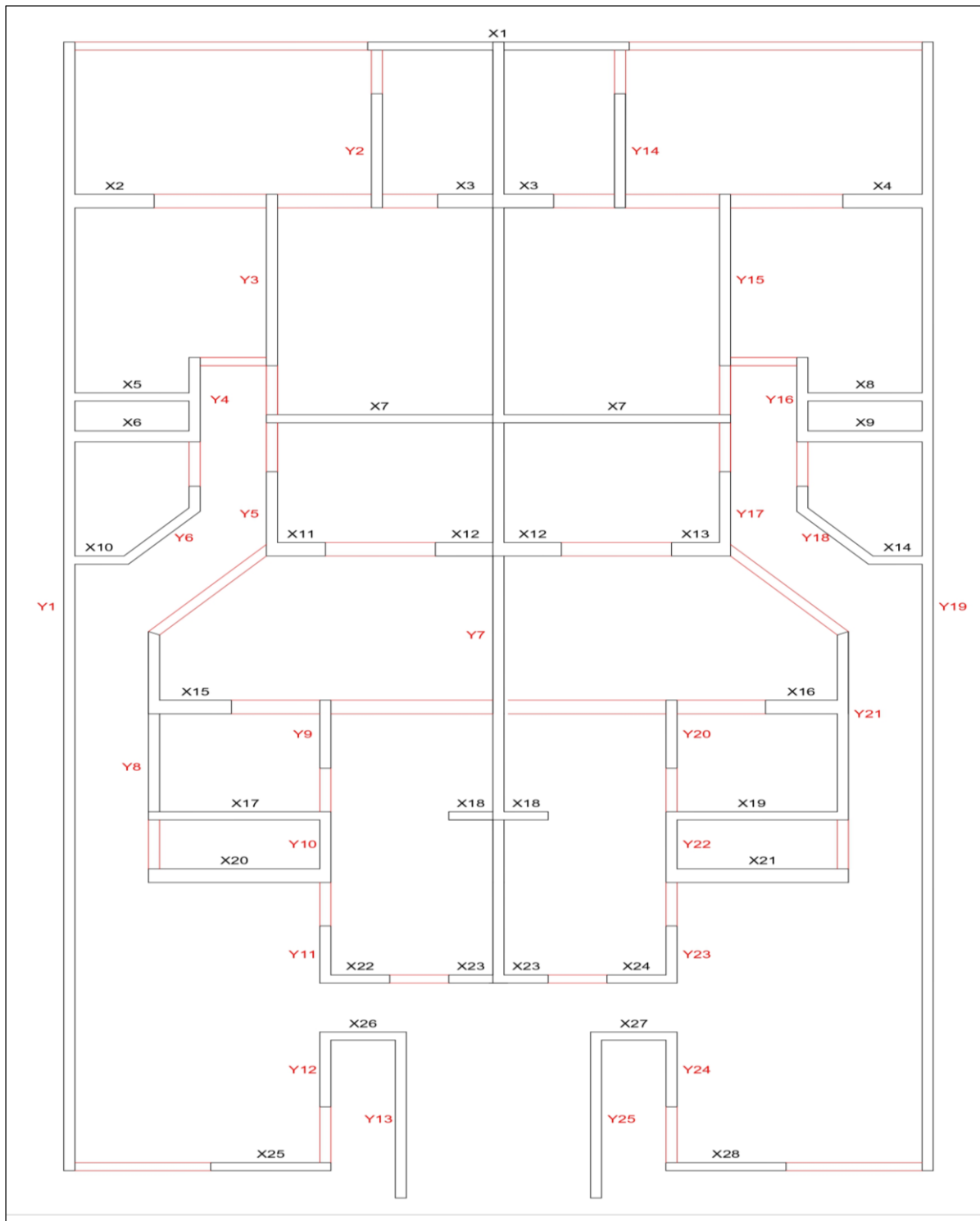
PARAMETROS		ESPECIFICACIÓN
Z	0.250	ZONA 2
U	1.000	VIVIENDA
S	1.200	SUELO TIPO S2
N	3	NÚMEROS DE PISOS
Ap	221.640	ÁREA EN PLANTA

DIRECCIÓN X				
$\sum \frac{L*t}{Ap}$	0.02935	>	0.0161	CUMPLE
DIRECCIÓN Y				
$\sum \frac{L*t}{Ap}$	0.05940	>	0.0161	CUMPLE

b) Densidad Mínima de Muros Reforzados. La densidad mínima de muros portantes (ver Artículo 17) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \sum \frac{L*t}{Ap} \geq \frac{Z.U.S.N}{56} \quad (19.2b)$$

Anexo 12 Verificación de Densidad de Muros



Anexo 13 Diseño por Cargas Verticales – Ladrillos Industriales

Diseño por Cargas Verticales						
Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	σ_m (Kg/cm ²)	$0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm ²)	Observación
X1	3.55	0.13	4323.90	0.937	8.076923	Muro Correcto
X2	1.23	0.13	1888.20	1.186	8.076923	Muro Correcto
X3	1.58	0.13	5419.20	2.647	8.076923	Muro Correcto
X4	1.23	0.13	4159.00	2.612	8.076923	Muro Correcto
X5	1.70	0.13	1546.10	0.700	8.076923	Muro Correcto
X6	1.70	0.13	1505.50	0.681	8.076923	Muro Correcto
X7	6.30	0.13	11137.20	1.360	8.076923	Muro Correcto
X8	1.70	0.13	3434.30	1.554	8.076923	Muro Correcto
X9	1.70	0.13	3400.40	1.539	8.076923	Muro Correcto
X10	1.85	0.13	1202.90	0.500	8.076923	Muro Correcto
X11	0.80	0.13	2109.50	2.028	8.076923	Muro Correcto
X12	1.71	0.13	4756.70	2.140	8.076923	Muro Correcto
X13	0.85	0.13	4758.40	4.306	8.076923	Muro Correcto
X14	1.85	0.13	2133.70	0.887	8.076923	Muro Correcto
X15	1.13	0.13	2061.40	1.410	8.076923	Muro Correcto
X16	1.13	0.13	4986.80	3.410	8.076923	Muro Correcto
X17	2.48	0.13	2762.40	0.859	8.076923	Muro Correcto
X18	1.35	0.13	2417.30	1.377	8.076923	Muro Correcto
X19	2.48	0.13	6038.00	1.877	8.076923	Muro Correcto
X20	2.48	0.13	4953.90	1.540	8.076923	Muro Correcto
X21	2.48	0.13	10559.50	3.282	8.076923	Muro Correcto
X22	0.95	0.13	1521.50	1.232	8.076923	Muro Correcto
X23	1.35	0.13	2202.10	1.255	8.076923	Muro Correcto
X24	0.95	0.13	3140.60	2.543	8.076923	Muro Correcto
X25	1.63	0.13	1234.80	0.583	8.076923	Muro Correcto
X26	1.18	0.13	991.20	0.649	8.076923	Muro Correcto
X27	1.18	0.13	2141.10	1.402	8.076923	Muro Correcto
X28	1.63	0.13	2796.50	1.320	8.076923	Muro Correcto
Y1	20.75	0.13	21405.20	0.794	8.076923	Muro Correcto
Y2	2.09	0.13	2188.70	0.806	8.076923	Muro Correcto
Y3	3.15	0.13	5488.90	1.340	8.076923	Muro Correcto
Y4	1.55	0.13	1149.20	0.570	8.076923	Muro Correcto
Y5	1.55	0.13	2259.00	1.121	8.076923	Muro Correcto
Y6	1.43	0.13	1512.20	0.813	8.076923	Muro Correcto
Y7	17.30	0.13	29046.60	1.292	8.076923	Muro Correcto
Y8	3.46	0.13	4317.70	0.960	8.076923	Muro Correcto
Y9	1.25	0.13	1817.60	1.119	8.076923	Muro Correcto
Y10	1.30	0.13	1225.20	0.725	8.076923	Muro Correcto
Y11	1.05	0.13	1707.90	1.251	8.076923	Muro Correcto
Y12	1.38	0.13	2401.30	1.343	8.076923	Muro Correcto
Y13	2.90	0.13	1504.40	0.399	8.076923	Muro Correcto
Y14	2.09	0.13	3846.40	1.416	8.076923	Muro Correcto
Y15	3.15	0.13	10749.60	2.625	8.076923	Muro Correcto
Y16	1.55	0.13	2796.70	1.388	8.076923	Muro Correcto
Y17	1.55	0.13	4876.50	2.420	8.076923	Muro Correcto
Y18	1.43	0.13	4849.70	2.609	8.076923	Muro Correcto
Y19	20.75	0.13	4324.10	0.160	8.076923	Muro Correcto
Y20	1.25	0.13	5416.00	3.333	8.076923	Muro Correcto
Y21	3.40	0.13	2847.90	0.644	8.076923	Muro Correcto
Y22	1.30	0.13	3350.70	1.983	8.076923	Muro Correcto
Y23	1.05	0.13	3113.20	2.281	8.076923	Muro Correcto
Y24	1.38	0.13	5273.30	2.950	8.076923	Muro Correcto
$f'_m =$	65 Kg/cm ²	b) Esfuerzo Axial Máximo. El esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:				
$0.15f'_m =$	9.75 Kg/cm ²					
$0.05f'_m =$	3.25 Kg/cm ²					
$h =$	2.8 m					
$v'_m =$	8.1 Kg/cm ²	$\sigma_m = \frac{P_m}{L t} \leq 0,2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_m \quad (19.1b)$				

Anexo 14 Diseño por fisuración – SISMO MODERADO – Ladrillos Industriales

Diseño por Fisuración-SISMO MODERADO										
Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vm (Kg)	$V_e \leq 0.55 V_m$
4.0065	2.8480	1.6146	0.0064	0.0020	2.848	1.6146	6.2619	1.00	18691.67	No Fisurado
1.7780	1.1740	0.6178	0.0076	0.0023	1.174	0.6178	2.3279	1.00	6450.034	No Fisurado
4.8936	2.0685	3.3071	0.0705	0.0140	2.069	3.3071	0.9851	0.99	8170.103	No Fisurado
3.8337	1.1845	0.6189	0.0055	0.0018	1.185	0.6189	2.3445	1.00	6450.507	No Fisurado
1.4417	1.4053	0.5757	0.0041	0.0030	1.405	0.5757	4.1497	1.00	8950.832	No Fisurado
1.4107	1.3510	0.5936	0.0012	0.0017	1.351	0.5936	3.8691	1.00	8950.824	No Fisurado
9.8543	5.6793	3.1731	0.0018	0.0015	5.679	3.1731	11.2759	1.00	33171.77	No Fisurado
3.1315	1.4379	0.5709	0.0034	0.0025	1.438	0.5709	4.2817	1.00	8951.22	No Fisurado
3.1061	1.3819	0.5890	0.0010	0.0014	1.382	0.5890	3.9885	1.00	8951.214	No Fisurado
1.1455	0.8696	0.9487	0.0258	0.0064	0.870	0.9487	1.6958	1.00	9740.513	No Fisurado
1.8766	0.3884	0.3075	0.0031	0.0017	0.388	0.3075	1.0105	1.00	4212.432	No Fisurado
4.2396	1.0140	1.8407	0.0270	0.0134	1.014	1.8407	0.9420	0.94	8481.945	No Fisurado
4.1472	0.3908	0.3085	0.0029	0.0014	0.391	0.3085	1.0768	1.00	4476.204	No Fisurado
1.9777	0.8891	0.9635	0.0207	0.0052	0.889	0.9635	1.7071	1.00	9740.705	No Fisurado
1.8734	1.0878	0.5270	0.0104	0.0032	1.088	0.5270	2.3222	1.00	5923.556	No Fisurado
4.4140	1.0968	0.5287	0.0088	0.0027	1.097	0.5287	2.3338	1.00	5924.14	No Fisurado
2.5143	1.9403	0.8908	0.0024	0.0010	1.940	0.8908	5.3909	1.00	13031.45	No Fisurado
2.1726	0.7693	1.2168	0.0303	0.0078	0.769	1.2168	0.8535	0.85	6067.059	No Fisurado
5.3642	1.9818	0.8709	0.0022	0.0009	1.982	0.8709	5.6321	1.00	13032.11	No Fisurado
4.5344	3.0548	1.9469	0.0057	0.0017	3.055	1.9469	3.8834	1.00	13031.92	No Fisurado
9.4174	3.1185	1.9177	0.0050	0.0015	3.119	1.9177	4.0248	1.00	13033.04	No Fisurado
1.3183	0.3765	0.2755	0.0009	0.0002	0.377	0.2755	1.2983	1.00	5002.053	No Fisurado
2.0084	0.8566	1.3229	0.0185	0.0045	0.857	1.3229	0.8741	0.87	6213.685	No Fisurado
2.6894	0.3766	0.2757	0.0009	0.0002	0.377	0.2757	1.2977	1.00	5002.369	No Fisurado
1.1595	1.1399	0.5477	0.0009	0.0000	1.140	0.5477	3.3924	1.00	8582.217	No Fisurado
0.9335	0.7109	0.2805	0.0017	0.0006	0.711	0.2805	2.9779	1.00	6186.59	No Fisurado
1.9694	0.7219	0.2821	0.0017	0.0006	0.722	0.2821	3.0069	1.00	6186.828	No Fisurado
2.5690	1.1581	0.5471	0.0008	0.0000	1.158	0.5471	3.4504	1.00	8582.541	No Fisurado
19.8558	0.0665	0.0180	8.7338	3.0681	8.734	3.0681	59.0679	1.00	109253.3	No Fisurado
2.0238	0.0037	0.0001	0.7314	0.3608	0.731	0.3608	4.2368	1.00	11004.32	No Fisurado
4.7432	0.0043	0.0001	1.1682	0.6272	1.168	0.6272	5.8671	1.00	16585.84	No Fisurado
1.0641	0.0258	0.0078	0.4699	0.2422	0.470	0.2422	3.0072	1.00	8160.995	No Fisurado
1.9996	0.0020	0.0009	0.5536	0.2334	0.554	0.2334	3.6764	1.00	8161.21	No Fisurado
1.4061	0.0132	0.0099	0.4993	0.3853	0.499	0.3853	1.8531	1.00	7529.273	No Fisurado
25.7236	0.0059	0.0176	7.0833	5.0298	7.083	5.0298	24.3630	1.00	91090.42	No Fisurado
3.8883	0.0082	0.0043	1.4580	0.7913	1.458	0.7913	6.3752	1.00	18217.79	No Fisurado
1.5812	0.0019	0.0001	0.3825	0.1796	0.383	0.1796	2.6622	1.00	6581.614	No Fisurado
1.1143	0.0097	0.0033	0.3704	0.1473	0.370	0.1473	3.2690	1.00	6844.756	No Fisurado
1.4803	0.0010	0.0009	0.1952	0.1484	0.195	0.1484	1.3811	1.00	5528.59	No Fisurado
2.3565	0.0034	0.0013	1.1907	0.5002	1.191	0.5002	3.2731	1.00	7239.917	No Fisurado
1.3767	0.0040	0.0016	0.4441	0.2140	0.444	0.2140	6.0182	1.00	15268.82	No Fisurado
3.4904	0.0037	0.0001	0.6931	0.3287	0.693	0.3287	4.4070	1.00	11004.65	No Fisurado
9.1961	0.0041	0.0001	1.0429	0.5202	1.043	0.5202	6.3151	1.00	16586.87	No Fisurado
2.5323	0.0266	0.0079	0.3894	0.2030	0.389	0.2030	2.9733	1.00	8161.332	No Fisurado
4.2332	0.0021	0.0009	0.4899	0.2021	0.490	0.2021	3.7573	1.00	8161.724	No Fisurado
41.6929	0.5172	0.4553	7.2081	1.3135	7.208	1.3135	7.8474	1.00	7538.539	No Fisurado
3.6946	0.0019	0.0001	0.3460	0.1616	0.346	0.1616	44.4276	1.00	109249.6	No Fisurado
4.7963	0.0045	0.0024	0.7323	0.2364	0.732	0.2364	3.8721	1.00	6582.353	No Fisurado
2.5250	0.0099	0.0033	0.3434	0.1321	0.343	0.1321	8.8385	1.00	17901.58	No Fisurado
2.8673	0.0010	0.0009	0.1675	0.1333	0.168	0.1333	1.6335	1.00	6845.159	No Fisurado
2.8153	0.0041	0.0016	0.4227	0.1880	0.423	0.1880	2.3608	1.00	5528.898	No Fisurado
4.9860	0.0035	0.0014	1.1341	0.4711	1.134	0.4711	3.3101	1.00	7240.522	No Fisurado

Anexo 15 Diseño por resistencia – SISMO RARO – Ladrillos Industriales

Diseño por Resistencia - SISMO RARO				Necesidad de Reforzar Horizontalmente				
$V_{Ei} - X$ (Kg)	$V_{Ei} - Y$ (Kg)	V_{Ei} (Kg)	$V_m \geq V_{Ei}$	$\frac{V_{m1}}{V_{e1}}$	$2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3$	V_u (Kg)	M_u (Kg-m)	Condición
5.696	0.013	5.696	Resistente	6563.087	3.00	8.544	4.844	No Reforzar
2.348	0.015	2.348	Resistente	5494.066	3.00	3.522	1.853	No Reforzar
4.137	0.141	4.137	Resistente	3949.772	3.00	6.206	9.921	No Reforzar
2.369	0.011	2.369	Resistente	5445.763	3.00	3.554	1.857	No Reforzar
2.811	0.008	2.811	Resistente	6369.339	3.00	4.216	1.727	No Reforzar
2.702	0.002	2.702	Resistente	6625.333	3.00	4.053	1.781	No Reforzar
11.359	0.004	11.359	Resistente	5840.820	3.00	17.038	9.519	No Reforzar
2.876	0.007	2.876	Resistente	6225.204	3.00	4.314	1.713	No Reforzar
2.764	0.002	2.764	Resistente	6477.469	3.00	4.146	1.767	No Reforzar
1.739	0.052	1.739	Resistente	11201.142	3.00	2.609	2.846	No Reforzar
0.777	0.006	0.777	Resistente	10845.601	3.00	1.165	0.923	No Reforzar
2.028	0.054	2.028	Resistente	8364.838	3.00	3.042	5.522	No Reforzar
0.782	0.006	0.782	Resistente	11453.951	3.00	1.172	0.926	Reforzar
1.778	0.041	1.778	Resistente	10955.691	3.00	2.667	2.891	No Reforzar
2.176	0.021	2.176	Resistente	5445.446	3.00	3.263	1.581	No Reforzar
2.194	0.018	2.194	Resistente	5401.295	3.00	3.290	1.586	Reforzar
3.881	0.005	3.881	Resistente	6716.205	3.00	5.821	2.672	No Reforzar
1.539	0.061	1.539	Resistente	7886.467	3.00	2.308	3.650	No Reforzar
3.964	0.004	3.964	Resistente	6575.895	3.00	5.945	2.613	No Reforzar
6.110	0.011	6.110	Resistente	4266.046	3.00	9.164	5.841	No Reforzar
6.237	0.010	6.237	Resistente	4179.266	3.00	9.356	5.753	Reforzar
0.753	0.002	0.753	Resistente	13285.666	3.00	1.130	0.827	No Reforzar
1.713	0.037	1.713	Resistente	7253.894	3.00	2.570	3.969	No Reforzar
0.753	0.002	0.753	Resistente	13282.975	3.00	1.130	0.827	No Reforzar
2.280	0.002	2.280	Resistente	7528.921	3.00	3.420	1.643	No Reforzar
1.422	0.004	1.422	Resistente	8702.475	3.00	2.133	0.842	No Reforzar
1.444	0.003	1.444	Resistente	8570.201	3.00	2.166	0.846	No Reforzar
2.316	0.002	2.316	Resistente	7410.881	3.00	3.474	1.641	No Reforzar
0.133	17.468	17.468	Resistente	12509.253	3.00	26.201	9.204	No Reforzar
0.008	1.463	1.463	Resistente	15045.550	3.00	2.194	1.082	No Reforzar
0.009	2.337	2.337	Resistente	14197.775	3.00	3.505	1.882	No Reforzar
0.052	0.940	0.940	Resistente	17367.514	3.00	1.410	0.727	No Reforzar
0.004	1.107	1.107	Resistente	14742.070	3.00	1.661	0.700	No Reforzar
0.026	0.999	0.999	Resistente	15079.658	3.00	1.498	1.156	No Reforzar
0.012	14.167	14.167	Resistente	12859.884	3.00	21.250	15.089	No Reforzar
0.016	2.916	2.916	Resistente	12495.058	3.00	4.374	2.374	No Reforzar
0.004	0.765	0.765	Resistente	17206.833	3.00	1.148	0.539	No Reforzar
0.019	0.741	0.741	Resistente	18479.364	3.00	1.111	0.442	No Reforzar
0.002	0.390	0.390	Resistente	28322.697	3.00	0.586	0.445	No Reforzar
0.007	2.381	2.381	Resistente	6080.387	3.00	3.572	1.501	No Reforzar
0.008	0.888	0.888	Resistente	34381.483	3.00	1.332	0.642	No Reforzar
0.007	1.386	1.386	Resistente	15877.439	3.00	2.079	0.986	No Reforzar
0.008	2.086	2.086	Resistente	15904.560	3.00	3.129	1.561	No Reforzar
0.053	0.779	0.779	Resistente	20958.738	3.00	1.168	0.609	No Reforzar
0.004	0.980	0.980	Resistente	16659.979	3.00	1.470	0.606	No Reforzar
1.034	14.416	14.416	Resistente	1045.843	3.00	21.624	3.941	No Reforzar
0.004	0.692	0.692	Resistente	315750.288	3.00	1.038	0.485	No Reforzar
0.009	1.465	1.465	Resistente	8988.602	3.00	2.197	0.709	Reforzar
0.020	0.687	0.687	Resistente	52130.404	3.00	1.030	0.396	No Reforzar
0.002	0.335	0.335	Resistente	40866.624	3.00	0.503	0.400	No Reforzar
0.008	0.845	0.845	Resistente	13079.956	3.00	1.268	0.564	No Reforzar
0.007	2.268	2.268	Resistente	6384.377	3.00	3.402	1.413	No Reforzar

Anexo 16 Diseño de Columnas de Confinamiento Extrema – Ladrillos Industriales

Diseño de Columnas de Confinamiento Extrema															
M (Kg m)	F (Kg)	Número de Columnas Nc	Long. Paño Mayor, Lm (m)	0.5 L (m)	Pc (Kg)	δ	As (cm ²)	Arreglo	Vc (Kg)	T (Kg)	C (Kg)	An (cm ²)	Acf (cm ²)	D (cm)	
-26163.496	14740	3.00	1.775	1.775	1.3355	1	3.02	4ø1/2"	3504.7	14739	14741.3	128.5	195.0	15	
-9028.1941	7369.954	2.00	1.225	0.6125	0.889	1	3.02	4ø1/2"	3225	7369.1	7370.84	23.2	195.0	15	
-11428.223	14512.03	1.00	0.7875	0.7875	4.8936	1	3.02	4ø1/2"	3063.8	14507	14516.9	125.2	195.0	15	
-9028.8528	7370.492	2.00	1.225	0.6125	1.91685	1	3.02	4ø1/2"	3225.3	7368.6	7372.41	23.2	195.0	15	
-12529.437	7370.257	2.00	1.7	0.85	0.72085	1	3.02	4ø1/2"	4475.4	7369.5	7370.98	23.2	195.0	15	
-12529.373	7370.22	2.00	1.7	0.85	0.70535	1	3.02	4ø1/2"	4475.4	7369.5	7370.93	23.2	195.0	15	
-46430.954	14739.99	3.00	3.15	3.15	3.28477	1	3.02	4ø1/2"	6219.7	14737	14743.3	128.5	209.1	15	
-12529.996	7370.586	2.00	1.7	0.85	1.56575	1	3.02	4ø1/2"	4475.6	7369	7372.15	23.2	195.0	15	
-12529.933	7370.549	2.00	1.7	0.85	1.55305	1	3.02	4ø1/2"	4475.6	7369	7372.1	23.2	195.0	15	
-13633.873	7369.661	2.00	1.85	0.925	0.57275	1	3.02	4ø1/2"	4870.3	7369.1	7370.23	23.1	195.0	15	
-5896.4818	7370.602	1.00	0.8	0.4	1.8766	1	3.02	4ø1/2"	3159.3	7368.7	7372.48	23.2	195.0	15	
-11869.201	13882.11	1.00	0.855	0.855	4.2396	1	3.02	4ø1/2"	3180.7	13878	13886.3	116.2	195.0	15	
-6265.7599	7371.482	1.00	0.85	0.425	4.1472	1	3.02	4ø1/2"	3357.2	7367.3	7375.63	23.2	195.0	15	
-13634.096	7369.782	2.00	1.85	0.925	0.98885	1	3.02	4ø1/2"	4870.4	7368.8	7370.77	23.2	195.0	15	
-8291.3972	7370.131	2.00	1.125	0.5625	0.9367	1	3.02	4ø1/2"	2961.8	7369.2	7371.07	23.2	195.0	15	
-8292.2102	7370.854	2.00	1.125	0.5625	2.207	1	3.02	4ø1/2"	2962.1	7368.6	7373.06	23.2	195.0	15	
-18241.362	7370.247	2.00	2.475	1.2375	1.25715	1	3.02	4ø1/2"	6515.7	7369	7371.5	23.2	219.0	15	
-8490.2321	12578.12	1.00	0.675	0.675	2.1726	1	3.02	4ø1/2"	2275.1	12576	12580.3	97.6	195.0	15	
-18242.34	7370.642	2.00	2.475	1.2375	2.6821	1	3.02	4ø1/2"	6516.1	7368	7373.32	23.2	219.0	15	
-18238.844	7369.23	2.00	2.475	1.2375	2.2672	1	3.02	4ø1/2"	6516	7367	7371.5	23.2	219.0	15	
-18240.504	7369.901	2.00	2.475	1.2375	4.7087	1	3.02	4ø1/2"	6516.5	7365.2	7374.61	23.2	219.0	15	
-7002.048	7370.577	1.00	0.95	0.475	1.3183	1	3.02	4ø1/2"	3751.5	7369.3	7371.9	23.2	195.0	15	
-8695.1907	12881.76	1.00	0.675	0.675	2.0084	1	3.02	4ø1/2"	2330.1	12880	12883.8	101.9	195.0	15	
-7002.4889	7371.041	1.00	0.95	0.475	2.6894	1	3.02	4ø1/2"	3751.8	7368.4	7373.73	23.2	195.0	15	
-12013.46	7370.221	1.00	1.63	0.815	1.1595	1	3.02	4ø1/2"	6436.7	7369.1	7371.38	23.2	216.4	15	
-8660.3841	7370.54	2.00	1.175	0.5875	0.46675	1	3.02	4ø1/2"	3093.3	7370.1	7371.01	23.2	195.0	15	
-8660.7128	7370.819	2.00	1.175	0.5875	0.9847	1	3.02	4ø1/2"	3093.4	7369.8	7371.8	23.2	195.0	15	
-12013.916	7370.501	1.00	1.63	0.815	2.569	1	3.02	4ø1/2"	6436.9	7367.9	7373.07	23.2	216.4	15	
-152945.44	14741.73	9.00	10.375	10.375	2.2062	1	3.02	4ø1/2"	8194	14740	14743.9	128.5	275.4	15	
-15404.959	7370.794	2.00	2.09	1.045	1.0119	1	3.02	4ø1/2"	5502.2	7369.8	7371.81	23.2	195.0	15	
-23218.296	7370.888	2.00	3.15	1.575	2.3716	1	3.02	4ø1/2"	8292.9	7368.5	7373.26	23.2	278.8	15	
-11424.666	14741.5	3.00	0.775	0.775	0.3547	1	3.02	4ø1/2"	1530.2	14741	14741.9	128.5	195.0	15	
-11424.994	7370.964	2.00	1.55	0.775	0.9998	1	3.02	4ø1/2"	4080.6	7370	7371.96	23.2	195.0	15	
-10539.827	7370.508	2.00	1.43	0.715	0.70305	1	3.02	4ø1/2"	3764.6	7369.8	7371.21	23.2	195.0	15	
-127511.49	14741.21	9.00	8.65	8.65	2.85818	1	3.02	4ø1/2"	6831.8	14738	14744.1	128.5	229.6	15	
-25502.538	14741.35	3.00	1.73	1.73	1.2961	1	3.02	4ø1/2"	3415.8	14740	14742.6	128.5	195.0	15	

-9213.7203	7370.976	2.00	1.25	0.625	0.7906	1	3.02	4ø1/2"	3290.8	7370.2	7371.77	23.2	195.0	15
-9582.2169	7370.936	2.00	1.3	0.65	0.55715	1	3.02	4ø1/2"	3422.4	7370.4	7371.49	23.2	195.0	15
-7739.5815	7371.03	1.00	1.05	0.525	1.4803	1	3.02	4ø1/2"	4146.4	7369.5	7372.51	23.2	195.0	15
-10134.383	7370.461	1.00	1.375	0.6875	2.3565	1	3.02	4ø1/2"	5429.9	7368.1	7372.82	23.2	195.0	15
-21375.701	7370.931	2.00	2.9	1.45	0.68835	1	3.02	4ø1/2"	7634.4	7370.2	7371.62	23.2	256.6	15
-15405.528	7371.066	2.00	2.09	1.045	1.7452	1	3.02	4ø1/2"	5502.3	7369.3	7372.81	23.2	195.0	15
-23220.051	7371.445	2.00	3.15	1.575	4.59805	1	3.02	4ø1/2"	8293.4	7366.8	7376.04	23.2	278.8	15
-11425.256	14742.27	3.00	0.775	0.775	0.8441	1	3.02	4ø1/2"	1530.2	14741	14743.1	128.5	195.0	15
-11425.807	7371.488	2.00	1.55	0.775	2.1166	1	3.02	4ø1/2"	4080.9	7369.4	7373.6	23.2	195.0	15
-10550.015	7377.633	2.00	1.43	0.715	20.8465	1	3.02	4ø1/2"	3769.3	7356.8	7398.48	23.6	195.0	15
-152948.95	14742.07	9.00	10.375	10.375	0.41051	1	3.02	4ø1/2"	8193.7	14742	14742.5	128.5	275.4	15
-9214.5852	7371.668	2.00	1.25	0.625	2.39815	1	3.02	4ø1/2"	3291.2	7369.3	7374.07	23.2	195.0	15
-25061.817	14742.25	3.00	1.7	1.7	0.84167	1	3.02	4ø1/2"	3356.5	14741	14743.1	128.5	195.0	15
-9582.8234	7371.403	2.00	1.3	0.65	1.43365	1	3.02	4ø1/2"	3422.6	7370	7372.84	23.2	195.0	15
-7739.8925	7371.326	1.00	1.05	0.525	2.8153	1	3.02	4ø1/2"	4146.7	7368.5	7374.14	23.2	195.0	15
-10135.317	7371.14	1.00	1.375	0.6875	4.986	1	3.02	4ø1/2"	5430.4	7366.2	7376.13	23.2	195.0	15

a) Diseño de las columnas de confinamiento

• Las fuerzas internas en las columnas se obtendrán aplicando las expresiones de la Tabla 11.

**TABLA 11
FUERZAS INTERNAS EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO**

COLUMNA	V_c (fuerza cortante)	T_c (tracción)	C_c (compresión)
Interior	$\frac{V_{mi} \cdot L_{m1}}{L(N_c + 1)}$	$V_{mi} \frac{h}{L} - P_c$	$P_c - \frac{V_{mi} \cdot h}{2L}$
Extrema	$1,5 \frac{V_{mi} \cdot L_{m1}}{L(N_c + 1)}$	$F - P_c$	$P_c + F$

Donde:

$M = M_{mi} - 1/2 V_{mi} \cdot h$ («h» es la altura del primer piso).
 $F = M/L$ = fuerza axial en las columnas extremas producidas por «M».
 N_c = número de columnas de confinamiento (en muros de un paño $N_c = 2$)
 L_{m1} = longitud del paño mayor ó 0,5 L, lo que sea mayor (en muros de un paño $L_{m1} = L$)
 P_c = es la sumatoria de las cargas gravitacionales siguientes: carga vertical directa sobre la columna de confinamiento; mitad de la carga axial sobre el paño de muro a cada lado de la columna; y, carga proveniente de los muros transversales de acuerdo a su longitud tributaria indicada en el Artículo 24 (24.6).

Diseño por compresión

• El área de la sección de concreto se calculará asumiendo que la columna está arriostrada en su longitud por el panel de albañilería al que confina y por los muros transversales de ser el caso. El área del núcleo (A_n) bordeado por los estribos se obtendrá mediante la expresión:

$$A_n = A_c + \frac{C_c - A_c f_c}{0,85 \delta f_c} \quad (27.3-a.1)$$

donde:

$\phi = 0,7$ o $0,75$, según se utilice estribos cerrados o zunchos, respectivamente
 $\delta = 0,8$, para columnas sin muros transversales
 $\delta = 1$, para columnas confinadas por muros transversales

• Para calcular la sección transversal de la columna (A_c), deberá agregarse los recubrimientos (ver Artículo 11 (11.10)) al área del núcleo « A_n »; el resultado no deberá ser menor que el área requerida por corte-fricción « A_{cr} ». Adicionalmente, en los casos que la viga solera se discontinue, el peralte de la columna deberá ser suficiente como para anclar al refuerzo longitudinal existente en la solera.

$$A_{cr} = \frac{V_c}{0,2 f_c \phi} \geq A_c \geq 15t (cm^2) \quad (27.3.3-a.1')$$

donde: $\phi = 0,85$

Diseño por corte fricción (V_c)

• La sección transversal (A_c) de las columnas de confinamiento se diseñará para soportar la acción de corte fricción, con la expresión siguiente:

Anexo 17 Diseño de estribos y refuerzo longitudinal– Ladrillos Industriales

Diseño de Estribos y Refuerzo Longitudinal										
Ac (cm ²)	An (cm ²)	Asf (cm ²)	Ast (cm ²)	As-requerida (cm ²)	Arreglo	tn (cm)	S1 (cm)	S2 (cm)	S3 (cm)	Arreglo
255	195	1.23	4.13	5.36	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.13	2.06	3.19	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.07	4.06	5.14	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.13	2.06	3.19	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.57	2.06	3.63	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.57	2.06	3.63	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.18	4.13	6.31	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.57	2.06	3.63	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.57	2.06	3.63	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.71	2.06	3.77	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.11	2.06	3.17	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.11	3.89	5.00	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.18	2.06	3.24	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.71	2.06	3.77	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.04	2.06	3.10	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.04	2.06	3.10	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.28	2.06	4.35	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.80	3.52	4.32	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.28	2.06	4.35	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.28	2.06	4.35	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.28	2.06	4.34	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.31	2.06	3.38	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.82	3.61	4.42	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.31	2.06	3.38	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.25	2.06	4.32	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.08	2.06	3.15	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.08	2.06	3.15	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.25	2.06	4.32	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.87	4.13	7.00	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.93	2.06	3.99	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.90	2.06	4.97	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.54	4.13	4.66	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.43	2.06	3.49	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.32	2.06	3.38	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.39	4.13	6.52	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.20	4.13	5.32	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm

255	195	1.15	2.06	3.22	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.20	2.06	3.26	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.45	2.06	3.52	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.90	2.06	3.97	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.67	2.06	4.74	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.93	2.06	3.99	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.90	2.06	4.97	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	0.54	4.13	4.67	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.43	2.06	3.49	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.32	2.06	3.38	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	2.87	4.13	7.00	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.15	2.06	3.22	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.18	4.13	5.30	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.20	2.06	3.26	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.45	2.06	3.52	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
255	195	1.90	2.06	3.96	4ø1/2"	11	13.37	10.28	5	ø3/8", 1@5cm, 4@10, rto 25cm

a.2. Determinación del refuerzo vertical

• El refuerzo vertical a colocar en las columnas de confinamiento será capaz de soportar la acción combinada de corte-fricción y tracción; adicionalmente, desarrollará por lo menos una tracción igual a la capacidad resistente a tracción del concreto y como mínimo se colocarán 4 varillas para formar un núcleo confinado. El refuerzo vertical (A_v) será la suma del refuerzo requerido por corte-fricción y el refuerzo requerido por tracción (A_{st}):

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y \cdot \mu \phi} \quad A_{st} = \frac{T}{f_y \phi} \quad (27.3.a.2)$$

$$A_v = A_{sf} + A_{st} \geq \frac{0,1 f_c A_c}{f_y} \dots (\text{mínimo } 4\phi 8\text{mm})$$

donde: El factor de reducción de resistencia es $\phi = 0,85$

El coeficiente de fricción es: $\mu = 0,8$ para juntas sin tratamiento y $\mu = 1,0$ para juntas en la que se haya eliminado la lechada de cemento y sea intencionalmente rugosa.

a.3. Determinación de los estribos de confinamiento

• Los estribos de las columnas de confinamiento podrán ser ya sea estribos cerrados con gancho a 135° , estribos de $1\frac{3}{4}$ de vuelta o zunchos con ganchos a 180° . En los extremos de las columnas, en una altura no menor de 45 cm o $1,5d$ (por debajo o encima de la solera, dintel o sobrecimiento), deberá colocarse el menor de los siguientes espacia-mien-tos (s) entre estribos:

$$s_1 = \frac{A_v f_y}{0,3 t_n f_c (A_c/A_n - 1)} \quad s_2 = \frac{A_v f_y}{0,12 t_n f_c} \quad (27.3.a.3)$$

$$s_3 = \frac{d}{4} \geq 5\text{cm} \quad s_4 = 10\text{cm}$$

Donde « d » es el peralte de la columna, « t_n » es el espesor del núcleo confinado y « A_v » es la suma de las ramas paralelas del estribo.

• El confinamiento mínimo con estribos será \square 6mm, 1 @ 5, 4@ 10, r @ 25 cm. Adicionalmente se agregará 2 estribos en la unión solera-columna y estribos @ 10 cm en el sobrecimiento.

Anexo 18 Diseño de vigas soleras - Ladrillos Industriales

Diseño de Vigas Soleras				
Ts (Kg)	As-requerida (cm²)	Arreglo	As-Existente (cm²)	ESTRIBOS
9345.836	2.47	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3225.017	0.85	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4085.051	1.08	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3225.253	0.85	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4475.416	1.18	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4475.412	1.18	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
16585.88	4.39	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4475.61	1.18	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4475.607	1.18	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4870.257	1.29	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2106.216	0.56	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4240.973	1.12	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2238.102	0.59	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4870.352	1.29	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2961.778	0.78	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2962.07	0.78	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
6515.727	1.72	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3033.529	0.80	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
6516.054	1.72	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
6515.959	1.72	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
6516.521	1.72	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2501.027	0.66	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3106.843	0.82	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2501.184	0.66	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4291.108	1.14	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3093.295	0.82	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3093.414	0.82	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4291.27	1.14	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3439.5	0.91	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
5502.158	1.46	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
8292.92	2.19	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4080.497	1.08	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4080.605	1.08	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3764.637	1.00	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2867.7	0.76	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm

9108.897	2.41	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3290.807	0.87	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3422.378	0.91	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2764.295	0.73	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3619.958	0.96	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
7634.408	2.02	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
5502.326	1.46	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
8293.433	2.19	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4080.666	1.08	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
4080.862	1.08	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3769.27	1.00	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3439.3	0.91	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3291.177	0.87	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
8950.79	2.37	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3422.58	0.91	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
2764.449	0.73	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm
3620.261	0.96	4ø3/8"	2.84	ø1/4", 1@5cm, 4@10, rto 25cm

b) Diseño de las vigas soleras correspondientes al primer nivel

• La solera se diseñará a tracción pura para soportar una fuerza igual a T_s :

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

$$A_s = \frac{T_s}{\phi f_y} \geq \frac{0,1 f_c A_{cs}}{f_y} \dots (\text{mínimo } 4\phi 8mm) \quad (27.3.b)$$

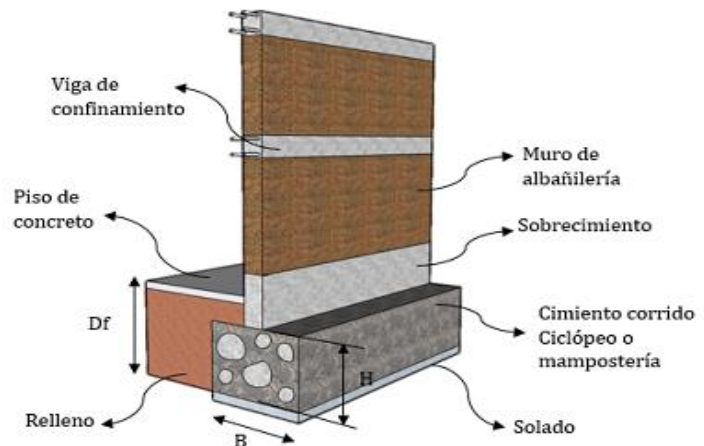
donde: $\phi = 0,9$

A_{cs} = área de la sección transversal de la solera

• El área de la sección transversal de la solera (A_{cs}) será suficiente para alojar el refuerzo longitudinal (A_s), pudiéndose emplear vigas chatas con un peralte igual al espesor de la losa del techo. En la solera se colocará es-tribos mínimos: [] 6mm, 1 @ 5, 4@ 10, r @ 25 cm.

DISEÑO DE CIMIENTOS CORRIDOS

$f'c =$	100	[kg/cm ²]
$f_y =$	4200	[kg/cm ²]
Ø Columna =	1/2"	
$db =$	1.27	[cm]
$re =$	7.5	[cm]
γ albanilería =	1800	[kg/cm ³]
γ C° simple =	2300	[kg/cm ³]
γ C° armado =	2400	[kg/cm ³]
$\sigma_t =$	0.57	[kg/cm ²]
$D_f =$	1.55	[m]
γ prom =	1	[tn/m ³]
s/c =	0.2	[tn/m]
Esp. muro =	0.15	[m]



Cálculo de la altura (para determinar peso de cemento)
(Primer planteamiento - Ver Video)

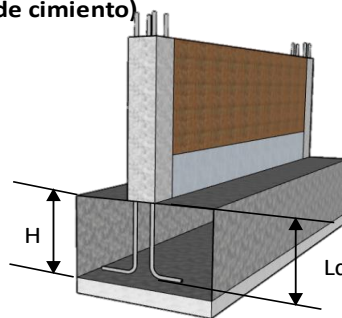
$$Ld_1 = \left(0.075 * \frac{f_y}{\sqrt{f'c}} \right) * db$$

$$Ld_1 = 40.01 \text{ [cm]}$$

$$Ld_2 = (0.0044 * f_y) * db$$

$$Ld_2 = 23.47 \text{ [cm]}$$

$$H = 50 \text{ [cm]}$$



Cálculo de cargas

Debes realizar el metrado de cargas por el ancho de influencia transformada (Ver Video)

$$\text{Carga Muerta} = 3200.00 \text{ [kg/m]}$$

$$\text{Carga Viva} = 270.00 \text{ [kg/m]}$$

Cálculo de Carga ultima amplificada

$$Cu = 4939.00 \text{ [kg/m]}$$

Cálculo del esfuerzo neto del terreno

$$\sigma_n = 3.95 \text{ [tn/m}^2\text{]}$$

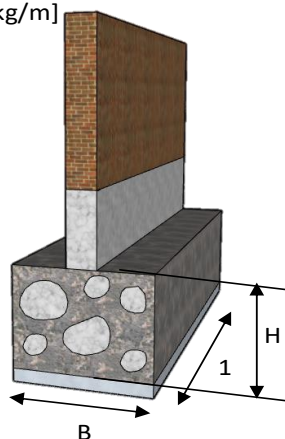
Cálculo de las dimensiones

$$Acim = 1.26 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$B = 1.26 \text{ [m]}$$

$$B = 120 \text{ [cm]}$$

$$H = 125 \text{ [cm]}$$



Cálculo de reacción ultima del suelo

$$qu = 4.12 \text{ [tn/m}^2\text{]}$$

Verificación por corte a flexión

$$\phi = 0.5 \text{ (Concreto ciclópeo)}$$

$$Lv = 0.5625 \text{ [m]}$$

$$H > Lv$$

$$1.25 > 0.5625 \quad \text{USAR V MAX}$$

Cálculo de cortante maxima

$$V_{ua} = q_u * (L_v) * A$$

$V_{ua} = 2.32$ [tn]

Cálculo de cortante admisible

$$V_u = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_o * h \quad b_0 = 1$$

$V_u = 33125$ [kg]

$V_u = 33.125$ [tn]

$V_{ua} < V_u$

$2.32 < 33.125$ **OK**

Verificacion a corte por punzonamiento

$H/2 = 62.5$ [cm]

$H/2 > L_v$

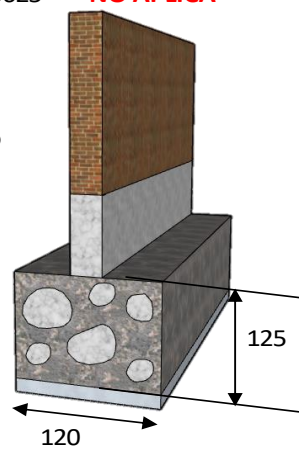
$0.625 > 0.5625$ **NO APLICA**

Dimensiones Finales

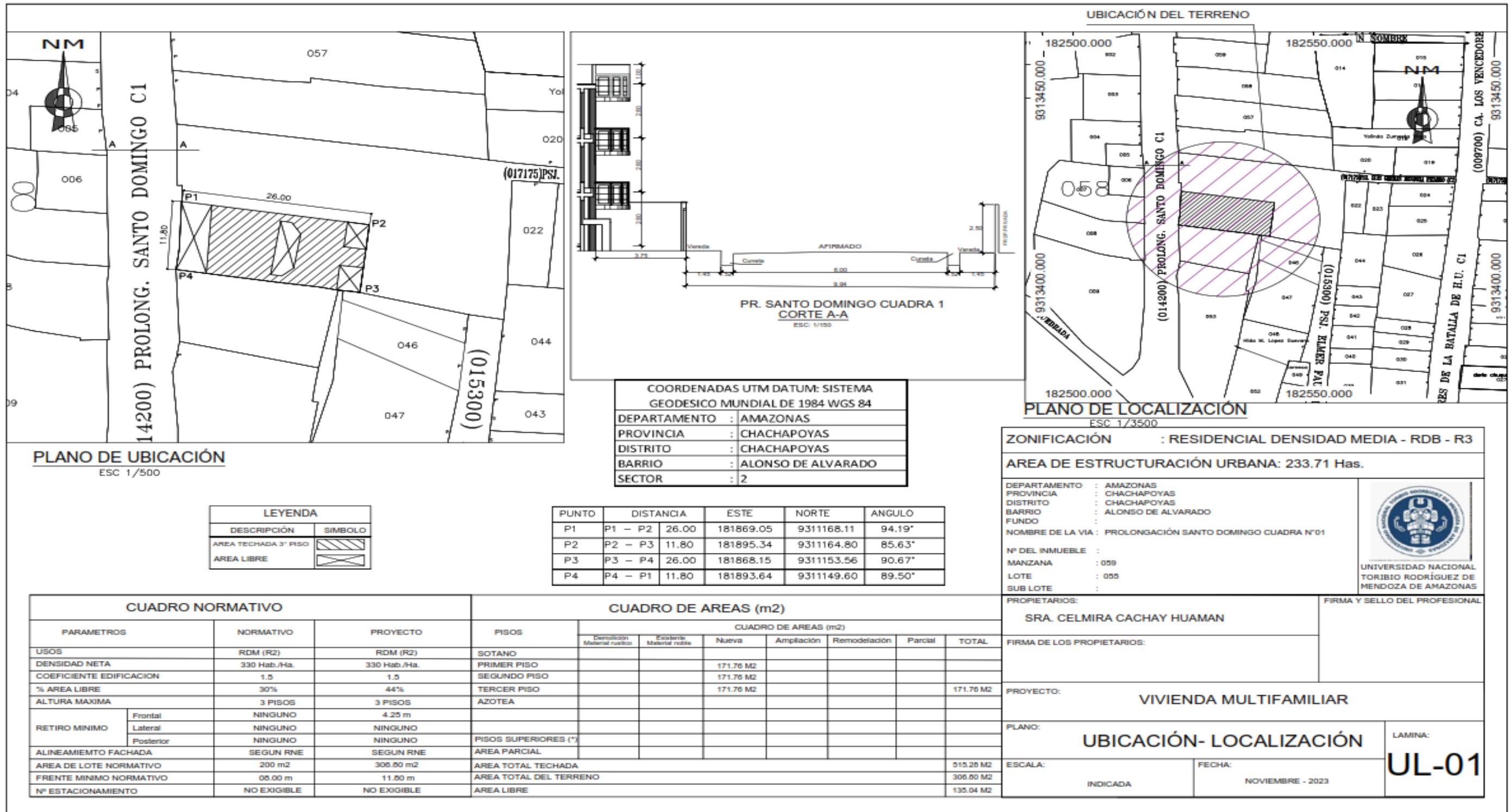
$B = 120$

$H = 125$

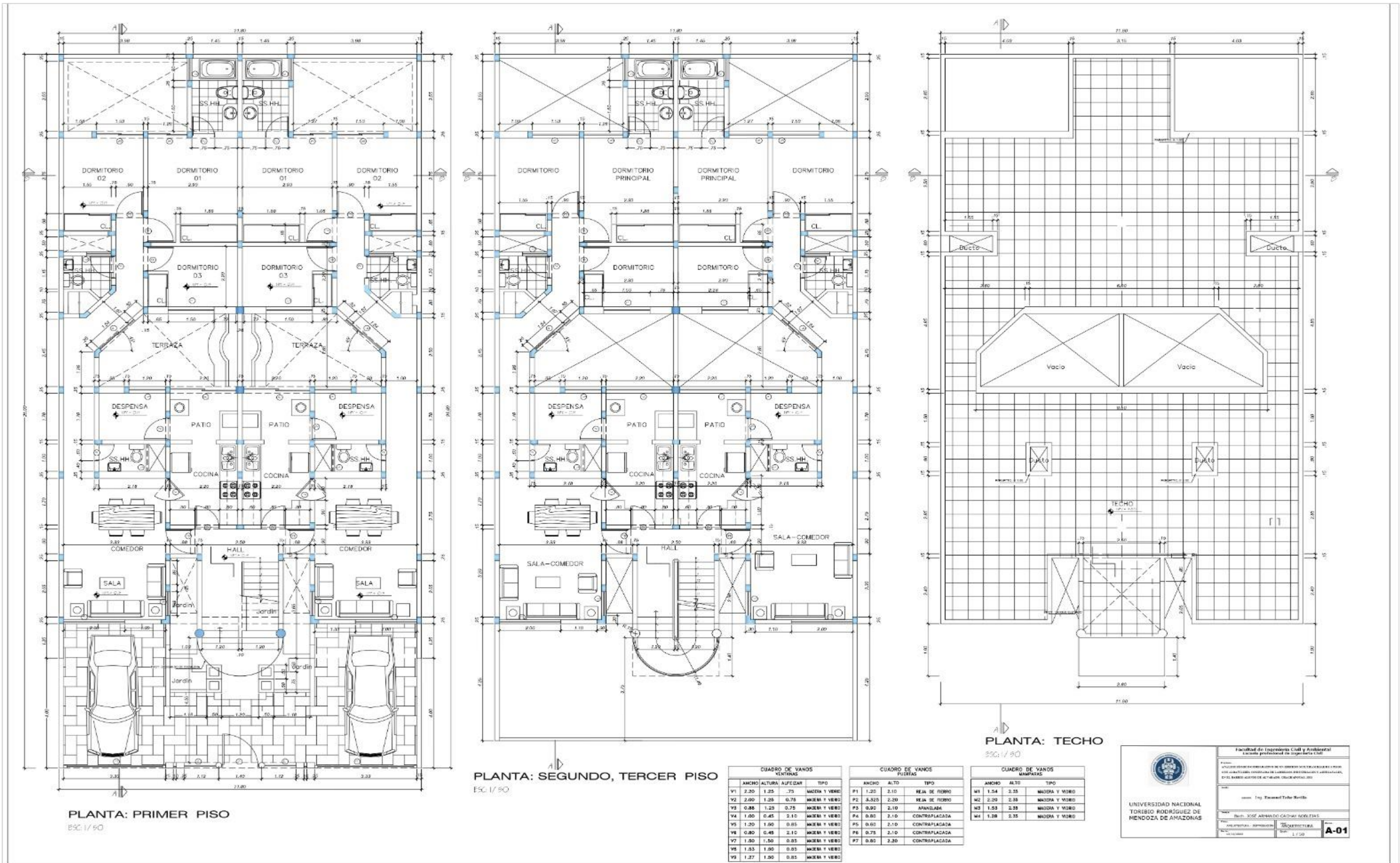
Largo = Largo del muro

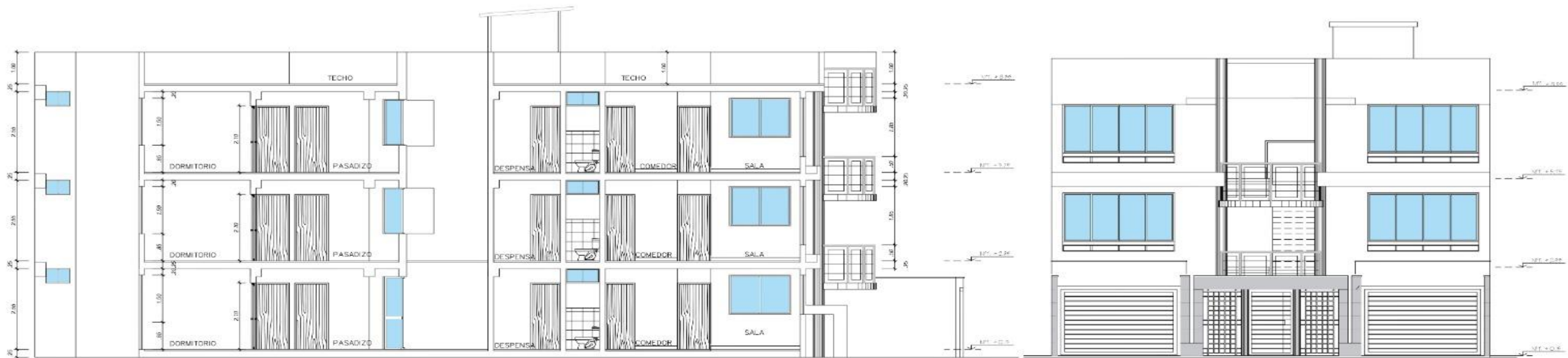


Anexo 20. Ubicación del sector en evaluación



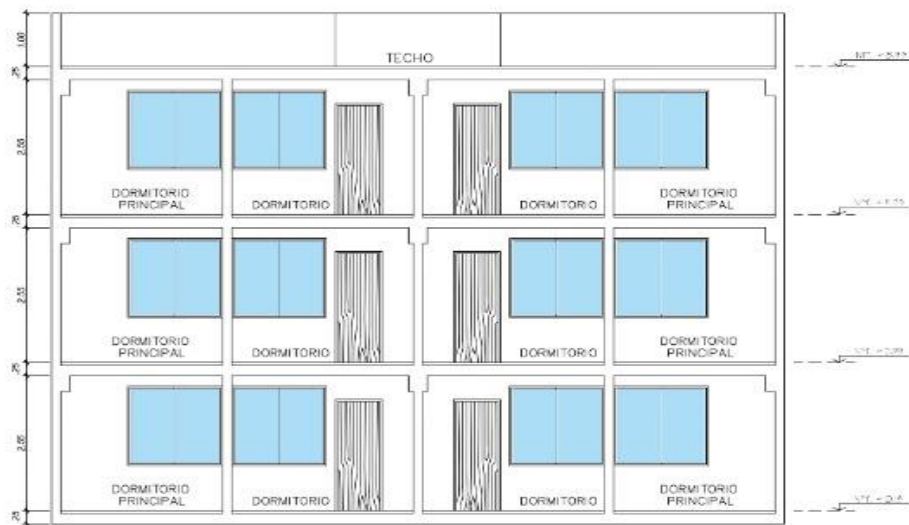
Anexo 21. Planos



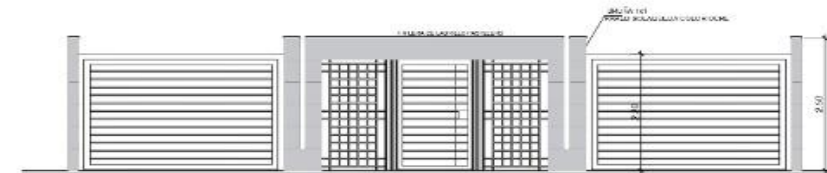


CORTE A - A
ESC. 1/50

ELEVACION
ESC. 1/50

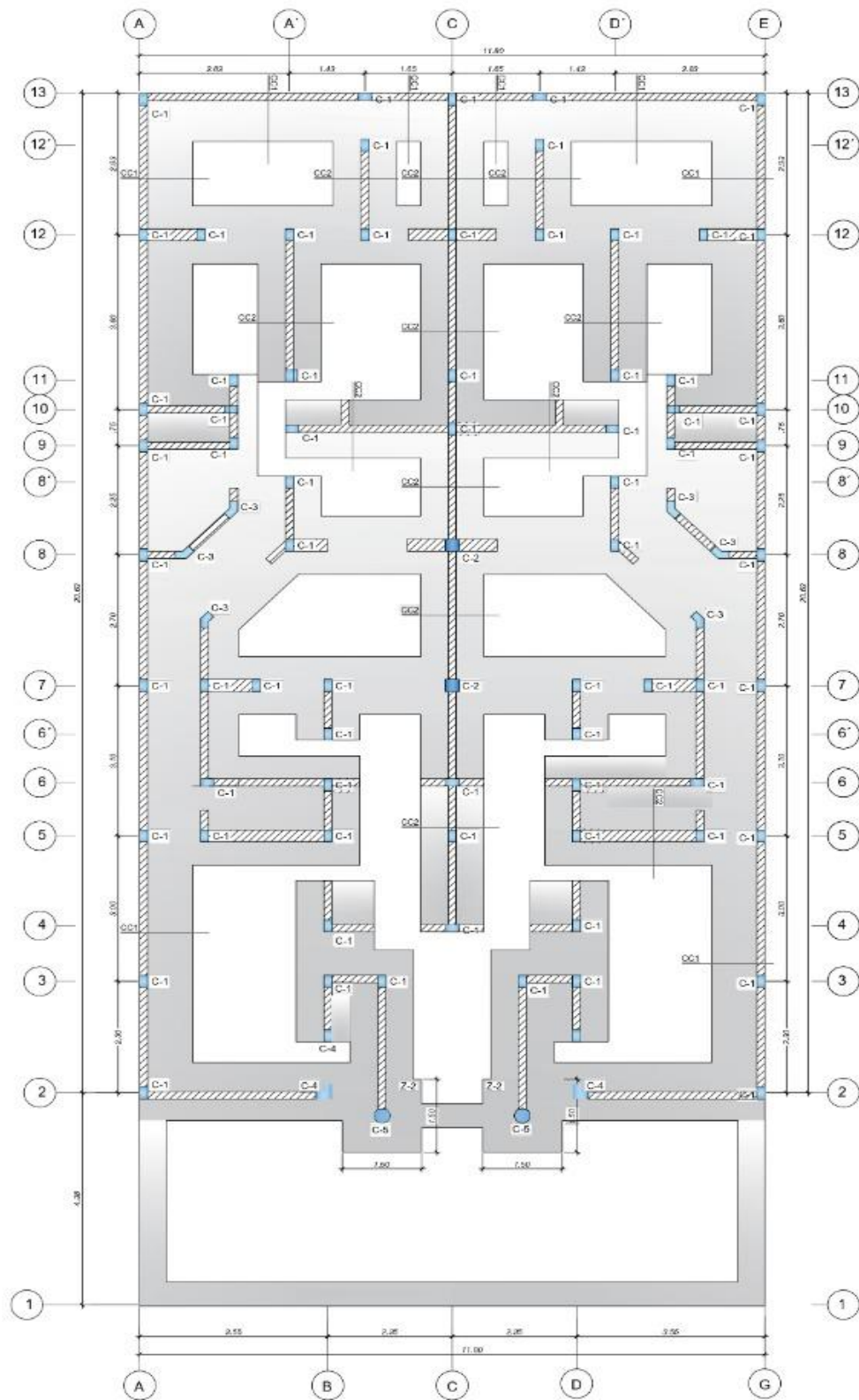


CORTE B-B
ESC. 1/50



ELEVACION: CERCO
ESC. 1/50

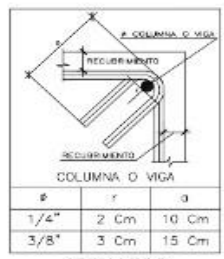
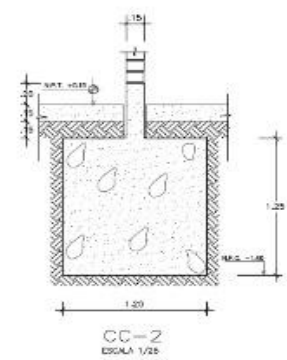
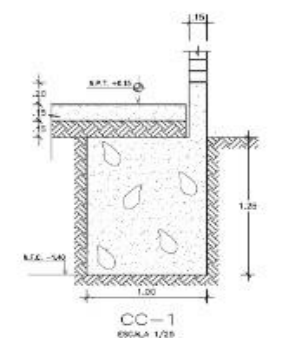
 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Civil	
	<small>DECLARO QUE EL DISEÑO DE ESTE PROYECTO FUE ELABORADO POR MÍ EN SU INTEGRALIDAD Y QUE NO HE SUJETO A NINGÚN DISEÑO ANTERIOR, NI A NINGÚN DISEÑO DE TERCERAS PERSONAS. ASÍ MISMO, DECLARO QUE ESTE DISEÑO CUMPLE CON LOS REQUISITOS TÉCNICOS Y LEGALES DEL SISTEMA NACIONAL DE CALIDAD DE CONSTRUCCIÓN DEL PERÚ.</small>	
	Ing. Edson Teller Sotillo	
	Ing. JOSE ARMANDO CASHAY SORLEPAS	
TÍTULO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN EL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL.		A-02
ESCALA: ARQUITECTURA		1/50



CIMENTACIÓN

ESC : 1/50

NOTA: EN LAS ZONAS DONDE COINCIDA LA CIMENTACION PROPUESTA CON PROPIEDAD DE TERCEROS, SE DEBE CALZAR HASTA NIVEL DE FONDO DE CIMENTACION PROPUESTA, CON CONCRETO f_{cm}=100 kg/cm²

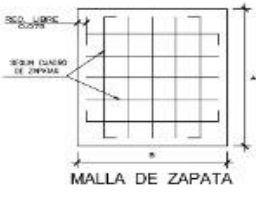


DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS
ESC: 1/25

Ø	l	d
1/4"	2 Cm	10 Cm
3/8"	3 Cm	15 Cm



DETALLE TIPICO DE ZAPATA
ESC: 1/25

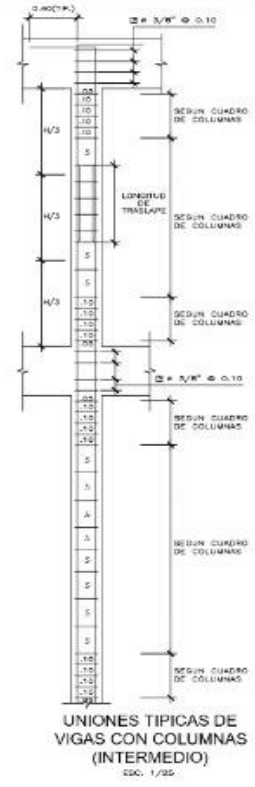


MALLA DE ZAPATA

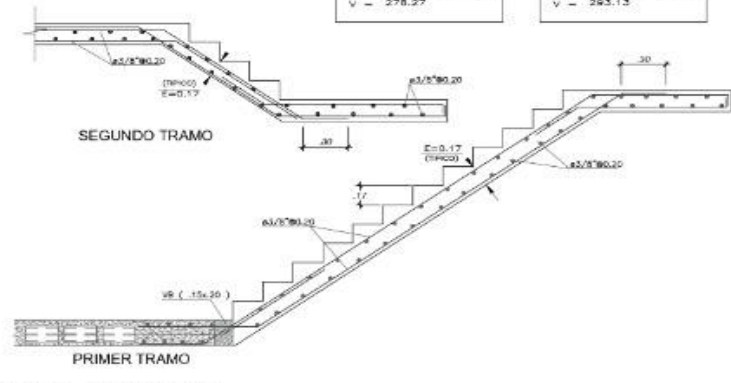
TIPO	DIMENSION A x B	CANTIDAD	H	PARRILLA
Z-1	1.50 X 1.50 m	02 Umts.	0.30	Ø 1/2" Ø 0.20

CUADRO DE COLUMNAS

TIPO	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
DIMENSION					
NIVEL	EN TODOS LOS NIVELES	EN TODOS LOS NIVELES	EN TODOS LOS NIVELES	EN TODOS LOS NIVELES	EN LA ESCALERA
Ø	4 Ø 1/2"	4 Ø 1/2"	Ø 1/2"	Ø 1/2"	Ø 1/2"
ESTRIBOS	Ø 3/8" 18.05, 48, 10, R10.25	Ø 3/8" 18.05, 48, 10, R10.25	Ø 3/8" 18.05, 48, 10, R10.25	Ø 3/8" 18.05, 48, 10, R10.25	Ø 3/8" 20.00, 48, 10, R10.25



UNIONES TIPICAS DE VIGAS CON COLUMNAS (INTERMEDIO)
ESC: 1/25



DETALLE DE ESCALERA
SIC=200 Kg/m²

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO CICLOPEO
 ONIENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 1100 (CONCRETO-HIDRACION MAS 308 PG (37mm))
 SOBRECARGAS : CONCRETO CICLOPEO 110 (CONCRETO-HIDRACION MAS 258 PG (37mm))

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO : f_c = 170 Kg/cm²
 ACERO REFORZO : f_y = 4200 Kg/cm²

RECURSIVOS
 VIGAS PERFORADAS Y COLUMNAS : 4 Cm
 VIGAS CHAVAS : 2.5 Cm
 ESCALERAS Y ALBAÑILERIA : 7 Cm
 ZAPATAS : 7 Cm

SOBRECARGAS : S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALBAÑILERIA
 1.º y 2.º PISO : 200 Kg / m²
 AZEITE : 100 Kg / m²
 ESCALERA : 200 Kg / m²

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE ARMADURAS

Ø	NOCLAJE	TRASLAPE	ESTRIBOS (Ø)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.60	0.60	0.20
5/8"	0.60	0.75	0.25
3/4"	0.70	0.80	0.30

TERRENO
 CAPACIDAD PORTANTE : 0.97 Kg/cm²

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :
 REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES
 NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE
 NORMAS TECNICAS DE EFICACIA E-020, E-030, E-050, E-060, E-070

OBSERVACIONES
 LOS MUROS ALBAÑEROS SON PORTANTES Y DEBEN DE CUBRIR
 TPO IV, DE 18 HUECOS, CON PORCENTAJE DE VACIOS = 25%
 LOS MUROS NO PORTANTES DE LEVANTAR A SU ALTIMA TOTAL
 DESPUES DE RECONSTRUCCION DEL TERCER PISO.

CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA CONFINADA :
 UNIDAD (LADRILLO TPO IV INDUSTRIAL) : f_m 85 Kg / cm²
 UNIDAD (LADRILLO TPO IV ARTESANAL) : f_m 85 Kg / cm²
 ESPESOR MINIMO : 8 cm = 0.14m - 0.24m
 Ø MALLA DE VACIOS : 15 cm
 MORTERO : 1:1:6 (CEMENTO : PIEDRA : ARENA)
 ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO : 1 cm = 0.01 Cm
 Ø MAX : 11.5 Cm

NOTA : CIMENTACION :
 1) - TODAS LAS ZAPATAS TIENEN H = 0.30 ; CONCRETO f_c = 170 Kg/cm²
 2) - Ø MALLA DE CIMENTACION SICA = 1.35 ØVALO ESTE INDICADO EN PLANO
 3) - PARA EL TRAZO DE CONSTRUCCION VER LOS PLANOS DE ARQUITECTURA

PARAMETROS SISMORRESISTENTES	LACRILLOS INDUSTRIALES (NORMAS TECNICAS E-030)	PARAMETROS SISMORRESISTENTES	LACRILLOS ARTESANALES (NORMAS TECNICAS E-030)
V = 2.1500 p	V = 2.1500 p	V = 2.1500 p	V = 2.1500 p
Z = 0.25	Z = 0.25	Z = 0.25	Z = 0.25
U = 1.0	U = 1.0	U = 1.0	U = 1.0
S = 1.2	S = 1.2	S = 1.2	S = 1.2
C = 2.0	C = 2.0	C = 2.0	C = 2.0
P = PESO DE EDIF.	P = PESO DE EDIF.	P = PESO DE EDIF.	P = PESO DE EDIF.
R = 3.00 (ALBAÑILERIA)	R = 3.00 (ALBAÑILERIA)	R = 3.00 (ALBAÑILERIA)	R = 3.00 (ALBAÑILERIA)
V = 278.27	V = 278.27	V = 278.27	V = 278.13

Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

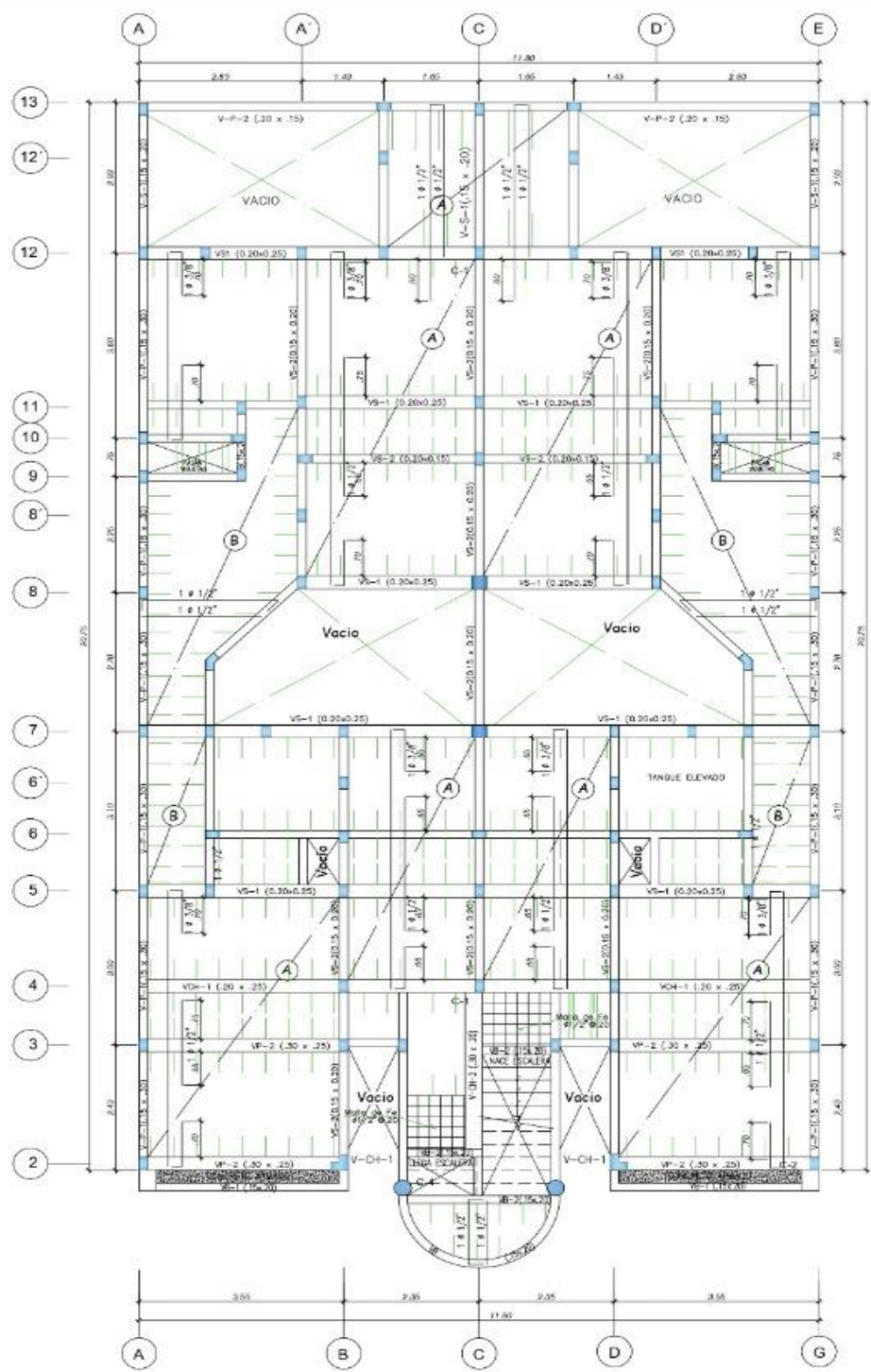
UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRIGUEZ DE
 MENDOZA DE AMAZONAS

Doc: Ing. Edwin Tito Hué

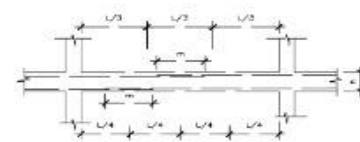
Doc: JOSE ANTONIO CACAYI NOBLEZAS

CHICLAYO, PERU
 2015

E-01



ALIGERADO
ESC : 1/50



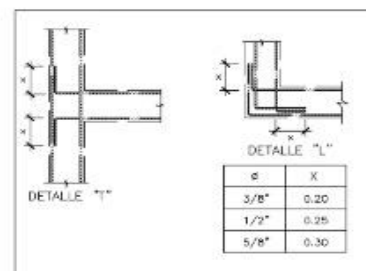
VALORES DE m		
Ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	40	45
1/2"	43	50
5/8"	50	60
3/4"	60	75
1"	75	100

TRASLAPES Y EMPALMES PARA VIGAS, LOSA Y ALIGERADOS

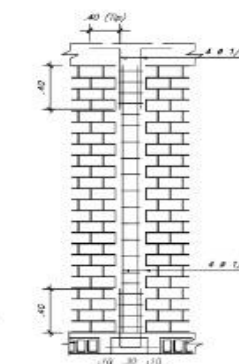
NOTAS

- 1.- NO EMPALMAR MAS DEL BORDE DEL AREA DE UNA MISMA SECCION EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PUNTEALES ESPECIFICADOS. AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70 %
- 2.- PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME TOTAL 25 CM. PARA FIERRO DE 3/8" Y 35 CM. PARA 1/2" O 5/8"

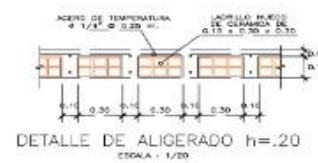
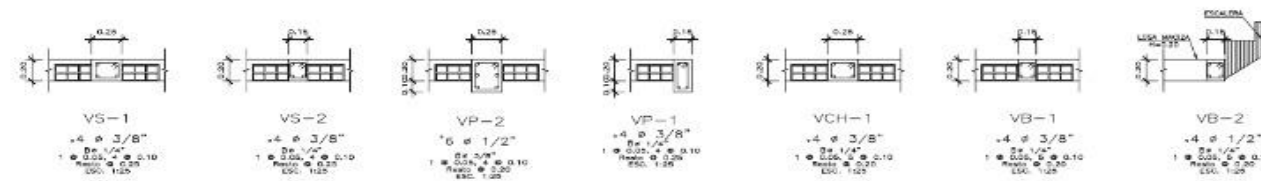
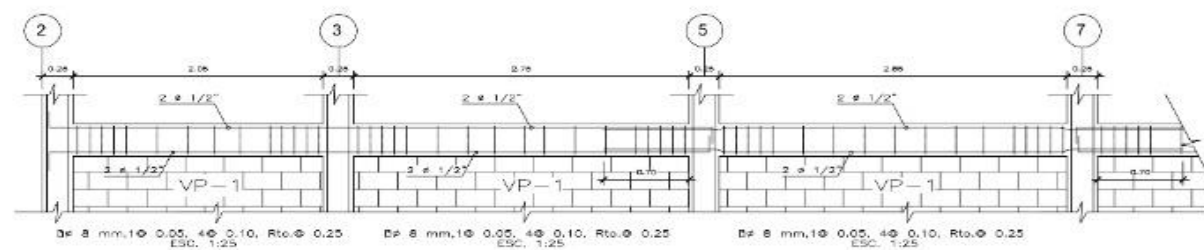
EMPALME VERTICAL	
Ø	X
3/8"	0.40
1/2"	0.40
5/8"	0.50
3/4"	0.60



LOSA BASE DE T. E.
S/C : 200 Kg/m²



ELEVACION COLUMNAS DE AMARRE CA



DETALLE DE ALIGERADO h=20
ESCALA : 1/20

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p>
	<p>Nombre: _____</p>
	<p>Curso: _____</p>
	<p>Fecha: _____</p>
<p>Docente: Dr. Eusebio Tellechea</p>	
<p>Nombre del Proyecto: _____</p>	
<p>Fecha de Entrega: _____</p>	
<p>Estado: E-02</p>	

Anexos 22. Estudio de Mecánica de Suelos

	"TESIS"	Fecha: SEPTIEMBRE - 2022
	CODIGO DE ESTUDIO N° 289 "LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR" - INDECOPI	PORTADA

INFORME DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DECIMENTANCION

"TESIS "



GRUPO PHURA

Laboratorio de suelos y Pavi

Verifica tu estudio de suelos en



DISTRITO	: CHACHAPOYAS
PROVINCIA	: CHACHAPOYAS
DEPARTAMENTO:	AMAZONAS
FECHA	: SETIEMBRE 2022
COGIDO	: 289
PAG	http://grupophura.com/inflex.php/busca-tu-estudio-de-suelos



Certificado de Registro

GRUPO PHURA S.R.L.

Av. Santo Domingo Nro 1215 – Chachapoyas – Chachapoyas – Amazonas - Peru

ha sido evaluado y certificado por Otabu Global Services Pvt. Limitado.
cumpliendo los requisitos de:

ISO 9001:2015

Sistema de Gestión de la Calidad

Para el siguiente alcance de actividades:

Servicio de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Ensayos de caracterización estándar y especiales: en agregados, en canteras, en cemento portland, en unidades de albañilería, en madera, y ensayos químicos) Servicio de Laboratorio de Mecánica de Rocas (Ensayos de caracterización en rocas) Diseño de Mezclas de Concreto para Obras Civiles en general (Ensayos de caracterización en agregados y mezclas de concreto) Diseño de Pavimentos y Mezclas Asfálticas para Obras Civiles en general (Ensayos de caracterización en agregados y mezclas asfálticas) Pruebas de Control de Calidad en Obras Civiles en general, análisis de agua para fuentes de consumo humano, fuentes para uso de construcción en obras civiles en general.
Exploración Geotécnica y Geológica directa mediante perforación y percusión. Exploración Geofísica indirecta por medios de sondeos geofísicos. Estudios, Informes Técnicos y Ensayos de Laboratorio de Canteras y Fuentes de Agua para Obras Civiles en general para terraplén, mejoramiento, afirmado, sub base, base, pavimentos rígidos y flexibles (Ensayos de caracterización en agregados)

Número de edición: 01
Fecha de certificación: 22 de Abril de 2022
Fecha límite de vigilancia: 21 de Abril de 2023

Revisión No (:): NA
Fecha límite de vigilancia: 21 de Abril de 2024
Caducidad del certificado: 21 de Abril de 2025
(Sujeto a que la empresa mantenga su sistema al estándar requerido)

Certificado N°: - 0422Q315222

Para verificar este certificado, visite www.otabuglobal.com



Dr. Anita Gupta
(Director general)

Otabu Global Services Private Limited

Acreditado por IAS (International Accreditation Service, Inc.)
(3060 Saturn Street, Suite 100, Brea, California 92821 EE. UU.)

Validity of this certificate is subject to annual surveillance audits done successfully
This Certificate Of Registration Remains The Property of Otabu Global Services Private Limited and Shall be Returned Immediately Upon Request
Email: info@otabuglobal.com / Website: www.otabuglobal.com



GRUPO PHURA
Laboratorio de suelos y Pavimentos

"TESIS"

Fecha:
SEPTIEMBRE -
2022

CODIGO DE ESTUDIO N° 289

"LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR" - INDECOPI

Página 31
de 1

EL UNICO PROFESIONA RESPONSABLE EN FIRMAR ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS

NORMA E. 050: SUELO Y CIMENTACIONES

Según el (ARTICULO 3), en el ítem (g) dice lo siguiente:

G)- en los casos en que es obligatorio efectuar un EMS, de acuerdo en lo indicado en esta sección, el informe del EMS correspondiente deberá ser firmado por un profesional responsable.

SEGÚN GLOSARIO DE LA MISMA NORMA NOS DICE:

PROFESIONAL RESPONSABLE:

Ingeniero Civil, Registrado En El Colegio De Ingeniero Del Perú.

POR LO QUE SE CONCLUYE QUE EL UNICO PROFESIONAL AGREDITADO, CERTIFICADO Y ABALADO PARA FIRMAR UN ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO ES EL INGENIERO CIVIL DEBIDAMENTE COLEGIADO.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMA G.030: DERECHO Y RESPONSABILIDADES SUB- CAPITULO IV DEL INGENIERO CIVIL.

Artículo 18.- el ingeniero civil es responsable del diseño estructural de una edificación estructural de una edificación que comprende los cálculos, las dimensiones de los componentes estructurales y de las especificaciones técnicas del proyecto estructural, así como las consideraciones de diseño sismo resistente.

Asimismo, es responsable de la correspondencia de su proyecto de estructuras con el estudio de suelos del predio materia de ejecución del proyecto. Este estudio, a su vez, es de responsabilidad del ingeniero civil que lo suscribe.

Laboratorio de suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEY RAMOS DIAZ
INGENIERO C.I.
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

JIAN CARLOS CHURRIANCA FLORES
TÉCNICO
D. 30124

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

Sede Central Chachapoyas - Jrón Simón Bolívar #115 - Sede Jaén - Alcañal Barrios 224

Tel: 973896022 - 996923696



GRUPO PHURA
Laboratorio de suelos y Pavimentos

"TESIS"

Fecha:
SEPTIEMBRE - 2022

CODIGO DE ESTUDIO N°289

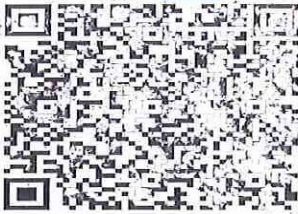
"LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR" - INDECOPI

EMS

GRUPO PHURA

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR, CUENTA CON CERTIFICACIÓN INDECOPI N° 00126358, CON RESOLUCIÓN N°022776 – 2020/DSD – INDECOPI.

SEGÚN DECRETO LEGISLATIVO QUE APRUEBA DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS A LA DECISIÓN 486 DE LA COMISIÓN DE LA COMUNIDAD DE SIGNOS DESTINTIVOS QUE ESTABLECE EL RÉGIMEN COMÚN SOBRE PROPIEDAD INDUSTRIAL, SE ESTABLECE QUE SU REPRODUCCIÓN ES RESERVADA Y DE SER COMPROBADO DE UTILIZAR LOGO Y EMPRESA SIN AUTORIZACIÓN SERA PENALIZADO CON 50 UIT-LO CUAL EQUIBALE A 220 MIL SOLES.



CODIGO QR

PARA VERIFICAR TU ESTUDIO DE ENTRA A LA PAGINA WEB:
<http://grupophura.com/index.php/busca-tu-estudio-de-suelos>

CERTIFICADO ISO N°.- 0422Q315222

Para verificarlo este certificado ISO visita la página Web, [visite www.otabuglobal.com](http://www.otabuglobal.com)

Laboratorio de suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
KENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JIAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNI. 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

Sede Central Chachapoyas - Jrón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Mirachi Bustidas e234

Tel: 973896022 - 996923590



GRUPO PHURA
Laboratorio de suelos y Pavimentos

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS GEOLÓGICOS LABORATORIOS
MECÁNICA DE SUELOS Y CANALES INGENIERÍA DE
DIMENSIONES ESTABILIDAD DE TALUDES
TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASFALTO DISEÑO DE
PAVIMENTOS CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y
LABORATORIO PROYECTOS DE INGENIERÍA

"TESIS"

Fecha:
SEPTIEMBRE -
2022

INFORME N.º 289

LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR

Página 1 de 18

Índice

1.0.-GENERALIDADES.....	3
1.1. Objetivo del Estudio.....	3
1.2.- Ubicación y Descripción del Área en Estudio.....	3
1.3.- Acceso Al Área De Estudio.....	4
1.4 Coordenadas y Altitud de la Zona.....	4
2.0.-CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	5
3.0.-INVESTIGACIONES DE CAMPO.....	5
3.1.-Trabajos de Campo.....	5
3.1.1. Calicatas.....	5
3.1.2. Muestreo Disturbado.....	5
3.1.3. Registro de Excavación.....	5
3.1.4. Preservación y Transporte de Suelos.....	5
4.0.-TRABAJOS DE LABORATORIO.....	5
4.1. Ensayos de laboratorio.....	5
4.1.1. Ensayos Estándar.....	6
4.1.2. Ensayos Especiales.....	6
4.2.-Clasificación de Suelos del Terreno de Fundación.....	6
5.- INFORMACIÓN DE PREVIA REFERENTE A PELIGROS.....	6
5.1. Análisis de la Cimentación.....	7
5.2 Nivel freático.....	7
6.-CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS.....	7
7.-PROGRAMA Y/O MEMORIA DE CÁLCULO UTILIZADO PARA LA CAPACIDAD DE CARGA.....	8
Imagen N°1: programa para cálculo de capacidad portante.....	8
7.1 Cálculo de la capacidad admisible de carga (CORTE DIRECTO EN SUELOS).....	8
7.1.1 Capacidad de carga.....	8
7.1.2 Ángulo de fricción interna.....	9
7.1.3 Capacidad admisible.....	9
8.0.-PERFIL ESTRATIGRÁFICO.....	9
8.1 Descripción del Perfil Estratigráfico.....	9
8.2 Aspectos Relacionados con la Napa Freática.....	10
9.0.- SISMICIDAD.....	10
9.1 Zonificación Sísmica.....	11
Tabla N°3 Zonificación sísmica.....	11
9.2 Características especiales de los suelos.....	11
9.3 perfil de suelo.....	12
9.3.1 Perfil tipo S0: Roca Dura.....	12
9.3.2 Perfil tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos.....	12
9.3.3 Perfil tipo S2: Suelos Intermedios.....	12
9.3.4 Perfil tipo S3: Suelos Blandos.....	13
9.3.5 Perfil tipo S4: Condiciones Excepcional.....	13
9.3.5 Resumen Valores Típicos Para Distintos Tipos De Perfiles.....	13
9.3.6 Definición De Los Perfiles De Suelo.....	13
9.4. Parámetros de Sitio.....	13
9.5. Periodos.....	14
10.0.-CONTENIDO DE SALES.....	14
11.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	15
11.0 RECOMENDACIONES ADICIONALES.....	17
11.1.1 Procedimiento sugerido para la determinación de las acciones sísmicas.....	17
11.1.2 Factor de Zona Z.....	17

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRUPO PHURA

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ

INGENIERO CIVIL

REG. CIP: 218906

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRUPO PHURA

JUAN CARLOS CHUCUIJANGA FLORES

TÉCNICO DE LABORATORIO

DNI. 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO



GRUPO PHURA
Laboratorio de suelos y Pavimentos

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOPÍSICOS
MECÁNICA DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD DE
IMPLEMENTACIONES ESTABILIZADAS DE CALIQUES
TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE
PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y
LABORATORIO PROYECTOS DE VESTIMENTA.

"TESIS"

Fecha:
SEPTIEMBRE -
2022

INFORME N.º 289

LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR

Página 2 de 18

- Paso 2 para el Perfil de Suelo.....	17
- Paso 3 Parámetros de sitio (S, Tp, TL).....	17
- Paso 4 construir de la función factor de ampliación sísmica C versus Periodos T.....	17
12. REFERENCIAS.....	18

Índice De Cuadro

Cuadro N°1: Acceso Al Estudio.....	4
Cuadro N°2: Coordenadas UTM.....	5
Cuadro N°3: Profundidad De Calicatas.....	5
Cuadro N°4: Clasificación De Suelo.....	7
Cuadro N°5: Cuadro De Análisis Químico.....	17

Índice De Tabla

Tabla N°1: Información De Previa Referente A Peligros.....	8
Tabla N°2: Sísmicidad.....	12
Tabla N°3: Zonificación Sísmica.....	13
Tabla N°4: Perfil De Suelo.....	15
Tabla N°5: Parámetro De Sitio.....	16
Tabla N°6: Periodos.....	16
Tabla N°7: Requisitos Para Concreto Expuesto A Soluciones De Sulfatos.....	17

Índice De Imágenes

Imagen N°1: Programa Para Cálculo De Capacidad Portante.....	9
Imagen N°2: Sísmicidad.....	12

GRUPO PHURA

Laboratorio de suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DÍAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

JUAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
BNI: 72648463

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

Sede Central Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224

Tel: 973896022 - 996923590



GRUPO PHURA
Laboratorio de suelos y Pavimentos

ESTUDIOS GEOFÍSICOS, GEOTÉCNICOS, GEOTECNICOS
MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES, MUESTRAS DE
CIMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES,
TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE
PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS Y
LABORATORIO DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

"TESIS"

INFORME N.º 289

Fecha:
SEPTIEMBRE -
2022

LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR

Página 3 de 18

INFORME TÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: "TESIS"

1.0.-GENERALIDADES.

El presente informe, elaborado por Grupo Phura Pr de aquí en adelante documenta los resultados de la exploración de campo mediante exploración directa (calicatas).

1.1. Objetivo del Estudio.

En este informe se presenta la descripción de los trabajos realizados en campo y laboratorio, los resultados de los análisis efectuados y las conclusiones obtenidas en el Estudio de Mecánica de Suelos llevado a cabo con la finalidad de determinar la información requerida para el diseño de las estructuras de cimentación, para el proyecto: "TESIS", por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración a cielo abierto o calicatas, ensayos de laboratorio estándar y especiales a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del subsuelo, sus propiedades de resistencia, deformación y labores de gabinete en base a los cuales se define el perfil estratigráfico, tipo, conclusión Y recomendaciones generales para la cimentación de las estructuras.

El programa de trabajo realizado con este propósito ha consistido en:

- Reconocimiento del terreno.
- Ejecución de Calicatas.
- Toma de Muestras de campo, preservación y transporte a Laboratorio.
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio Estándar.
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio Especiales.
- Evaluación de los Trabajos de Campo y Laboratorio.
- Perfiles Estratigráficos.
- Análisis de Sales Agresivas al Concreto.
- Conclusiones y Recomendaciones.

1.2.- Ubicación y Descripción del Área en Estudio.

El terreno destinado para la ejecución del Proyecto "TESIS". se encuentra ubicado en el distrito de la Chachapoyas, Provincia de Chachapoyas, Región Amazonas.

Presenta una topografía ligeramente plana, el área donde se ejecutará el proyecto, se encuentra ubicado en el, Distrito de Chachapoyas, coordenadas: Norte 9311064.45; Este 181950.36

LIMITA CON:

Por el Norte : Provincias de Luya

Por el Este : Departamento de San Martín

Por el Oeste : Departamento de Cajamarca

Por el Sur : Departamento de San Martín

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DÍAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO PR.
JUAN CARLOS CHUQUIMANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
D.N.: 82646453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

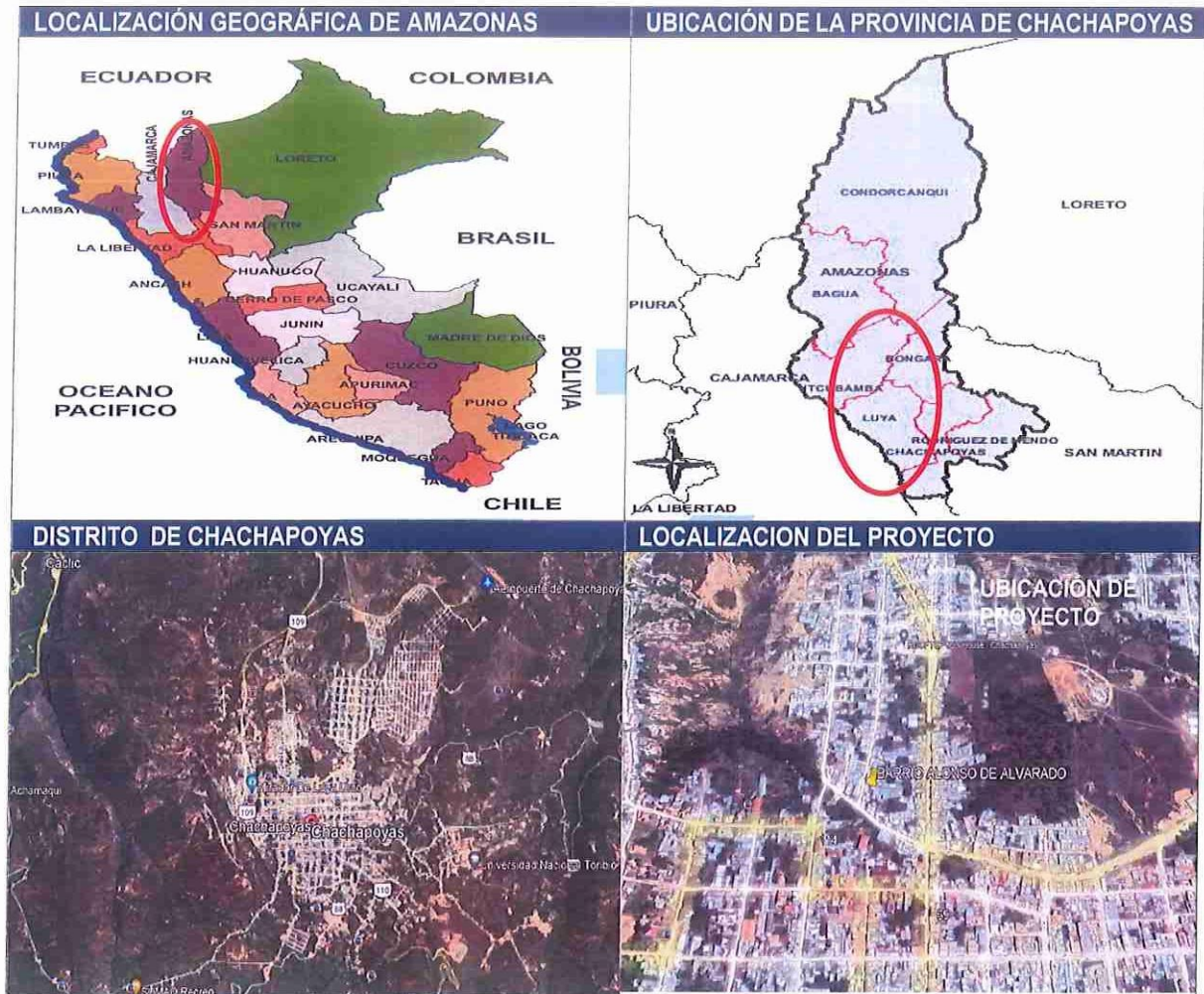
Sede Central Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224

Tel: 973896022 -996923590

1.3.- Acceso Al Área De Estudio.

Para acceder al área de proyecto se toma la ruta, en la misma ciudad de chachapoyas, por el Barrio Alonso de Alvarado a unos minutos de la plaza central de chachapoyas

CUADRO N°1: Acceso al estudio



1.4 Coordenadas y Altitud de la Zona.

Las principales estructuras se encuentran ubicadas entre las siguientes coordenadas U.T.M.:

Cuadro N°2: Cuadro de Coordenadas

CALICATA	NORTE	ESTE
C - 1	9311064.45	181950.36

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JIAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
TECNICO DE LABORATORIO
D.N. 42648483

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO



2.0.-CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

La ejecución del Proyecto: "TESIS", para dicho proyecto se construirá los siguientes sistemas.

- TESIS

3.0.-INVESTIGACIONES DE CAMPO.

3.1.-Trabajos de Campo.

La exploración directa correspondió a la ejecución de 1 calicata realizada de forma manual. Las perforaciones alcanzaron una profundidad promedio 3.00m dentro de las cuales se encontraron estratos de un solo tipo, las muestras fueron debidamente protegidas e identificadas y se remitieron al laboratorio para ejecutar con ella los ensayos pertinentes.

3.1.1. Calicatas.

Con la finalidad de determinar el Perfil Estratigráfico del área en estudio se han realizado 1 excavaciones a cielo abierto o Calicatas, localizadas convenientemente a la siguiente profundidad:

Cuadro N°3: Profundidad de calicata

CALICATA	PROFUNDIDAD
C - 1	0.20m – 3.00m

3.1.2. Muestreo Disturbado.

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados (Mab), en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de descripción e identificación de suelos, siguiendo los procedimientos de la Norma S.U.C.S.

3.1.3. Registro de Excavación.

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como espesor, color, olor, condición de humedad, angulosidad, forma, consistencia o compacidad, cementación, reacción al HCl, estructura, tamaño máximo de partículas. Etc; de acuerdo a la norma A.S.T.M.D 2488.

3.1.4. Preservación y Transporte de Suelos.

Por último, se realizaron las prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos, con destino hacia el laboratorio de la Empresa, para los posteriores ensayos, teniendo en cuenta la Norma S.U.C.S.

4.0.-TRABAJOS DE LABORATORIO.

Los trabajos en laboratorio incluyeron las siguientes actividades:

- Métodos para la reducción de muestras de campo a tamaño de muestras de ensayo, de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 702
- Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo), siguiendo los lineamientos de la Norma A.S.T.M. C 702

4.1. Ensayos de laboratorio.

Los trabajos en laboratorio incluyeron las siguientes actividades:

- Métodos para la reducción de muestras de campo a tamaño de muestras de ensayo, de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 702.
- Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo), siguiendo los lineamientos de la Norma A.S.T.M. C 702.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DÍAZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA
JIAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 D.N.: 72649453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO



4.1.1. Ensayos Estándar.

Las muestras representativas extraídas, fueron sometidas a diversos ensayos en el Laboratorio Grupo Phura PR. Los ensayos estándar y especiales fueron realizados con la finalidad de identificar y clasificar las muestras de suelo, siguiendo los criterios del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), y para obtener sus parámetros de resistencia cortante.

A continuación, se describen las normas de la American Society for Testing and Material (ASTM) consideradas para el desarrollo de ensayos en laboratorio:

- 1 contenido de humedad ASTM D2216
- 1 análisis granulométrico por tamizado ASTM S6913
- 1 límites líquidos y límites plásticos ASTM D4318
- 1 contenido de Humedad ASTM D2216
- 1 densidad Natural ASTM D 2937

4.1.2. Ensayos Especiales.

Fueron realizados los siguientes ensayos especiales de campo:

- Con todas las muestras representativas de las Calicatas se realizó el Ensayo de sales agresivas al concreto.

- 1 ensayos de Corte Directo ASTM D 3080 – 2004

4.2.-Clasificación de Suelos del Terreno de Fundación.

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (A.S.T.M. D 2487).

CUADRO N° 4: CLASIFICACIÓN DE SUELO

CALICATA - MUESTRA	C - 1
Profundidad (m)	0.20 - 3.00
% Pasa Tamiz N° 4	97.17
% Pasa Tamiz N° 200	62.90
Límite Líquido (%)	63.30
Índice Plástico (%)	34.00
Coefficiente Uniformidad (Cu)	-
Coefficiente Curvatura (Cc)	-
Diámetro Efectivo(D ₁₀)	-
Contenido de Humedad	18.68
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.80
Clasificación de Suelos "SUCS"	CH

5.- INFORMACIÓN DE PREVIA REFERENTE A PELIGROS

No existe una información detallada de antecedentes que han causado el colapso de estructuras aledañas. El tipo de suelo correspondiente al área donde se construirá dicha estructura está compuesto por un suelo de arena arcillosa, la cual tendría una participación variada entre 0.00 cota de nivel de terreno natural, hasta una profundidad promedio de 1.50' metros debajo del terreno natural. El tipo de suelo está compuesto por arena. (La arena es un tipo de suelo con partículas muy finas de rocas y minerales, distorsiones angulares en los cimientos, y en caso de no hacer un buen mejoramiento provocaría el colapso de las estructuras.

El tipo de estructura a cimentar según tabla N°1 de la NTP E.050 (suelos y cimentaciones) es Pórtico muros de concreto.



GRUPO PHURA
Laboratorio de suelos y Pavimentos

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOTECNICOS
MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES, INGENIERÍA DE
CIMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES,
TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE
PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS Y
LABORATORIO DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

"TESIS"

INFORME N.º 289

Fecha:
SETIEMBRE -
2022

LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR

Página 7 de 18

TABLA N°1

TIPO DE EDIFICACION U OBRA PARA DETERMINAR EL NUMERO DE PUNTOS DE EXPLOTACION (TABLA N°6 - E-050)					
DESCRIPCION	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS * (m)	NUMEROS DE PISOS			
		≤3	4 a 8	9 a 12	>12
APORTICADA DE ACERO	<12	III	III	III	II
PORTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	<10	III	III	III	II
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERIA	<12	III	III	-	-
BASES DE MAQUINARIAS Y SIMILARES	CUALQUIERA	-	-	-	-
ESTRUCTURAS ESPECIALES	CUALQUIERA	I	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	CUALQUIERA	I	I	I	I
CUANDO LA DISTANCIA SOBREPASE LA INDICADA, SE CLASIFICARÁ EN EL TIPO DE EDIFICACION INMEDIATO SUPERIOR					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9m de altura	> 9m de altura		
		III	I		
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA		III			
INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OBRAS URBANAS		IV			

Fuente: **E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES**

5.1. Análisis de la Cimentación

En la zona de exploración se encontró de un suelo problemático, que exigirá la necesidad de realizar una cimentación profunda y debido a las características estratigráficas del terreno, es preferible utilizar un tipo de cimentación superficial ya que estas repartirán adecuadamente las cargas de servicio a los estratos de los suelos investigados.

El comportamiento de una cimentación superficial está gobernado por su resistencia al esfuerzo y deformación que pueda tener el suelo donde se cimienta, por lo tanto, se realiza el análisis de la cimentación superficial a fin de determinar cuál es la capacidad de carga admisible del suelo de fundación.

Teniendo en cuenta las características de la edificación que se piensa construir y el perfil estratigráfico del subsuelo, sugerimos en el presente estudio se utilice un tipo de cimentación convencional conformado por zapatas y/o cimientos corridos, que transmitan las cargas de las estructuras al depósito de gravas pobremente gradadas, medianamente densas a densas. Además, se recomienda que los cimientos se apoyen a una profundidad mínima de 1.50 m.

5.2 Nivel freático

El nivel de la capa freática no se registró en la zona de exploración.

6.-CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS.

Las distintas bibliografías concurren a diferentes fórmulas para obtener la capacidad de carga a determinada profundidad e iterando dimensiones de la cimentación.

El especialista destinado para el presente estudio ha utilizado la fórmula de MEYERHOF, tomando en cuenta el efecto de compresibilidad del suelo, presentado por la siguiente ecuación:

$$q_u = C' N_c F_{cs} F_{2d} F_c + q N_q F_{qs} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma i} F_{\gamma c}$$

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JIAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNI. 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

La capacidad de carga última depende de la cohesión, ángulo de fricción, peso específico, ancho de cimentación, dichos resultados de los ensayos están estipulados en el ítem 2.1. del presente informe.
Nota: la capacidad de carga es un valor aproximado e iterativo, ya que para encontrar la carga última se necesita de las dimensiones de la cimentación, y para encontrar las dimensiones de la cimentación necesitamos de la capacidad portante del suelo.
El procedimiento para hallar la capacidad de carga se presenta en el anexo I del presente informe.

7.-PROGRAMA Y/O MEMORIA DE CÁLCULO UTILIZADO PARA LA CAPACIDAD DE CARGA.

Para el cálculo de capacidad de carga se utilizó el software CSCI CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA debido a que es un software muy completo y para su uso se le recomienda hacer un comparativo con el libro de Braga. Das INGENIERIA DE CIMENTACIONES.

Imagen N°1: programa para cálculo de capacidad portante

Cimentación Superficial		
Cota de Superficie (m) :		0.00
Fecha :		17/10/2022
A.- DATOS GENERALES		
Ángulo de Fricción Interna (Φ)	18.2	grados
Cohesión (c)	1.10	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	Local	
Ángulo de Fricción Interna corregido (Φ_c)	12.4	grados
Cohesión corregida (c) _c	0.73	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.60	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.60	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	1.50	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50	m
Incremento de base (Δb)	0.50	m
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	1.00	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	0.50	m
Posición del Nivel Freático (N.F.)	2.0	m (50m si no presenta)
Inclinación de la carga	0.0	grados
Factor de Seguridad (F.S. asume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	

7.1 Cálculo de la capacidad admisible de carga (CORTE DIRECTO EN SUELOS).

7.1.1 Capacidad de carga.

Según el Reglamento Nacional de edificaciones, Norma E.050 en su última versión aprobada en el año 2018 cuya referencia fue tomada de Bowles, Joseph E. (1996) Foundation Analysis and Design. New York: Mc Graw - Hill Book Co., La capacidad de carga (qd) es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos a partir de parámetros determinados mediante los ensayos in situ o los ensayos de laboratorio.

En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcilloso), se emplea un ángulo de fricción interna (ϕ') igual a cero.

$$q_d = s_c i_c c N_c$$

En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se emplea una cohesión @ igual a cero.

$$q_d = i_q \gamma_1 D_f N_q + 0,5 s_\gamma i_\gamma \gamma_2 B' N_\gamma$$

Para las ecuaciones indicadas se tiene:

$$N_q = \epsilon \left(\pi \tan \phi' \right) \left[\tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) \right]$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$



GRUPO PHURA
Laboratorio de suelos y Pavimentos

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOGRÁFICOS
MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES, INGENIERÍA DE
CIMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES
TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, CEMENTO DE
PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y
LABORATORIO DE PROYECTOS DE INGENIERÍA.

"TESIS"

Fecha:
SEPTIEMBRE -
2022

INFORME N.º 289

LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR

Página 9 de 18

$$N_y = (N_q - 1) \tan(1,4\phi)$$

$$S_c = 1 + 0,2 B/L$$

$$i_c = i_q = (1 - \alpha^\circ / (90^\circ))^2$$

$$S_y = 1 - 0,2 B/L$$

$$i_y = (1 - \alpha^\circ / \phi^\circ)^2$$

Donde:

c = Cohesión del suelo ubicado bajo la zapata

i_c = Coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la cohesión

i_q = Coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la sobre carga (γD_f)

S_c = Coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la cohesión

S_y = Coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la fricción

i_y = Coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la fricción

γ_1 = Peso unitario volumétrico de suelo ubicado sobre el nivel de cimentación

γ_2 = Peso unitario volumétrico efectivo de suelo ubicado bajo el nivel de cimentación

N_c = Coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la cohesión

N_q = Coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la sobre carga (γD_f)

N_y = Coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la fricción

B' = Ancho del "área efectiva"

α° = Ángulo en grados que hace la carga con la vertical

7.1.2 Ángulo de fricción interna.

Según Terzaghi y Meyerhof (1957), para obtener los valores de ángulo de fricción mediante D_r , puede usarse las siguientes relaciones:

- Suelos granulares con % pasa el tamiz N°200 mayor al 5%

$$\phi^\circ = 25 + (0,15 * D_r)$$

- Suelos granulares con % pasa el tamiz N°200 menor al 5%

$$\phi^\circ = 30 + (0,15 * D_r)$$

7.1.3 Capacidad admisible

La determinación de la Presión Admisible, se efectúa tomando en cuenta los siguientes factores:

- 1) Profundidad de cimentación.
- 2) Dimensión de los elementos de la cimentación.
- 3) Características físico – mecánicas de los suelos ubicados dentro de la zona activa de la cimentación.
- 4) Ubicación del Nivel Freático, considerando su probable variación durante la vida útil de la edificación
- 5) Probable modificación de las características físico – mecánicas de los suelos, como consecuencia de los cambios en el contenido de humedad.
- 6) Asentamiento tolerable de la edificación

8.0.-PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

8.1 Descripción del Perfil Estratigráfico

CALICATA C – 1

De 0.20 m. a 3.00 m.

Presenta un suelo impermeable con resistencia a la tubificación alta; con resistencia a la corte constante media; con compresibilidad donde los asentamientos pueden ser grandes y se calculan con base en pruebas de consolidación; susceptibilidad al agrietamiento de mediana a alta; susceptible a la licuación de media a alta si mal compactados; con manejabilidad de pobre a muy pobre.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DÍAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218800

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JUAN CARLOS CHUQUIJUANCA FLORES
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218800
DNI. 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

Sede Central Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224

Tel: 973896022 -996923590

8.2 Aspectos Relacionados con la Napa Freática.

Es importante conocer la posición freática, para poder estimar los efectos posibles que las aguas puedan ocasionar a la estructura. Este fenómeno es muy frecuente, cuando el agua se encuentra muy próxima a la superficie, que por efecto de la capilaridad la presión hidrostática o un aumento por fuertes precipitaciones, tiendan ascender hasta la estructura del nivel, ocasionándole daños cuantiosos, especialmente cuando el estado arcilloso tiene tendencia a grandes cambios de volumen. En el lugar de la exploración de la calicata no se encontró Nivel freático.

9.0.- SISMICIDAD

De acuerdo a la Norma Técnica E-030 Diseño Sismo Resistente y E-050 Suelos y Cimentación del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la (Figura N°1 – NORMA E-030 DISEÑO DE SISMOTERRESISTENCIA) zonificación propuesta, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica.

IMAGEN N°2

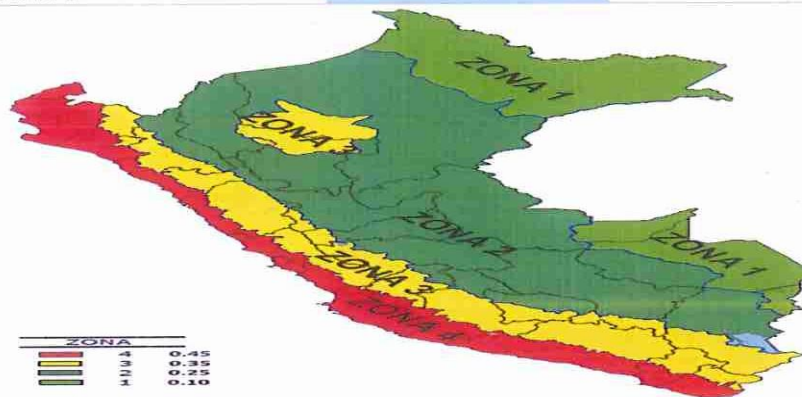


TABLA N°2
FACTORES DE
ZONA

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

De acuerdo a la norma E. 030, modificada por el decreto supremo N° 003-2016-vivienda, el factor Z para una Zona 2 según se indica que se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

De acuerdo con el Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E.030) aprobada mediante Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA del 22 de enero de 2016 y que mediante Memorandum N° 976-2018-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS, sustentado en el Informe N° 1661-2018-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS-DC el cual regula la modificación a manera de actualización de la norma NTE E.030, se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de alta intensidad. De VIII en la escala Mercalli Modificada. Zona de alta intensidad sísmica cuyo factor de aceleración máxima es de 0.45. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Figura N° 2. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. Considerando los valores obtenidos de la velocidad de corte, se tiene que el suelo recomendado para la cimentación corresponde al perfil de suelo tipo S₂ (suelos intermedios). De acuerdo con ello se recomienda adoptar en los diseños Sismo resistentes, los siguientes valores, donde las fuerzas horizontales pueden calcularse de acuerdo a la siguiente relación:

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

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DÍAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JIAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNI. 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO



Dónde:

- Factor de zona (Zona 2) : Z = 0.25
- Factor de suelo (S₂ Suelos Intermedios) : S = 1.05
- Período que define la Plataforma del espectro : T_p = 0.60
- Peso de estructura : No indicado
- Factor de uso : U = 1.0

La importancia de la estructura y el área de estudio indicado se han tratado considerándola como categoría C en función a los términos de referencia alcanzados por el cliente.

Teniendo que el tipo de suelo es S₂, tenemos los valores de TP = 0.6 y TL = 2.0. Con estos datos se puede obtener el factor de amplificación sísmica ©:

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$C = 2.5 \left(\frac{0.6}{T} \right) = \frac{1.5}{T}$$

Siendo, T el período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.

Factor de Suelo (S₂): S = 1.05

El factor de uso correspondiente para estructuras comunes de categoría C según la norma E.030 corresponde a 1.0.

Se considera para fines del presente informe y por recomendación el uso de los factores de zona según las últimas investigaciones relacionadas en el Perú por el Ministerio de vivienda y el CISMID indicadas en la última versión de la norma E.030 en su versión 2017 aprobada en el año 2018 "Diseño sísmo resistente" quedando sin efecto los factores de versiones anteriores a la misma.

9.1 Zonificación Sísmica

Las zonas sísmicas en las que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestra en la siguiente figura.

Tabla N°3 Zonificación sísmica

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
AMAZONAS	CAHACHAPOYAS	ASUNCIÓN	2	TODOS LOS DISTRITOS
		BALSAS		
		CHACHAPOYAS		
		CHETO		
		CHILIQUÍN		
		CHUQUIBAMBA		
		GRANADA		
		HUANCAS		
		LA JALCA		
		LEVANTO		
		LEYMEBAMBA		
		MAGDALENA		
		MARISCAL CASTILLA		
		MOLINOPAMPA		
		MONTEVIDEO		
		OLLEROS		
		QUINJALCA		
		SAN FRANCISCO DE DAGUAS		
		SAN ISIDRO DE MAINO		
SOLOCO				
SONCHE				

9.2 Características especiales de los suelos.

Los suelos que componen el área donde se ejecutara el Proyecto: "TESIS", son suelos expansivos, pesados y de tipo impermeable con resistencia a la tubificación alta; con resistencia a la cortante

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JIAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNI: 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

media; con compresibilidad donde los asentamientos pueden ser grandes y se calculan con base en pruebas de consolidación; susceptibilidad al agrietamiento de mediana a alta; susceptibilidad a la licuación de media a alta si mal compactados; con manejabilidad de pobre a muy pobre.

9.3 perfil de suelo.

Para los efectos de esta norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (V_s), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los N_{60} , obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condiciones no drenada (S_u), para los 30m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación, como se indica en el numeral.

Para los suelos predominantemente granulares, se calcula N_{60} considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominante cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada S_u para los estratos con suelos cohesivos se obtiene clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Este método también se aplica si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de N_{60} para los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada S_u se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de N_{60} para los estratos con suelo cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

9.3.1 Perfil tipo S0: Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte V_s mayor que 1500m/s. las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor V_s .

9.3.2 Perfil tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos.

A este tipo corresponde las rocas con diferencia grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidad de propagación de onda de corte V_s , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

Roca fracturada, con una resistencia a la compresión confinada q_u mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²)

- Arena muy densa o grava arenosa densa, con N_{60} mayor que 50.
- Arcilla muy compactada (de espesor menor que 20m), con una resistencia al corte en condición no drenada S_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con profundidad.

9.3.3 Perfil tipo S2: Suelos Intermedios

A este tipo corresponde los suelos mediante rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte V_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa mediantemente densa, con valores del SPT N_{60} , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compactado, con una resistencia al corte en condiciones no drenada S_u entre 50 kPa (0.5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

9.3.4 Perfil tipo S3: Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte V_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores SPT N60 menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada S_u , entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S_4 y que tenga más de 3m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad P_t mayor que 20, contenido de humedad w mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada S_u menor que 25 kPa.

9.3.5 Perfil tipo S4: Condiciones Excepcional

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topografía son particularmente desfavorable, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Solo será necesario considerar un perfil S4 cuando el estudio de mecánica de suelos (EMS) así lo determine.

9.3.5 Resumen Valores Típicos Para Distintos Tipos De Perfiles

El tipo de suelo es flexible con velocidades de propagación de onda de corte, menor e igual a 180 m/s, y el tipo de suelo del Proyecto: "TESIS", es un suelo cohesivo; por lo tanto, le corresponde un perfil de suelo S2 (suelos intermedios).

TABLA N°4: Perfil de Suelo
CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELO

PERFIL	\bar{v}_s	\bar{v}_{60}	\bar{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 50kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

9.3.6 Definición De Los Perfiles De Suelo

Las expresiones de este numeral se implicarán a los a los 30m superiores del perfil de suelo, medidos desde el nivel del fondo de cimentación. El subíndice i se refiere a uno cualquiera de los n estratos con distintas características, m se refiere al número de estratos con suelos granulares y k al número de estratos con suelos cohesivos.

9.4. Parámetros de Sitio.

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de la amplificación del suelo S y de periodos T_P y T_L dados en la tabla N°5 y N°6



GRUPO PHURA
Laboratorio de suelos y Pavimentos

ESTUDIOS GEOTECNICOS, GEOLÓGICOS, IDENTIFICACIONES,
MECÁNICA DE SUELOS Y CANTEERAS, INGENIERÍA DE
CIMENTACIONES, ESTABILIZADOS DE TALUDES,
TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE
PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y
LABORATORIO PROYECTOS DE INGENIERÍA

"TESIS"

INFORME N.º 289

Fecha:
SEPTIEMBRE -
2022

Página 14 de
18

LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR

TABLA N°5: Parámetro de Sitio

ZONA SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

9.5. Periodos

TABLA N°6: Periodos

	PERIODOS T_p y T_L			
	Perfil de Suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_p	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L	3.0	2.5	2.0	1.6

En conclusión, el factor de suelo "S" para la: "TESIS", se considerará 1,20. Los periodos " T_p " y " T_L " son 0.6 y 2.0 respectivamente.

10.0.-CONTENIDO DE SALES

El resultado del Análisis Físico Químico efectuado con muestras representativas del estrato que conforma el subsuelo de fundación, presenta los siguientes valores:

CUADRO N° 5: CUADRO DE ANALISIS QUIMICO

LOCALIDAD	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	pH	SULFATOS (SO ₄) EN EL AGUA (ppm)	Cl-1 (ppm)
CHACHAPOYAS - AMAZONAS	C - 1	M - 1	0.20 - 3.00	6.77	68.47	967.09
OBSERVACIONES:	AGRESIVIDAD BAJA AL CONCRETO, POR EXPOSICIÓN DE SULFATOS, CLORUROS Y SALES SOLUBLES TOTALES.					

Laboratorio de suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS.
GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DÍAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

JUAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNI 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

Sede Central Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224

Tel: 973896022 -996923590



TABLA N°07 REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f _c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	0,0 ≤ SO ₄ < 0,1	0 ≤ SO ₄ < 150	—	—	—
Moderada**	0,1 ≤ SO ₄ < 0,2	150 ≤ SO ₄ < 1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	0,2 ≤ SO ₄ < 2,0	1500 ≤ SO ₄ < 10000	V	0,45	31
Muy severa	2,0 < SO ₄	10000 < SO ₄	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Dichos valores se encuentran por debajo de los límites mínimos permisibles de agresividad al concreto, en lo que respecta a sulfatos, debiéndose utilizar por consiguiente Cemento Portland Tipo I o Tipo I Co, en la preparación del concreto de la cimentación (proporción de sulfatos menor de 150 p.p.m.)

11.0.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Correlacionando la investigación de campo realizada con los resultados de los ensayos de laboratorio y según el análisis efectuado en el transcurso del informe, establecemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El subsuelo del terreno en estudio, del proyecto: "TESIS", está conformado básicamente por gravas arcillosas.
- Las muestras de suelo y fotografías respectivas al proyecto fueron entregadas por el solicitante al laboratorio.
- El resultado del Análisis Físico Químico efectuado con las muestras representativas de los estratos, Dichos valores se encuentran por debajo de los límites mínimos permisibles de agresividad al concreto, en lo que respecta a sulfatos y sales solubles totales, debiéndose utilizar por consiguiente Cemento Portland Tipo I o ICo, en la preparación del concreto de la cimentación.
- Se recomienda diseñar la capacidad portante con la cohesión y su Angulo de fricción
- Los resultados, conclusiones y recomendaciones, del EMS, son válidos solamente para el área y tipo de obra determinada en el informe, y solamente se aplican al proyecto en mención.
- Es preciso recomendar que las construcciones a realizarse en el proyecto, se ejecute en épocas de estiaje para evitar en lo posible la saturación del suelo de fundación y el retraso en la programación de las partidas de obra correspondientes.
- En el proyecto: "Tesis", se deberá tener en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones antes descritas, dada la importancia de la obra, de tal suerte, que se asegure mayor estabilidad y durabilidad de la vía a construir.
- El ingeniero estructural estará a cargo de determinar la sección y el tipo de cimentación, acorde al diseño del paquete estructural del terreno de fundación compatible con las cargas transmitidas y la Normas Técnica E – 060.

Se recomienda con la finalidad de conseguir un concreto impermeable, utilizar una relación agua/cemento =0.50.

Se recomienda contar con un especialista de suelos en el momento de la ejecución.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JIAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
INGENIERO CIVIL DE LABORATORIO
DNI. 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO



- El concreto a utilizar en la cimentación de las estructuras, debe ser diseñado por un especialista en tecnología del concreto, empleado agregados que deben cumplir con la Norma A.S.T.M C 33.99^a, además, el agua a ser utilizada para las mezclas de concreto, debe cumplir con la Norma N.T.P 339.088. Asimismo, se debe utilizar en el concreto de la cimentación Cement Portland Tipo I o Tipo I Co (proporción de sulfatos menor de 150 p.p.m). Asimismo, utilizar agregados lavados, por cuanto pueden contener sales sulfatadas que influyen negatividad en las propiedades de concreto.
- Se recomienda que para el proyecto: tesis, se deberá realizar muestreo de especímenes de las mezclas de concreto a elaborar en la ejecución de la obra, acorde, a la Norma A.S.T.M C 172. Así mismo se debe utilizar un método de curado adecuado para el concreto acorde a la norma A.S.T.M. C 31 M - 98, con la finalidad de evaluar el control de calidad del concreto en concordancia con el reglamento ACI 318 – 2004.
- En el presente estudio se ha considerado que se modifica la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente, del Reglamento Nacional de Edificaciones aprobada por Decreto Supremo N° 011-2016-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA, y los valores a utilizar están estipulados en el ítem: 09, resumen de las condiciones de cimentación.
- Se recomienda considerar que el factor de reducción por ductilidad y amortiguamiento depende de las características del diseño de la Infraestructura a proyectar, según los materiales a usar y el sistema de estructuración para resistir la fuerza sísmica.
- Según la Norma E 050 (Suelos y Cimentaciones), del Reglamento Nacional de Construcciones, ítem: 1.7., todo EMS, deberá ser firmado por el Profesional Responsable, que por lo mismo asume la responsabilidad del contenido y de las conclusiones del informa. El Profesional Responsable no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.
- Los resultados, conclusiones y recomendaciones, del EMS, son válidos solamente para el área y tipo de obra determinada en el informe, y solamente se aplican al proyecto en mención.
- El suelo para los ensayos fue traída a laboratorio por el solicitante.
- Parámetros sísmicos

Z=	0.25	ZONA 02
U=	1.0	Categoría C, edificaciones comunes
C=	2.5	
S=	1.2	Suelo S2 (según EMS)

TP	0.6
TI	2.0

Factor de ampliación suelo © y el periodo predominante (TP):

- Para el caso de la zona en estudio:
 - Factor de zonas Z = 0.25
 - Periodo predominante Tp (S) = 0.60
 - Periodo predominante TI (S) = 2.00
 - Factor ampliación de suelo S = 1.20
 - Categoría de las edificaciones U = 1.00
- El periodo fundamental de la estructura (T), que depende de la altura de la construcción y características estructurales (debe ser calculado por el proyectista).
- No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte o relleno sanitario, estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construirla la edificación y ser reemplazados por material adecuados debidamente compactados.
- Se cimentará sobre terreno de buena calidad, en caso de no encontrar resistencia requerida, se profundizará con falsas zapatas hasta llegar al extracto apropiado para el concreto de elementos estructurales enterrados, se recomienda el uso de un sellador para impedir la oxidación de armadura.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO PHURA
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

GRUPO PHURA
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JUAN CARLOS CHUQUIMANCA FLORES
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

 GRUPO PHURA Laboratorio de suelos y Pavimentos	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOFÍSICOS MECÁNICA DE SUELOS Y CANCHERAS, INGENIERÍA DE CIMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y LABORATORIO, PROYECTOS DE INGENIERÍA	"TESIS"	Fecha: SETIEMBRE - 2022
		INFORME N.º 289 LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR	Página 17 de 18

- **Consideraciones adicionales:** en los casos e los que no sea obligatorio realizar un estudio de mecánica de suelos (EMS) o cuando no se disponga en las propiedades del suelo hasta profundidad de 30m, se permite que el profesional responsable estime valores adecuados sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.

En caso de estructuras con cimentaciones profundas a base de pilotes, el que corresponda a los estratos en los 30 m por debajo del extremo superior de los pilotes.

11.1 RECOMENDACIONES ADICIONALES

11.1.1. Procedimiento sugerido para la determinación de las acciones sísmicas

Las acciones sísmicas para el diseño estructural dependen de la zona sísmica (Z), del perfil de suelo (S, T_p, T_L), del uso de la edificación (U), del sistema sismorresistencia \otimes y las características dinámicas de la edificación (T, C) y de su peso (P).

ESTAPA 1: PELIGRO SISMICO

Los pasos de esta etapa dependen solamente del lugar y las características del terreno de fundación del proyecto. No depende de las características del edificio.

- Paso 1 factor de Zona Z

Determinar la zona sísmica donde se encuentra el proyecto en base al mapa de zonificación sísmica (Figura N°1) o a la tabla de provincias y distritos del Tabla N°6

Determinar el factor de zona (Z) de acuerdo a la tabla N°5

- Paso 2 para el Perfil de Suelo

De acuerdo a los resultados del estudio de mecánica de suelos (EMS) se determina el tipo de perfil de suelo según el numeral 2.3.1(E- 030) donde se definen 5 perfiles de suelo. La clasificación se debe hacer en base a los parámetros indicados en la Tabla N°2 considerando promedios para los estratos de los primeros 30m bajo nivel de cimentación.

Cuando no se conozca las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30m, el profesional responsable del EMS determinara el tipo de perfil de suelo sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.

- Paso 3 Parámetros de sitio (S, T_p, T_L),

El factor de ampliación del suelo se obtiene de la tabla N°3 y depende de la zona sísmica y el tipo de perfil de suelos. Los periodos, T_p, T_L , se obtienen de la tabla N°4 y solo depende del tipo de perfil de suelo.

- Paso 4 construir de la función factor de ampliación sísmica C versus Periodos T .

Depende de los parámetros de sitio T_p y T_L . Se definen tres tramos, periodos cortos, intermedios y largos, y se aplica para cada tramo las expresiones de este numeral.


LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS,
GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS,
GRUPO P.R.

JUAN CARLOS CRUZ QUIJANO FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
BNI. 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

 GRUPO PHURA Laboratorio de suelos y Pavimentos	ESTUDIOS GEOTECNICOS, GEOLÓGICOS, GEOFÍSICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CANERAS, INGENIERÍA DE CIMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES, TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS Y LABORATORIO PROYECTOS DE INGENIERÍA	"TESIS"	Fecha: SETIEMBRE - 2022
		INFORME N.º 289	Página 18 de 18
LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR			

12. REFERENCIAS.

- Juárez Badillo – Rico Rodríguez: Mecánica de Suelos, Tomos I y II.
- Karl Terzaghi / Ralph B. Peck: Mecánica de Suelos en la ingeniería Práctica. Segunda Edición 1973.
- K. Terzaghi, R. Peck y G. Mesri: "Soil Mechanics in Engineering Practice". Third Edition 1996
- Braja M. Das / Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. 7 edición 2001
- Norma E.050, Suelos y Cimentaciones (2018).
- Norma E.020 Estabilidad de suelos y taludes
- Norma E.030, Diseño Sismo resistente (2017).
- Alva Hurtado, J^m Diseño de Cimentaciones, ICG.
- Maggiolo O. (1975) "Algunos Aspectos de Mecánica de suelos y comportamiento de construcciones durante el sismo del 3 de octubre de 1974". Reunión Andina de Seguridad Sísmica, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Terzaghi K. y Peck R.B. (1967), "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wilky, New York.
- Vesic A. (1973), "Análisis de la Capacidad de Carga de Cimentaciones Superficiales", JSMFED, ASCE, Vol. 99
- Casagrande A. (1964), "Karl Terzaghi 1883-1963", Traducción hecha al artículo del Prof. Casagrande aparecido en Geotechnique XIV, N° 1 por el Ing. Gustavo Pérez Guerra, Boletín de la Sociedad Venezolana de Mecánica del Suelo e Ingeniería de Fundaciones, N° 16, Julio-Agosto-Setiembre, pp. 3-11.


GRUPO PHURA
 Laboratorio de suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS.
 GRUPO P.R.
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
IENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 GRUPO P.R.

JUAN CARLOS CHUCUIJAUANCA FLORES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DNI. 72648453

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

Sede Central Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224

Tel: 973896022 -996923590



GRUPO PHURA
Laboratorio de suelos y Pavimentos

"TESIS"

Fecha:
SEPTIEMBRE -
2022

CODIGO DE ESTUDIO N° 289

Página 1 de
6

"LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR" - INDECOPI

ANEXO I

CAPACIDAD PORTANTE

GRUPO PHURA

Laboratorio de suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
KENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218699

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

JUAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNI: 7.806.423

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

Sede Central: Calle Los Andes, 100 - Oficina: Av. General San Martín, 100 - Oficina: Av. Los Andes, 100

Tel: +51 (0)261 22 16 00 22 Fax: +51 (0)261 22 16 00 22

CAPACIDAD DE CARGA - Cimentación Superficial

Cota de Superficie (m) : 0.00
Fecha : 17/10/2022

A.- DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (Φ)	18.2	grados
Cohesión (c)	1.10	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	Local	
Ángulo de Fricción Interna corregido (Φ_c)	12.4	grados
Cohesión corregida (c) _c	0.73	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.60	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.60	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	1.50	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50	m
Incremento de base (Δb)	0.50	m
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	1.00	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	0.50	m
Posición del Nivel Freático (N.F.)	2.0	m (50m si no presenta)
Inclinación de la carga	0.0	grados
Factor de Seguridad (F.S.assume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	
Cimentación sugerida	Cimiento Rectangular	

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 9.470 \quad N_q = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = 3.076 \quad N_q = \gamma q^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{-\gamma \tan \phi}$$

$$N_y = 0.682 \quad N_y = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1.487 \quad S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1.329 \quad S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

$$S_y = 0.400 \quad S_y = 1 + \frac{B}{L} \gamma g \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1.000 \quad i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$i_q = 1.000$$

$$i_y = 1.000 \quad i_y = \left(1 + \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 0.647$$

$$K_p = 1.545$$

$$K_o = 0.786$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

Cimentación sugerida Cimiento Rectangular

COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	Detalle
			W	W'			
-1.00	1.00	1.5	1.00	0.83	1.71	0.57	
-1.00	1.00	2.0	1.00	0.75	1.72	0.57	
-1.00	1.00	2.5	1.00	0.70	1.72	0.57	
-1.00	1.00	3.0	1.00	0.67	1.73	0.58	
-1.00	1.00	3.5	1.00	0.64	1.74	0.58	
-1.00	1.00	4.0	1.00	0.63	1.74	0.58	
-1.50	1.50	1.5	1.00	0.67	2.04	0.58	
-1.50	1.50	2.0	1.00	0.63	2.04	0.58	
-1.50	1.50	2.5	1.00	0.60	2.05	0.58	

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 21800

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JUAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
INGENIERO DE LABORATORIO
C.N.L. 72648453

-1.50	1.50	3.0	1.00	0.58	2.05	0.68
-1.50	1.50	3.5	1.00	0.57	2.06	0.69
-1.50	1.50	4.0	1.00	0.56	2.06	0.69
-2.00	2.00	1.5	1.00	0.50	2.36	0.79
-2.00	2.00	2.0	1.00	0.50	2.36	0.79
-2.00	2.00	2.5	1.00	0.50	2.37	0.79
-2.00	2.00	3.0	1.00	0.50	2.37	0.79
-2.00	2.00	3.5	1.00	0.50	2.38	0.79
-2.00	2.00	4.0	1.00	0.50	2.38	0.79
-2.50	2.50	1.5	0.90	0.50	2.52	0.84
-2.50	2.50	2.0	0.90	0.50	2.53	0.84
-2.50	2.50	2.5	0.90	0.50	2.53	0.84
-2.50	2.50	3.0	0.90	0.50	2.54	0.85
-2.50	2.50	3.5	0.90	0.50	2.54	0.85
-2.50	2.50	4.0	0.90	0.50	2.55	0.85
-3.00	3.00	1.5	0.83	0.50	2.68	0.89
-3.00	3.00	2.0	0.83	0.50	2.68	0.89
-3.00	3.00	2.5	0.83	0.50	2.69	0.90
-3.00	3.00	3.0	0.83	0.50	2.69	0.90
-3.00	3.00	3.5	0.83	0.50	2.70	0.90
-3.00	3.00	4.0	0.83	0.50	2.70	0.90

Cimiento Rectangular

G.- ASENTAMIENTO (S_i)

Presión por carga admisible	q_{adm}	=	0.57	Kg/cm ²	
Relación de Poisson	μ	=	0.25		
Módulo de Elasticidad	E_s	=	400	Kg/cm ²	
Asentamiento permisible	$S_i (max)$	=	2.54	cm	$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$
Ancho de la cimentación	B	=	1.50	m	
Factor de forma	I_f	=	1.12	m/m	
Asentamiento	S_i	=	0.002	m	$I_f = \sqrt{\frac{L}{B}}$
Asentamiento	S_i	=	0.24	cm	
Presión por carga	q_{adm}	=	0.57	Kg/cm ²	
Presión de carga asumida por asentamiento	q_{adm}	=	0.60	Kg/cm ²	
	S_i	=	0.22	cm	OK!
	S_i	=	0.24	cm	OK!

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JUAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO