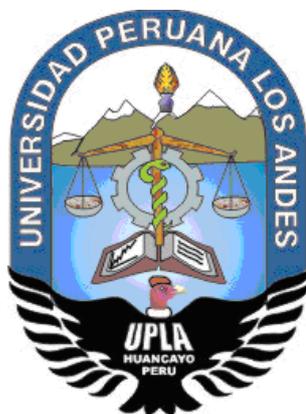


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

ANALISIS DEL SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS FRENTE
AL DE LOSA CONVENCIONAL PARA LA EDIFICACIÓN CONSELL,
HUANCAYO

Linea de investigación de la Universidad: Transporte y Urbanismo

Linea de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil: Estructuras

PRESENTADO POR:

Bach. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2019

ASESORES

M Sc. Cano Camayo Tiber Joel

Ing. Flores Espinoza Carlos Gerardo

Dedicatoria:

El presente trabajo de investigación esta dedicado a Dios por darme fuerzas para no decaer ante dificultades a lo largo de mi vida.

A mis padres y hermanas, a los que quiero mucho y siempre estan conmigo brindándome su apoyo.

Agradecimiento:

A la Universidad Peruana Los Andes por haberme formado académicamente.

A mis padres quienes han velado por mi educación a lo largo de mi vida.

A mis asesores, por brindarme el tiempo y conocimiento para la realización y culminación de la presente investigación.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. Casio Aurelio Torres López

Presidente

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorilla

Ing. Rando Porras Olarte

Ing. Carlos Alberto Jesús Sedano

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales

Secretario Docente

INDICE

INDICE	vi
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	x
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRAT.....	xvi
INTRODUCCION	xvii
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. El problema de investigación.....	18
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	19
1.2.1.Problema general	20
1.2.2.Problemas específicos	20
1.3. Justificación.....	20
1.3.1.Practica o Social.....	20
1.3.2.Metodológica	21
1.4. Delimitaciones	21
1.4.1.Espacial.....	21
1.4.2.Temporal	21
1.4.3.Económica.....	22
1.5. Limitaciones	22
1.5.1.Económica.....	22
1.5.2.Tecnológica	22
1.6. Objetivos	23
1.6.1.Objetivo general	23
1.6.2.Objetivo específico	23
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	24
2.1. Antecedentes	24
2.2. Marco conceptual	31
2.3. Definición de términos.....	36
2.4. Hipótesis.....	38
2.4.1.Hipótesis general.....	38

2.4.2. Hipótesis específicas	38
2.5. Variables	39
2.5.1. Definición conceptual de la variable	39
2.5.2. Definición operacional de la variable	39
2.5.3. Operacionalización de los variables	40
CAPITULO III: METODOLOGIA.....	41
3.1. Método de investigación.....	41
3.2. Tipo de investigación.....	41
3.3. Nivel de investigación.....	42
3.4. Diseño de la investigación.....	42
3.5. Población y muestra.....	42
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43
3.7. Procesamiento de la información	46
3.7.1. Fase de precampo – planificación.....	46
3.7.2. Fase de campo – recolección de datos	47
3.7.3. Fase de gabinete – procesamiento de datos.....	49
3.8. Técnicas y análisis de datos:.....	66
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	67
4.1. Resultados específicos.....	67
4.2. Resultado general	140
CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS.....	141
5.1. Discusión de resultados específicos	141
5.2. Discusión del resultado general	143
CONCLUSIONES	145
RECOMENDACIONES	147
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	148
ANEXOS	151

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	40
Tabla 2: Luces máximas para cada serie pretensada	50
Tabla 3: Alturas de losa recomendadas para entrepiso	50
Tabla 4: Alturas de losa recomendadas para azoteas	50
Tabla 5: Combinaciones de peraltes y espaciamentos	50
Tabla 6: Valores de cortante último en la losa	54
Tabla 7: Factores de zona “Z”	55
Tabla 8: Factor de suelo “S”	56
Tabla 9: Periodos “Tp” y “ TL ”	56
Tabla 10: Categoría de las edificaciones y factor “U”	57
Tabla 11: Sistemas estructurales	59
Tabla 12: Límites para la distorsión de entrepiso	61
Tabla 13: Cantidad de ladrillo por m2	64
Tabla 14: Personal requerido del Slvp	65
Tabla 15: Rendimiento de actividades del Slvp.....	65
Tabla 16: Serie de vigueta predimensionada	68
Tabla 17: Características del predimensionamiento	68
Tabla 18: Aceros del paño A del semisótano del Slc	77
Tabla 19: Aceros del paño B del semisótano del Slc	79
Tabla 20: Aceros del paño C del semisótano del Slc	80
Tabla 21: Aceros del paño D del semisótano del Slc	81
Tabla 22: Aceros del paño E del semisótano del Slc	82
Tabla 23: Aceros del paño A del 1ro al 5to piso del Slc	84
Tabla 24: Aceros del paño B del 1ro al 5to piso del Slc	86
Tabla 25: Aceros del paño C del 1ro al 5to piso del Slc.....	88
Tabla 26: Aceros del paño D del 1ro al 5to piso del Slc.....	89
Tabla 27: Aceros del paño E del 1ro al 5to piso del Slc	90
Tabla 28: Cortante último para el diseño del Slvp	91
Tabla 29: Aceros del paño A del semisótano del Slvp	92
Tabla 30: Aceros del paño B del semisótano del Slvp	94
Tabla 31: Aceros del paño C del semisótano del Slvp	97

Tabla 32: Aceros del paño D del semisótano del Slvp	99
Tabla 33: Aceros del paño E del semisótano del Slvp	100
Tabla 34: Aceros del paño A del 1ro al 5to piso del Slvp	103
Tabla 35: Aceros del paño B del 1ro al 5to piso del Slvp	105
Tabla 36: Aceros del paño C del 1ro al 5to piso del Slvp	107
Tabla 37: Aceros del paño D del 1ro al 5to piso del Slvp	110
Tabla 38: Aceros del paño E del 1ro al 5to piso del Slvp	112
Tabla 39: Parámetros sísmicos del proyecto	123
Tabla 40: Factor de amplificación sísmica por cada dirección	124
Tabla 41: Fuerzas cortantes en la estructura	125
Tabla 42: Resumen de peso de la estructura con el Slc	125
Tabla 43: Resumen de peso de la estructura con el Slvp	126
Tabla 44: Cortante basal estática	127
Tabla 45: Distribución de fuerzas en altura de la estructura con el Slc	127
Tabla 46: Distribución de fuerzas en altura de la estructura con el Slvp	127
Tabla 47: Periodos de vibración con el Slc	129
Tabla 48: Periodos de vibración con el Slvp	129
Tabla 49: Cortante dinámica en la base de la estructura con el Slc	131
Tabla 50: Cortante dinámica en la base de la estructura con el Slvp	131
Tabla 51: Cortante basal con el sistema losa convencional	132
Tabla 52: Cortante basal con el sistema losa con viguetas pretensadas	132
Tabla 53: Comparación de la cortante basal	132
Tabla 54: Resumen de metrados del sistema losa convencional	135
Tabla 55: Resumen de metrados del sistema losa con viguetas pretensadas	137
Tabla 56: Comparación de costo directo	138
Tabla 57: Comparación de costo de mano de obra	138

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ficha de elaboración del espectro de respuesta.....	44
Figura 2. Ficha de elaboración de planilla de metrados.....	45
Figura 3. Vista de la ubicación del proyecto.....	46
Figura 4. Vista de la edificación multifamiliar Consell	47
Figura 5: Vista de calicata.....	48
Figura 6. Visita a la empresa Concremax	48
Figura 7. Vista en planta de la losa de la edificación Consell	51
Figura 8. Momentos admisibles de las viguetas pretensadas.....	53
Figura 9. Tipos de viguetas pretensadas	53
Figura 10. Zonas sísmicas	55
Figura 11. Sección del sistema losa convencional.....	62
Figura 12. Sección del sistema losa con viguetas pretensadas.....	63
Figura 13. Cuadro comparativo de consumos de concreto.....	64
Figura 14. Vista de bovedilla	64
Figura 15. Vista de la luz máxima en arquitectura	67
Figura 16. Modelamiento de la losa de semisótano con el Slc	69
Figura 17. Modelamiento de la losa del 1ro al 5to piso con el Slc.....	69
Figura 18. Vista de sección de la losa convencional.....	69
Figura 19. Aplicación de la carga muerta y la carga viva para el Slc	70
Figura 20. Aplicación de carga de tabiquería en el semisótano para el Slc	71
Figura 21. Aplicación de carga de tabiquería del 1ro al 5to piso para el Slc....	71
Figura 22. Modelamiento de la losa de semisótano con el Slvp	71
Figura 23. Modelamiento de la losa del 1ro al 5to piso con el Slvp.....	72
Figura 24. Vista de sección de la losa con viguetas pretensadas.....	72
Figura 25. Momentos admisibles y peso propio para el diseño del Slvp.....	73
Figura 26. Aplicación de la carga muerta y la carga viva para el Slvp	74
Figura 27. Aplicación de carga de tabiquería en el semisótano para el Slvp ...	74
Figura 28. Aplicación de carga de tabiquería del 1ro al 5to piso para el Slvp..	75
Figura 29. Combinación de cargas	75
Figura 30. Vista de paños de la losa de semisótano.....	76
Figura 31. Vista de paños de la losa del 1ro al 5to piso.....	76

Figura 32. Momento flector del paño A del semisótano con el Slc.....	77
Figura 33. Fuerza cortante del paño A del semisótano con el Slc	77
Figura 34. Cortante máxima del paño A del semisótano con el Slc	78
Figura 35. Momento flector del paño B del semisótano con el Slc.....	78
Figura 36. Fuerza cortante del paño B del semisótano con el Slc	79
Figura 37. Cortante máxima del paño B del semisótano con el Slc	79
Figura 38. Momento flector del paño C del semisótano con el Slc.....	80
Figura 39. Fuerza cortante del paño C del semisótano con el Slc	80
Figura 40. Momento flector del paño D del semisótano con el Slc.....	81
Figura 41. Fuerza cortante del paño D del semisótano con el Slc	82
Figura 42. Momento flector del paño E del semisótano con el Slc.....	82
Figura 43. Fuerza cortante del paño E del semisótano con el Slc	83
Figura 44. Diagrama de momentos flectores del 1ro al 5to piso con el Slc.....	83
Figura 45. Diagrama de fuerzas cortantes del 1ro al 5to piso con el Slc	84
Figura 46. Momento flector del paño A del 1ro al 5to piso con el Slc.....	84
Figura 47. Fuerza cortante del paño A del 1ro al 5to piso con el Slc	85
Figura 48. Cortante máxima del paño A del 1ro al 5to piso con el Slc	85
Figura 49. Momento flector del paño B del 1ro al 5to piso con el Slc.....	86
Figura 50. Fuerza cortante del paño B del 1ro al 5to piso con el Slc	86
Figura 51. Cortante máxima del paño B del 1ro al 5to piso con el Slc	87
Figura 52. Momento flector del paño C del 1ro al 5to piso con el Slc	87
Figura 53. Fuerza cortante del paño C del 1ro al 5to piso con el Slc	88
Figura 54. Cortante máxima del paño C del 1ro al 5to piso con el Slc.....	88
Figura 55. Momento flector del paño D del 1ro al 5to piso con el Slc	89
Figura 56. Fuerza cortante del paño D del 1ro al 5to piso con el Slc	89
Figura 57. Momento flector del paño E del 1ro al 5to piso con el Slc.....	90
Figura 58. Fuerza cortante del paño E del 1ro al 5to piso con el Slc	91
Figura 59. Momento flector del paño A del semisótano con el Slvp.....	92
Figura 60. Fuerza cortante del paño A del semisótano con el Slvp	93
Figura 61. Cortante máxima del paño A del semisótano con el Slvp	93
Figura 62. Momento flector del paño B del semisótano con el Slvp.....	94
Figura 63. Fuerza cortante del paño B del semisótano con el Slvp	95
Figura 64. Cortante máxima del paño B del semisótano con el Svp.....	95

Figura 65. Cortante que cumple del paño B del semisótano con el Slvp	96
Figura 66. Momento flector del paño C del semisótano con el Slvp.....	96
Figura 67. Fuerza córtante del paño C sel semisótano con el Slvp	97
Figura 68. Momento flector del paño D del semisótano con el Slvp.....	98
Figura 69. Fuerza cortante del paño D del semisótano con el Slvp	99
Figura 70. Momento flector del paño E del semisótano con el Slvp.....	100
Figura 71. Fuerza cortante del paño E del semisótano con el Slvp	101
Figura 72. Diagrama de momentos flectores del 1ro al 5to piso con el Slvp.	102
Figura 73. Diagrama de fuerzas cortantes del 1ro al 5to piso con el Slvp	102
Figura 74. Momento flector del paño A del 1ro al 5to piso con el Slvp.....	102
Figura 75. Fuerza cortante del paño A del 1ro al 5to piso con el Slvp	103
Figura 76. Cortante máxima del paño A del 1ro al 5to piso con el Slvp	104
Figura 77. Cortante que cumple del paño A del 1ro al 5to piso con el Slvp ...	104
Figura 78. Momento flector del paño B del 1ro al 5to piso con el Slvp.....	105
Figura 79. Fuerza cortante del paño B del 1ro al 5to piso con el Slvp	106
Figura 80. Cortante máxima del paño B del 1ro al 5to piso con el Slvp	106
Figura 81. Momento flector del paño C del 1ro al 5to piso con el Slvp	107
Figura 82. Fuerza cortante del paño C del 1ro al 5to piso con el Slvp	108
Figura 83. Cortante máxima del paño C del 1ro al 5to piso con el Slvp.....	108
Figura 84. Cortante que cumple del paño C del 1ro al 5to piso con el Slvp...	109
Figura 85. Momento flector del paño D del 1ro al 5to piso con el Slvp	109
Figura 86. Fuerza cortante del paño D del 1ro al 5to piso con el Slvp	110
Figura 87. Momento flector del paño E del 1ro al 5to piso con el Slvp.....	111
Figura 88. Fuerza cortante del paño E del 1ro al 5to piso con el Slvp	112
Figura 89. Arquitectura de la planta típica.....	113
Figura 90. Definición de las propiedades del concreto.....	114
Figura 91. Definición de las propiedades del acero de refuerzo	115
Figura 92. Estructuración en planta	115
Figura 93. Definición de la sección de viga	116
Figura 94. Definición de la sección de columna	116
Figura 95. Definición de viguetas h=20cm	116
Figura 96. Definición de viguetas h=17cm	117
Figura 97. Definición de losas macizas en volados.....	117

Figura 98. Modelo matemático de la edificación Consell (elementos frame) .	118
Figura 99. Definición de placas de concreto armado	118
Figura 100. Modelamiento matemático de la edificación Consell (elementos Shell).....	119
Figura 101. Modelo estructural del edificio Consell.....	119
Figura 102. Patrones de carga.....	119
Figura 103. Aplicación de cargas en cada una de las viguetas	120
Figura 104. Fuente de masa y excentricidad del centro de masa	120
Figura 105. Diafragma rígido en losas	121
Figura 106. Planta típica del modelo con el Slc (viguetas @0.40m)	121
Figura 107. Modelo de la estructura en 3D con el Slc.....	122
Figura 108. Planta típica del modelo con el Slvp (viguetas @0.50m)	122
Figura 109. Modelo de la estructura en 3D con el Slvp.....	123
Figura 110. Irregularidades de la estructura	124
Figura 111. Comparación de fuerzas laterales sísmicas.....	128
Figura 112. Definición de modos de vibración de estructura	128
Figura 113. Espectro de pseudo aceleraciones	130
Figura 114. Sismo dinámico en la dirección x-x.....	130
Figura 115. Sismo dinámico en la dirección y-y	131
Figura 116. Combinación de cargas para los desplazamientos en x-x	133
Figura 117. Combinación de cargas para los desplazamientos en y-y	133
Figura 118. Modos de vibración 1 y 2 traslacional de la edificación.....	133
Figura 119. Ejemplo de vista de derivas en x-x con el Slvp	134
Figura 120. Comparación de derivas de entrepiso en la dirección x-x e y-y ..	134
Figura 121. Vista del presupuesto total del sistema losa convencional	136
Figura 122. Vista del presupuesto total del sistema losa con viguetas pretensadas	137
Figura 123. Comparación de costos por partida	139

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

R.N.E.	Reglamento Nacional de Edificaciones
R.D.	Resolución Directoral
R.M.	Resolución Ministerial
N.T.	Norma Técnica
Slc	Sistema losa convencional
Slvp	Sistema losa con viguetas pretensadas
h	Altura o peralte
@	Acada
CM	Carga muerta
CV	Carga viva
CU	Carga última
b, bw	Base
M	Momento
As	Área de acero
$\emptyset V_c$	Cortante último
Vu	Cortante máxima
Z	Zona
S	Factor de suelo
T	Periodo
C	Factor de amplificación sísmica
U	Factor de uso
R	Coefficiente de reducción sísmica
$(\Delta i / h_{ei})$	Distorsión de entrepiso

RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema general: ¿Cuáles son los resultados del análisis del sistema losa con viguetas pretensadas frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo?, el objetivo general: Determinar los resultados del análisis del sistema losa con viguetas pretensadas frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo, y la hipótesis general que se verificó es: El análisis del sistema losa con viguetas pretensadas genera resultados más eficientes frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo.

El método general de investigación fue científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel descriptivo – comparativo, el diseño fue no experimental. La población estuvo conformada por 6 edificaciones de características similares ubicadas entre las calles Cajamarca, Ferrocarril, Huancavelica y Real, el tipo de muestreo es no probabilístico habiéndose elegido la edificación multifamiliar Consell de 5 pisos con 1 semisótano.

Se concluyó que el sistema losa con viguetas pretensadas es más eficiente frente al sistema losa convencional, ya que con resultados diferentes en el diseño, nos permite un mejor comportamiento estructural de la edificación y resultando ser más económica.

Palabras claves: Sistema losa con viguetas pretensadas, sistema losa convencional, eficiencia.

ABSTRAT

This research had as a general problem: What are the results of the analysis of the slab system with prestressed joists compared to the conventional slab for the construction Consell, Huancayo ?, the general objective: Determine the results of the analysis of the slab system with pre-stressed joists against the of conventional slab for the building Consell, Huancayo, and the general hypothesis that was verified is: The analysis of the slab system with prestressed beams generates more efficient results compared to conventional slab for building Consell, Huancayo.

The general method of research was the type of research was applied, the comparative descriptive level, the design was non-experimental. The population consisted of 6 buildings of similar characteristics located between the streets Cajamarca, Ferrocarril, Huancavelica and Real, the type of sampling was not probabilistic chosen the multifamily Consell construction of 5 floors with 1 semi-basement.

It was concluded that the system with prestressed joists is more efficient than the conventional system, that with different results in the design, allows us a better structural behavior of the building and it turns out to be more economical.

Keywords: Slab system with prestressed joists, conventional slab system, efficiency.

INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación analiza el sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación multifamiliar Consell, siendo está ubicada en la ciudad de Huancayo, en donde se está apreciando el crecimiento en el sector construcción, es por ello que resulta ser necesario y prudente conocer y analizar sobre nuevos sistemas constructivos para determinar si son ventajosos o no en nuestra realidad.

La tesis contempla los siguientes capítulos:

Capítulo I, se presenta un diagnóstico de la realidad problemática, en donde se fórmula el problema de investigación, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones, las limitaciones y los objetivos planteados.

Capítulo II, se presenta el marco teórico, en donde se muestra los antecedentes, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis planteadas, y se identifica las variables de la investigación.

Capítulo III, se presenta la metodología del trabajo de investigación, en la cual se expone el método de investigación, el tipo de investigación, en nivel de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV, se muestra los resultados obtenidos, estos son guiados por los objetivos específicos y generales.

Capítulo V, se presenta la discusión de resultados, estos están basados en los antecedentes del marco teórico y los resultados de la investigación.

Finalmente se muestran las conclusiones y recomendaciones a las que se llega con el trabajo de investigación. De igual manera se presenta la referencia bibliográfica que se utilizó para realizar la presente investigación, y los anexos en donde se presenta los documentos, planos y cálculos.

Bach. Kelly Lisseth Apaza Rafael

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. El problema de investigación

La ingeniera civil emplea conocimientos de diseño y cálculo, de igual manera implementa nuevas tecnologías para la construcción de edificaciones como son las viviendas, oficinas, locales comerciales, entre otros, a la vez brindando su buena función estructural que proporcione seguridad a la ciudadanía.

En el Perú son muchas las construcciones de edificaciones de concreto armado realizadas sin la supervisión de un ingeniero civil, como ocurre en el caso del sistema losa aligerada, debido a ello se tienen muchas deficiencias en su diseño, proceso constructivo y en su acabado final, trayendo a la larga pérdidas económicas. En las construcciones formales de mayor envergadura un problema fundamental es el de reducir costo, tiempo, y a la vez tener edificaciones de buena calidad.

La ciudad de Huancayo es una de las ciudades que está creciendo económicamente en la zona centro del país, lo que está haciendo que se dinamice y crezca en el sector construcción, pero aun es receloso en la aplicación e innovación de nuevas formas de construcción en edificaciones, distintas a la convencional, ya que aun aplica métodos tradicionales como son las construcciones con losas aligeradas convencionales, estas se

consideran como uno de los elementos más usados en la construcción, los problemas que presenta este método es que si no se tiene el debido cuidado al momento del vaciado de concreto se produce el corrimiento de los ladrillos, esto provoca que no se tengan viguetas con un ancho uniforme, lo mismo ocurre con el vibrado si este no se realiza correctamente y no se tiene un encofrado adecuado se forma cangrejas, así mismo estas losas son diseñadas para un límite luz, obligando así al proyectista usar mayores columnas, usar losas de dos direcciones entre otros métodos. Estos causan mayores gastos, mayor tiempo de ejecución, y mayor mano de obra. De igual manera se conoce que en algunos casos el material que se usa en obra no es de buena calidad y no cumplen con los estándares establecidos en la norma, todo ello genera poca optimización del control de materiales, bajo rendimiento del personal, y por ende poca productividad en obra.

Es por ello que planteamos el sistema de losa con viguetas pretensadas, un sistema innovador para mejorar el sistema constructivo actual, las cuales reemplazan a las viguetas colocadas in situ , permitiendo así ser una buena alternativa de disminución de costos, tiempo, y garantizando un buen y mejor funcionamiento estructural en la edificación.

1.2. Formulación y sistematización del problema

Se puede observar que en los últimos años la ciudad de Huancayo ha estado creciendo en el sector construcción experimentando una evolución de una ciudad tradicional, pero aun es receloso en la aplicación e innovación de nuevas formas de construcción en edificaciones, como es el caso de la construcción de losas aligeradas convencionales, estas losas presentan algunos problemas en su proceso constructivo ya que en algunos casos el material que se usa en obra no es de buena calidad y no cumplen con los estándares establecidos en la norma generando así las cangrejas y fisuras en las losas, lo mismo en su diseño ya que están limitadas respecto

a su luz, obligando así al proyectista usar mayores columnas, usar losas de dos direcciones entre otros métodos estos causan mayores gastos, mayor tiempo de ejecución, y mayor mano de obra.

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son los resultados del análisis del sistema losa con viguetas pretensadas frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell?
- b) ¿Cuál es el comportamiento estructural incorporando el sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional en la edificación Consell?
- c) ¿Cuál es el costo directo del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica o Social

Mediante la integración de procesos innovadores como es el sistema de losa con viguetas pretensadas permitirá obtener un sistema más eficiente, la cual corroborará al bienestar social de la ciudad de Huancayo, brindando así una buena opción para la construcción de losas en edificaciones en las cuales se desea un mejor funcionamiento estructural, a menores costos al menor tiempo y con mejores acabados.

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de conocer las diferencias que existen del sistema de losa con viguetas pretensadas frente al de losa aligerada convencional para identificar cuál de ellas resulta favorable y/o ventajosa tanto a nivel estructural como económica.

1.3.2. Metodológica

La presente investigación servirá como base para otras investigaciones de características similares, ya que desarrolla una metodología de cálculo para edificaciones que deseen comparar el sistema de losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional y determinar cuan beneficioso resulta.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La presente investigación se realizó en el distrito de Huancayo, delimitado por las siguientes calles:

- Por el norte: Jr. Cajamarca
- Por el sur: Av. Ferrocarril
- Por el oeste: Av. Huancavelica
- Por el este: Calle Real

Tomando como muestra a la edificación multifamiliar Consell ubicado en el Jr. Angaraes y pasaje Sebastián Lorente.

1.4.2. Temporal

El proyecto de investigación se realizó en el periodo 2018, en un promedio de 4 meses, el primer mes consta de la elaboración del plan de tesis, y siendo en los siguientes meses la realización de trabajos de campo y gabinete, así como la realización del informe final de tesis.

1.4.3. Económica

Los gastos realizados para la elaboración del presente trabajo de investigación corrieron por financiamiento propio.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Económica

Debido a que el sistema pre-fabricado de losa aligerada con viguetas pretensadas no es muy implementado en la ciudad de Huancayo, se tuvieron limitaciones económicas para realizar viajes continuos a la ciudad donde se usa este tipo de sistema, como es la ciudad de Lima.

De igual manera con el estudio de suelos, debido a que en la ciudad de Huancayo no se cuenta con laboratorios certificados por INACAL, se tuvo limitación económica para la realización de viaje hasta la ciudad de Lima en donde se cuenta con dichos laboratorios. Optando así por un laboratorio en Huancayo, considerando que dicho resultado servirá tan solo como dato para el análisis del comportamiento estructural del proyecto.

1.5.2. Tecnológica

Debido a que en la ciudad de Huancayo no se cuenta con alguna empresa proveedora del sistema pre-fabricado de losa aligerada con viguetas pretensadas, se tuvieron limitaciones en la obtención de información que agilizen la realización de la presente tesis.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar los resultados del análisis del sistema losa con viguetas pretensadas frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo.

1.6.2. Objetivo específico

- a) Determinar los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell.
- b) Analizar el comportamiento estructural incorporando el sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional en la edificación Consell.
- c) Calcular el costo directo del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Reseña histórica

Losa aligerada, llega con el concreto armado en el siglo XIX en Europa, la idea de utilizar hormigón reforzado con armadura surge de un cierto número de personas. François Coignet obtiene la primera patente de techos de hormigón con armadura formada por barras de hierro cruzado. Mientras que a François Hennebique, tres son las patentes que se le conceden, una de ellas trata de una losa de forjado aligerada y data de 1894. Además, Hennebique desarrolla por primera vez un sistema integral de construcción, en el que plantea un sistema completo, es decir, una forma constructiva autónoma desde la cimentación hasta la cubierta. (Nistal, Retana, & Ruiz, 2012) (1)

Losa aligerada, este se inicia en el Perú con la llegada del concreto armado en 1910 (aproximadamente). A inicios del siglo xx, los entresijos y techos eran construidos con viguetas de madera, excepto las bóvedas o cúpulas que podían ser de madera, ladrillo o piedra. Con la llegada del cemento se inician edificaciones de concreto armado, cambiándose el concepto del diseño arquitectónico y estructural. Las primeras edificaciones se realizan

bajo el concepto de pórticos principales en una sola dirección, en estos ejes se apoyaban losas macizas armadas en una dirección o aligerados con viguetas en una dirección, no existía el criterio de colocar vigas en la dirección secundaria, ni peraltadas ni chatas, excepto en casos especiales, los conocimientos sísmicos eran prácticamente inexistentes. En los años 1966, 1970 y 1974 se producen sismos importantes, ocasionando gran destrucción en las edificaciones de adobe, pero también fallas importantes en las edificaciones de concreto armado. La década de los años 70 representa la primera transformación en la concepción estructural y el diseño de edificaciones de concreto armado. (Blanco, 2013) (2)

Internacionales

Sacoto, (2016), realizó la investigación: *Elementos prefabricados-pretensados de montaje manual para techos y entresijos de la vivienda social*, para la Facultad de ingeniería de la Universidad de Cuenca - Ecuador, sostuvo que:

Al comparar la solución propuesta respecto a la tradicional se concluye que la vigueta-bovedilla resulta factible de aplicar en los proyectos de vivienda social contribuyendo a mejorar el proceso constructivo usado. La propuesta vigueta-bovedilla se ejecuta en menos tiempo comparado a la construcción tradicional, siendo ventajosa para aplicar en proyectos estatales de Vivienda Social, por lo tanto mejora la relación estado-ciudadanos que contribuye a mejorar la calidad de vida de los beneficiarios y por ende al progreso de la ciudad y país. La solución constructiva vigueta-bovedilla, desplaza al bloque de mampostería como elemento aligerante de las losas, además reduce el uso de encofrados y apuntalamientos, logrando así ahorro de dinero y tiempo de ejecución en los proyectos. Se ha identificado que el uso de tecnologías prefabricados establece mayor volumen de producción diaria, que disminuye en la planificación de los proyectos la incertidumbre respecto al tiempo de ejecución. (Sacoto, 2016) (3)

Iza, (2015), realizó la investigación: *La incidencia de viguetas pretensadas en el comportamiento estructural de edificaciones de grandes luces*, para la Facultad de ingeniería civil y mecánica de la Universidad Técnica de Ambato - Ecuador, sostuvo que:

La mano de obra se requiere únicamente en el izado, colocado y al hormigonado de la carpeta, esto genera ahorro de tiempo y mano de obra la cual es significativo en obras de envergadura, además que las viguetas son elaboradas en fabrica en condiciones estables y con anticipación, permite que la construcción sea menos dependiente de las condiciones climáticas. Forman una estructura mucho más rígida y un mejor comportamiento respecto a cargas laterales. Las ventajas que se logran con el uso de viguetas pretensadas en una losa de gran envergadura, es de que en las plantas donde se realiza tienen un buen control de calidad en los materiales utilizados, de igual manera con la mano de obra, obteniéndose elementos de mejor calidad y menor costo que los construidos en obra y el izado y colocado de los elementos se hace en menos tiempo, con poca mano de obra y no requiere encofrados. (Iza, 2015) (4)

Reyes, (2013), realizó la investigación: *Análisis comparativo de costos entre losa prefabricada vigueta bovedilla, losacero y losa nervada con material de relleno; para la construcción de viviendas en la República de Guatemala*, para Facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, sostuvo que:

El sistema que presenta menor costo es el de losa-acero, seguido por la losa nervada y el de losa de vigueta y bovedilla, teniendo presente que conforme aumenta al área de la losa comparada, la ventaja del costo del sistema losa-acero disminuyó. Dicha característica es una de las más importantes a la hora de ejecutar un proyecto, y tal comparación puede servir para tomar decisiones. Además de considerar las otras características de los distintos sistemas como lo son: el diseño, el tiempo y

disponibilidad. Existen ventajas y desventajas en los sistemas analizados en el presente trabajo, las cuales servirán para elegir el sistema adecuado a la hora de su implementación en el mercado constructivo guatemalteco. Una de estas es la mano de obra, debido a que para cada sistema se tiene que tener el conocimiento para su implementación. Ya que cada uno presenta características diferentes que tienen que ser conocidas a la hora de su montaje y no cometer errores. (Reyes, 2013) (5)

Nacionales

Percca, (2015), realizó la investigación: *Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto "Tottus Guipor"*, para la Facultad de ingeniería civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, sostuvo que:

En un proyecto de construcción la aplicación del sistema de elementos prefabricados de concreto tiene beneficios y ventajas frente a la obra convencional, vaciada in situ; sin embargo nuestra sociedad aún es escéptica frente a nuevos modelos o al cambio e innovación de sistemas constructivos. Se tiene flexibilidad en el diseño: debido a su capacidad de carga superior, se puede tener luces mucho mayores que permitirán interiores más libres. A esto sumarle que dichos sistemas son realizados en planta con controles necesarios a lo largo de su producción generando así la confianza en el cliente respecto a la calidad que representa; por otro lado en el diseño, se puede garantizar conexiones sísmicas adecuadas y funcionales, debido a que a través de programas de investigación se ha demostrado que soportan eventos sísmicos de una manera igual o superior a la obra vaciada in situ. Los sistemas prefabricados de concreto tienen mínimas o inexistentes errores en la calidad de obra comparadas con las vaciadas in situ. En cuanto a los materiales y desperdicios como parte de la gestión de costos, es mucho más exacta y controlada, pues se tienen índices más de diez veces menores de desperdicios en la planta de prefabricados de concreto que los que genera la obra in situ, esto logra

además una construcción mucho más sostenible y medioambientalmente amigable. Con el fin de lograr una ingeniería concurrente se hace interesante la posibilidad de aplicar dichos sistemas al modelamiento virtual, evaluando y solucionando los riesgos antes que se presenten en obra, desde la etapa de diseño. (Percca, 2015) (6)

Verdi, (2016), realizó la investigación: *Evaluación del comportamiento estructural con la incorporación de viguetas de acero en el edificio de aulas de la I.E.P. "Euclides", Pillco Marca – Huánuco 2016*, para la Escuela de post grado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, sostuvo que:

Sabiendo que el periodo máximo es la décima parte del número de pisos de la edificación, es decir 0.6 segundos, se verificarón los periodos máximos siendo estos de 0.47 y 0.46 segundos para cada sistema. Resultando que el sistema estructural que usa viguetas de acero tiene menos periodo, lo que significa que se deformara menos con respecto al sistema convencional. Se observó que los desplazamientos y derivas máximos generados por el sismo en el último piso de cada edificación, son menores en el sistema estructural de losas aligeradas con viguetas de acero a comparación con el sistema estructural de concreto armado. Esto se produce por la significativa diferencia de masas y nivel de rigidez que hay entre ambos sistemas. Se obtuvieron los pesos de 3666,97 ton para el sistema estructural de concreto armado y 3542,32 ton para el sistema estructural con viguetas de acero, siendo este último la alternativa más óptima en cuanto al peso y al comportamiento estructural ya que reduce la cortante basal. (Verdi, 2016) (7)

Rivera, (2017), realizó la investigación: *Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo 2016*, para la Facultad de ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, sostuvo que:

El sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero representa una buena alternativa por los resultados obtenidos, que contribuyen de a la construcción de losas de entrepiso de una edificación de 6 pisos, comparado al uso del sistema convencional de losa aligerada. El peso/m² se reduce hasta un 42.86% del peso propio de los entresijos de la edificación ya que el sistema pre-fabricada de losa aligerada vigacero está integrada por viguetas y casetón EPS. Además, dicho sistema propone amplificar la resistencia de la vigueta por metro lineal en un 70.27% por la óptima cantidad de refuerzo, esto permite un mejor comportamiento ante cargas de servicio. El sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero de los resultados obtenidos reduce el costo directo en un 9.55%, que representa s/. 22,153.79 para la edificación de 6 pisos. Esto se debe a la reducción potencial del 88.68% del costo de encofrado, en el concreto pre-mezclado del 29.07% y la reducción del 49.77% en el costo de mano de obra. Una de las ventajas del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero es reducir los tiempos de montaje agilizando los procesos de trabajo, mejorando el rendimiento de mano de obra, anulando los tiempos muertos. De manera general entonces se reduce el tiempo de ejecución del entrepiso en 27 días esto debido a que es un sistema auto soportante que no requiere encofrado. (Rivera, 2017) (8)

Gutiérrez, (2009), realizó la investigación: *Análisis comparativo del proceso constructivo de losas aligeradas utilizando viguetas prefabricadas Firth, viguetas armadas todo cemento y viguetas vaciadas en obra*, para la Facultad de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, sostuvo que:

Al realizar el análisis de los tres sistemas, se ha logrado obtener información de cada proceso constructivo, y se han determinado rendimientos y costos permitiendo la comparación entre dichos sistemas, de las cuales se pueden concluir que las viguetas prefabricadas presentan menor tiempo de construcción, disminuyendo costos en los encofrados, generando ahorro en los materiales, menos mano de obra y gastos

financieros. Así mismo la losa con viguetas prefabricadas es más liviano reduciendo el peso entre 15 y 40 kg, logrando una resistencia igual o mayor que la losa convencional. Reduce el costo en la cantidad de concreto aproximadamente entre 22% y 29%. Existe también bajo costo en la fabricación de estos sistemas prefabricados, además ofrece seguridad y calidad que cumplen las normas y tienen controles más estrictos en su procedimiento de fabricación. Las viguetas y bovedillas son elementos que fácilmente se transportan, acomodan y colocar, debido a que son productos prefabricados, y ya que las bovedillas encajan exactamente con las viguetas logra un vaciado sin movimiento de estas. El proceso constructivo con viguetas prefabricadas es más sencillo. (Gutiérrez, 2009) (9)

Meini, (2016), realizó el expediente técnico, *Edificio Multifamiliar Hera ubicado en la Av. Via Lactea Mz. D, Lte 67 Santiago de Surco - Lima*, para la empresa Armas Doomo, 2016, contiene que:

El proyecto consta de un edificio multifamiliar de 05 pisos con un sótano ubicado en el distrito de Santiago de Surco, en la provincia de Lima, con un área de 2513.58 m² y perímetro de 228.53 metros, diseñado con el sistema de losa con viguetas pretensadas cuyos resultados presenta las siguientes características, una altura de losa o peralte de 20 cm con separación de viguetas a cada 50, utilizando como material aligerante bandeja de concreto más bloque de poliestireno, con distribución de aceros negativos con barras de 3/8" y de 1/2", con viguetas pretensadas de las series V-101, V-102, V-103 y V-104. El proyecto esta valorizado por s/.1,965,089.25. A nivel arquitectónico la primera planta tiene fines de cochera, la segunda planta con fines de cochera, área verde (jardines) y con distribución de departamentos, la tercera planta hasta el 5to nivel presentan plantas típicas de departamentos. (Meini, 2016) (10)

2.2. Marco conceptual

Teorías de la investigación

Innovación tecnológica

Los procesos constructivos innovadores van de la mano con la tecnología; cabe recordar que el nivel en que se apliquen dichas innovaciones dependerá de diversos factores como el incremento de la calidad en la obra, costos de construcción y reducción de tiempo, mejoras en la eficiencia, entre otros. La capacidad de inversión y el mercado existente se relacionan con el nivel en que se debe aplicar la innovación. Por lo general, mientras mayor sea la innovación en una obra reemplazando estos a la construcción tradicional, mayor será la inversión inicial, pero mayores serán también los beneficios que se puedan obtener de ella.

Niveles de innovación tecnológica

- Construcción in situ tradicional: Como su nombre lo dice este nivel tiene cero innovación tecnológica sin ninguna inversión en ello. Este tipo de técnica demandan una gran cantidad de mano de obra.
- Construcción in situ optimizada: Mediante una mejor planificación, mejor sistema de control de avance y de los costos se busca reducir los tiempos muertos para incrementar la productividad. Así mismo son importantes el diseño de los procesos constructivo y la optimización del número de cuadrillas en la construcción in situ.
- Construcción in situ tecnificada: Para mejorar la productividad, reducción de tiempos y costos, se incorporan grados de tecnificación al proceso constructivo tradicional, como son la utilización de maquinaria y equipo liviano, entre otros.
- Construcción prefabricada parcialmente in situ: Consta de métodos de prefabricación que son incluidos en el contexto de la construcción in situ. Lo que genera menor inversión a comparación de ser realizada en una fábrica.

- Técnicas de prefabricación efectuadas parcialmente en fábrica: En este nivel los elementos prefabricados son elaborados en una fábrica, para luego ser transportados y colocados en la construcción in situ. Mayormente estos elementos son de bajo peso para su fácil manipulación y traslado.
- Técnicas de prefabricación efectuadas ampliamente en fábrica: En este procedimiento constructivo se busca minimizar los trabajos realizados in situ. Esta técnica es realizada en fábrica que generan serie de elementos de gran envergadura. Se debe tener en cuenta el transporte y el izaje de dichos elementos debido a sus dimensiones y peso. (Paye, Peña, & Franco, 2014) (11)

La teoría elástica

Su propósito es describir el comportamiento del sólido deformable desde el punto de vista macroscópico propio de la mecánica de los medios continuos. Para describir el comportamiento del sólido, el modelo matemático puede tener geometría y cargas cualesquiera, los desplazamientos de los puntos del sólido son las incógnitas fundamentales. Desde el punto de vista práctico, resulta importante además predecir si el sólido se romperá (o si su comportamiento se alejará significativamente de las hipótesis del modelo matemático). Finalmente, se realizará el diseño del sólido resistente, el cual resulte ser económico, o conveniente en algún otro sentido, manteniéndose las características funcionales requeridas.

La Resistencia de Materiales se ocupa del estudio de los sólidos deformables, con los mismos propósitos que la Teoría de la Elasticidad y bajo las mismas hipótesis generales.

Cabe destacar las aportaciones fundamentales de A.L. Cauchy (1789-1857) y de L.M.H. Navier (1785-1836) para el establecimiento de los principios básicos de la Teoría de la Elasticidad. Sobre esas mismas bases se han desarrollado técnicas matemáticas para estudiar nuevos y cada vez más problemas complejos, como son el comportamiento de materiales para

construcción y de materiales especiales, el contacto entre sólidos, la propagación de grietas, y la interacción de un sólido elástico con un fluido circundante, el acoplamiento de fenómenos elásticos y térmicos, entre otros muchos. El considerar o no diversos efectos (dinámicos, temperatura, entre otros), o de diversas hipótesis (respecto al tipo de respuesta del material sometido a cargas, de la magnitud de los movimientos y de los cambios de forma, entre otros), lleva a complejidades o simplificaciones en el modelo matemático. (Caño, 2018) (12)

Mecánica estructural

Es la base teórica de la Ingeniería Estructural que tiene por objeto la investigación de las mejores dimensiones y formas que se han de dar a los elementos de una construcción para darle resistencia a las acciones que la solicitan así mismo obtener el resultado más económico posible. Es una teoría de los cuerpos deformables aplicada sobre todo a las estructuras y cuyo carácter técnico contrasta con el carácter matemático de la Mecánica de Sólidos o de forma general la Mecánica de los Medios Continuos. En sus planteamientos utiliza todas las nociones de la estática, pero puede decirse que son las 5 nociones de equilibrio que utiliza de forma constante. Una estructura de forma esquemática, puede ser analizada planteando, solamente, tres conjuntos de ecuaciones:

- Las ecuaciones de la estática, estas aseguran el equilibrio de la estructura y cualquiera de sus partes.
- Las ecuaciones geométricas, estas aseguran que antes y después de la deformación todas las partes de la estructura permanecen juntas.
- Las ecuaciones en las que, se establece la relación entre las deformaciones en los elementos de la estructura y las cargas aplicadas, utilizando las propiedades del material.

La Mecánica Estructural es por excelencia una ciencia de los ingenieros, su carácter aproximado para llegar a resultados numéricos con un valor práctico, suficientemente satisfactorio, requiere la intervención del juicio

ingenieril. Considerada una disciplina de enorme interés en todas las ramas de la ingeniería. (Torroja, 2018) (13)

Normatividad

Reglamento Nacional de Edificaciones, E. 020 Cargas, 2006.

La presente norma nos menciona las cargas que actúan en las edificaciones (cargas vivas, cargas muertas y otras cargas). Estas y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de su uso previsto. Estas actuarán en las combinaciones prescritas y no causarán esfuerzos que excedan los admisibles señalados para cada material estructural en su norma de diseño específica. En ningún caso las cargas asumidas serán menores que los valores mínimos establecidos en esta Norma. (Cargas, 2006) (14)

Reglamento Nacional de Edificaciones, E. 030 Diseño Sismorresistente, 2016

El Perú se encuentra en una zona sísmica, es por ello que la presente norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los Principios del Diseño Sismorresistente.

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

Todo ello basados en las solicitaciones sísmicas prescritas en esta norma, recordando que el territorio nacional está dividido en cuatro zonas y que las edificaciones están categorizadas y clasificadas en un sistema estructural, éstas servirán de partida para la aplicación de la norma. (Diseño sismorresistente, 2016) (15)

Reglamento Nacional de Edificaciones, E. 060 Concreto Armado, 2009

Esta Norma contiene los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de

estructuras de concreto simple o armado. Cabe indicar que los planos y las especificaciones técnicas de un proyecto estructural deberán cumplir con esta Norma. La presente norma trabaja con las normas E.020 Cargas y E.030 Diseño sismorresistente. En el caso que se tuviera discrepancias se tiene como prioridad a esta norma. (Concreto Armado, 2009) (16)

N.T. Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas, R.D. N° 073-2010/Vivienda/VMCS-DNC, 2010

Uno de los objetivos de la presente norma es dar la estandarización, es decir que todos estemos de acuerdo cuando hablamos de una determinada partida y que estemos conscientes de que involucra como se debe metrar y que unidad de medición se debe usar. La Norma Técnica de Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas es de aplicación obligatoria en la elaboración de los Expedientes Técnicos para Obras de Edificación y para Habilitaciones Urbanas en todo el territorio nacional. (N.T. Metrado para obras de edificación y habilitaciones urbanas, 2010) (17)

Manual de Viguetas Techomax o Firth, certificado por el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento con la R.M. N° 331-2005-VIVIENDA, 2005

El manual contiene los parámetros para el diseño del sistema, así mismo contiene las especificaciones técnicas de los materiales que lo conforman, el proceso constructivo y detalles de este sistema de viguetas pretensadas techomax o firth, cuyo fin es reducir los costos que se tendrían comparados con la construcción de una losa aligerada tradicional y a demás optimizar los tiempos y calidad de la construcción. Recordando que la losa es un elemento de gran importancia porque transmite las cargas de gravedad hacia las vigas y asegura que la estructura se desplace uniformemente ante las solicitaciones sísmicas (diafragma rígido), lo cual es posible gracias a la adherencia mecánica existente entre la vigueta y la losa vaciada in situ. (Manual de Viguetas Techomax o Firth, 2005) (18)

2.3. Definición de términos

Sistema

Es un conjunto de componentes o partes, estos son organizados y relacionados, que trabajan juntos para lograr un objetivo. Estos sistemas reciben datos, energía o materia del ambiente (entrada) y proveen información, resultados, energía o materia (salida). (Alegsa, 2018) (19)

Losa

Es el elemento estructural de espesor reducido, usado como techo o piso, mayormente es horizontal y es armado según el tipo de apoyo existente en su contorno en una o dos direcciones. Es usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo. (Concreto Armado, 2009) (16)

Losa aligerada

Es la losa que está constituida por viguetas de concreto armado (fierro + concreto) y elementos livianos de relleno como el ladrillo hueco, tecnopor, entre otros. Las viguetas se unen por una capa superior de concreto conformada por lo menos de 5 cm. Los elementos de relleno sirven para aligerar la losa y conseguir una superficie uniforme en el cielo raso. La losa aligera puede apoyarse sobre vigas estructurales, muros portantes y/o muros de concreto armado. (UNACEM, 2018) (20)

Vigueta

Una vigueta es parte de un sistema estructural que constituye una losa de entre piso, esta puede ser de madera, hierro o de hormigón, su función es absorber los esfuerzos de flexión; el sentido y la forma en que es colocada permite transmitir las cargas recibidas hacia la estructura del edificio, para luego ser trasmitidas a las cimentaciones. (Concrettec, 2018) (21)

Viguetas pretensadas

Es un elemento prismático de concreto realizado en planta para la construcción de losas aligeradas, sometido a tensiones de precompresión aplicadas por medio de su armadura de acero para pretensado, tensada antes de la colocación del concreto y que posteriormente al destensar esta queda adherida con el concreto que previamente ha alcanzado la resistencia correspondiente. (Construpedia, 2018) (22)

Edificación

Obra de carácter permanente, cuyo fin es albergar actividades humanas. Comprende todas las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella. (Definiciones, 2016) (23)

Diseño

El diseño es el resultado final de un proceso para la búsqueda de una solución. Es decir, el diseño consiste en una visión representada en forma gráfica de una obra futura. De esta forma, el diseño está plasmado en dibujos, bocetos o esquemas trazados en cualquier soporte. Este acto de diseñar requiere que cumplan los requisitos funcionales y estéticos, que a su vez necesitan de investigación, análisis, modelado y adaptaciones hasta la producción del objeto. (EcuRed, 2018) (24)

Análisis estructural

El análisis estructural es el proceso mediante el cual el Ingeniero estructural determina el comportamiento de las estructuras, las cuales fueron sometidas a las cargas muertas, las cargas vivas, los efectos sísmicos, entre otras. Esta respuesta mayormente se centra en determinar las fuerzas, esfuerzos, momentos, desplazamientos y deformaciones en toda o parte de la estructura. Para la realización del análisis se debe seleccionar el sistema estructural, definir su geometría, materiales, evaluar las cargas actuantes, y precisar el proceso constructivo, utilizando las teorías de la mecánica estructural. Para así establecer un modelo matemático que

prediga de manera adecuada el comportamiento real de la estructura.(Teheran, 2018) (25)

Elemento prefabricado

Es un componente de la edificación fabricado fuera de la obra. (Definiciones, 2016) (23)

Eficiencia

Se trata de la capacidad de alcanzar un objetivo predeterminado con el uso de recursos con que se cuenta. En donde a mayor eficiencia menor la cantidad de recursos, alcanzando mejor optimización y rendimiento. (Alegsa, 2018) (19)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El análisis del sistema losa con viguetas pretensadas genera resultados más eficientes frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) Los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell son variables.
- b) El comportamiento estructural incorporando el sistema losa con viguetas pretensadas es más eficiente frente al sistema losa convencional, en la edificación Consell.
- c) El sistema losa con viguetas pretensadas es más eficiente económicamente frente al sistema de losa aligerada convencional para la edificación Consell.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

V1: Sistema losa con viguetas pretensadas:

Es un sistema constructivo compuesto por viguetas prefabricadas pretensadas, material aligerante (bovedillas) y losa de concreto vaciada in situ. Este sistema es diseñado para todo tipo de losas aligeradas como las losas de vivienda unifamiliares, multifamiliares y oficinas. Reduciendo el peso estructural y generando un proceso constructivo más rápido, fácil y económico. (Concremax, 2018) (26)

V2: Sistema losa aligerada convencional:

Son en esencia losas nervadas, la diferencia es que en el espacio existente entre las viguetas es colocado un ladrillo aligerado. El encofrado de estas losas está conformado por tablas de madera colocadas exactamente por debajo de las viguetas a vaciar de concreto, sobresaliendo en su ancho 2.5 cm como mínimo a cada lado, esto permite que los ladrillos ubicados entre las viguetas se apoyen. (Blanco, 1994) (27)

2.5.2. Definición operacional de la variable

V1: Sistema losa con viguetas pretensadas:

Este sistema es diseñado con viguetas prefabricadas, acero negativo, material aligerante y concreto vaciado in situ. Cuyo peso por metro cuadrado es menor, logrando así modificaciones en el comportamiento estructural de la edificación, así mismo es un sistema que busca ser más económica frente al sistema losa convencional.

V2: Sistema losa aligerada convencional:

Este sistema es diseñado con viguetas de ancho de 10 cm, con aceros positivos y negativos (previamente calculados) y concreto, ambos materiales colocados in situ, de igual manera cuenta con material aligerante

en su mayoría ladrillos de arcilla. Este sistema trabaja como elemento rígido en el comportamiento estructural de la edificación. Cuyo costo no es elevado, esto debido al material aligerante que reduce el consumo de concreto y acero.

2.5.3. Operacionalización de los variables

Tabla 1:
Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Sistema losa con viguetas pretensadas	Es un sistema constructivo compuesto por viguetas prefabricadas pretensadas, material aligerante (bovedillas) y losa de concreto vaciada in situ. Este sistema es diseñado para todo tipo de losas aligeradas como las losas de vivienda unifamiliares, multifamiliares y oficinas. Reduciendo el peso estructural y generando un proceso constructivo más rápido, fácil y económico.	Diseño	Altura de losa aligerada
			Separación de viguetas
			Momentos y cortantes
			Aceros negativos y viguetas pretensadas
		Comportamiento estructural de la edificación con el sistema	Parámetros sísmicos
			Cortante basal
			Deriva de entrepiso
		Costo del sistema	Metrados
			Análisis de costos unitarios
Presupuesto total			
Sistema losa convencional	Son en esencia losas nervadas, la diferencia es que en el espacio existente entre las viguetas es colocado un ladrillo aligerado. El encofrado de estas losas está conformado por tablas de madera colocadas exactamente por debajo de las viguetas a vaciar de concreto, sobresaliendo en su ancho 2.5 cm como mínimo a cada lado, esto permite que los ladrillos ubicados entre las viguetas se apoyen.	Diseño	Altura de losa aligerada
			Separación de viguetas
			Momentos y cortantes
			Aceros positivos y negativos
		Comportamiento estructural de la edificación con el sistema	Parámetros sísmicos
			Cortante basal
			Deriva de entrepiso
		Costo del sistema	Metrados
			Análisis de costos unitarios
Presupuesto total			

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

El método general de la investigación es el método científico, ya que se busca dar respuesta a las interrogantes planteadas, mediante la realización de una serie de pasos estructurados, que nos permitió obtener los resultados que son sometidos a un proceso de análisis e interpretación, la cual nos lleva a comparar el sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada en cuanto a su finalidad porque busca conocer la eficiencia entre el sistema losa con viguetas pretensadas y el sistema losa aligerada convencional aplicando conocimientos adquiridos. Y según el énfasis de manejo de datos es cualitativo respecto a los resultados del diseño de losa de cada sistema, y cuantitativo respecto a los resultados del comportamiento estructural de la edificación con la incorporación de ambos sistemas y la evaluación de los costos para determinar qué sistema es más económico.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación de la presente tesis es descriptivo – comparativo, ya que nos permitió conocer los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas y del sistema losa convencional, conocer el comportamiento estructural de la edificación una vez incorporado ambos sistemas, así mismo determinar los costos que tendrá cada sistema, para finalmente comparar, diferenciar y determinar cual de ellos es más eficiente.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental con el manejo de datos transversal, ya que se realizó el trabajo sin alterar alguna variable, así mismo se realizó el diseño, comportamiento estructural de la edificación y evaluación económica del sistema losa con viguetas pretensadas y del sistema losa aligerada convencional en un momento dado.

3.5. Población y muestra

Población:

Todas las edificaciones de 5 pisos con 1 semisótano que se encuentren entre las calles Jr. Cajamarca, Av. Ferrocarril, Av. Huancavelica y Calle Real del distrito de Huancayo, la cual está conformada por 6 edificaciones.

Muestra:

La muestra del presente trabajo de investigación es de muestreo no probabilístico, dirigida o intencionado, habiéndose elegido realizar el análisis del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación multifamiliar Consell de 5 pisos con 1 semisótano ubicado en el Jr. Angaraes y pasaje Sebastián Lorente con la dirección N°481, en el distrito de Huancayo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

- **Análisis documental:**

Con el fin de lograr los objetivos planteados se recopiló información relacionada sobre el sistema losa aligerada convencional y sobre el sistema losa aligerada con viguetas pretensadas, de fuentes como libros, tesis, manuales, revistas, páginas web entre otras. Ya que esto nos proporcionaron datos muy valiosos para el desarrollo de la presente tesis.

- **Procesamiento de datos:**

Se procesaron los datos de ambos sistemas en hojas de cálculo y en programas, tanto para el diseño de losas, comportamiento estructural de la edificación y para la obtención de los costos, para luego obtener los resultados, los cuales fueron analizados, evaluados y ordenados, y finalmente obtener la información que nos es útil.

- **Observación directa:**

Nos permite observar las diferencias que existe entre los resultados en el diseño, en el comportamiento estructural de la edificación y los costos del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional, para finalmente determinar que sistema es más eficiente.

Instrumentos

Hoja de cálculo Excel:

Se hizo uso de diversas hojas de cálculo que nos permitieron obtener información para alcanzar los objetivos planteados.

estructural tanto estático como dinámico, y obtener los resultados que fueron comparados.

Programa S10:

Para el cálculo del costo que genera cada sistema de losa, se hizo uso del programa S10, el cual nos permite realizar el análisis de costos unitarios por partida que involucran o corresponde a cada sistema, ingresar los datos de metrados y los precios cotizados, para finalmente obtener el presupuesto, dichos resultados son comparados para determinar la eficiencia económica de un sistema respecto al otro.

3.7. Procesamiento de la información

3.7.1. Fase de precampo – planificación

Ubicación de la edificación:

Se realizó la ubicación del proyecto de la edificación multifamiliar Consell en programa Google earth la cual se encuentra ubicado en el Jr. Angaraes y pasaje Sebastián Lorente en el distrito de Huancayo.



Figura 3. Vista de la ubicación del proyecto
Fuente: Google earth

Recolección de información:

Ya que el sistema de losa con viguetas pretensadas no es un tema muy conocido en el distrito de Huancayo, se realizó el análisis del proyecto de edificación multifamiliar Consell incorporando este sistema y comparándolo con la losa convencional. Es por ello que se realizó la recopilación a través de revisiones bibliográficas, tesis, manuales, documentos, videos entre otros. Para asegurar la confiabilidad, validez y objetividad de la información que conforma cada sistema y así armar una estructura de información del tema investigativo.

Solicitud de planos arquitectónicos:

Para el desarrollo de la investigación se necesitaron como base los planos arquitectónicos del proyecto de edificación multifamiliar Consell, para realizar el diseño de las losas y el modelamiento de la estructura, las cuales nos ayudaron para el análisis comparativo.



Figura 4. Vista de la edificación multifamiliar Consell
Fuente: Planos de arquitectura

3.7.2. Fase de campo – recolección de datos

Estudio de suelos:

Para el análisis del comportamiento estructural de la edificación incorporando ambos sistemas de losa, se realizó un estudio de suelos, para conocer la capacidad admisible del terreno y definir el perfil del suelo. Que

nos permitirá conocer el factor de amplificación del suelo y los periodos dados en la tabla N°3 y N°4 de la Norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones.



Figura 5: Vista de calicata

Cotizaciones:

De igual manera para la elaboración del presupuesto para ambos sistemas de losa, se realizó cotizaciones en la ciudad de Huancayo y en la ciudad de Lima, este último debido a que las viguetas pretensadas y bovedillas no son comerciales aún en la ciudad de Huancayo, todo esto para un mejor presupuesto basado en nuestra realidad.



Figura 6. Visita a la empresa Concremax

3.7.3. Fase de gabinete – procesamiento de datos

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron normas, manual, fórmulas y programas con lo cual se desarrollaron los siguientes pasos:

Diseño de las losas aligeradas:

Predimensionamiento:

- **Losas aligeradas convencionales**

El predimensionamiento utilizado para determinar el espesor de la losa aligerada es dividir entre 25 la luz libre:

$$h \geq Ln/25$$

De este modo se tendrán losas de 17, 20, 25, 30 y hasta 40 cm de espesor, el ladrillo en estos casos medirá 12, 15, 20 y 25 cm de altura.

- **Losas aligeradas con viguetas pretensadas**

El predimensionamiento del aligerado con viguetas pretensadas se realiza aplicando las recomendaciones del manual de “Sistemas de Losas Aligeradas con Viguetas Pretensadas Techomax” o antiguamente llamado Firth, en el cual, nos indica una tabla de luces máximas para cada serie pretensada y alturas de losa recomendada.

Tabla 2:
Luces máximas para cada serie pretensada

Serie de vigueta	Luz máxima (m)
V-101	5.5
V-102	6.5
V-103	7.5
V-104	7.5
V-105	8.5

Nota. Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

Tabla 3:
Alturas de losa recomendadas para entrepiso

Luces (m)	0 - 5.10	5.10 - 6.00	6.00 - 7.50	7.50 - 8.50
Altura de losa	17@60	20@50	25@50	30@50

Nota. Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

Tabla 4:
Alturas de losa recomendadas para azoteas

Luces (m)	0 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 8.00	8.00 - 8.50
Altura de losa	17@60	20@50	25@50	30@50

Nota. Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

Y de acuerdo a las combinaciones de peraltes y espaciamientos que muestra el manual con bovedilla de arcilla, se permite lo siguiente:

Tabla 5:
Combinaciones de peraltes y espaciamientos

Peralte	Espaciamiento	Series
17 cm	@50	V101,V102,V103,V104,V105
20, 25, 30 cm	@50	V101,V102,V103,V104,V105

Nota. Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

Modelamiento en el programa SAP:

Para el análisis estructural, se tomó en consideración los valores obtenidos del predimensionamiento como sección inicial, se usa material de concreto con $f'c$ de 210 kg/cm², y el metrado de cargas respectivo por ancho tributario, nos referimos tanto a la carga viva como a la carga muerta. Se realizó el modelo estructural de acuerdo a las características de una losa aligerada convencional y la losa aligerada con viguetas pretensadas.

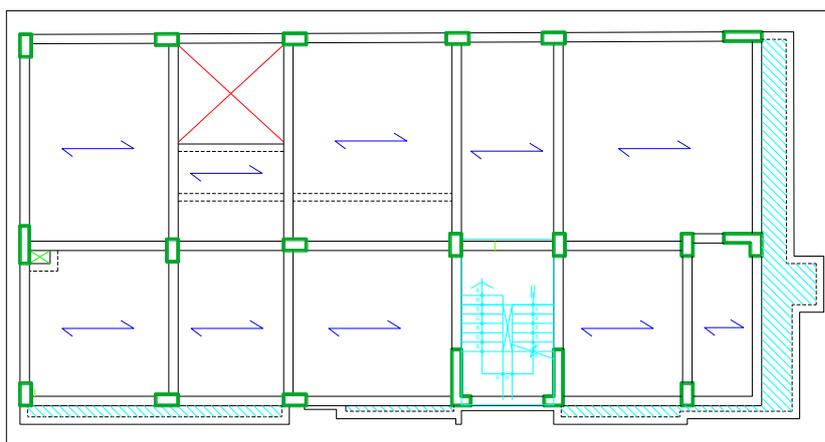


Figura 7. Vista en planta de la losa de la edificación Consell

Para el diseño de losas aligeradas, se utilizan solo cargas de gravedad por lo tanto procedemos a utilizar la siguiente combinación:

$$CU=1.4CM+1.7CV$$

- **Alternancia de cargas**

Es conveniente considerar para el análisis de losas la alternancia de cargas vivas, ya que es una situación real en una estructura, la cual genera mayores momentos en los cálculos, para ello se considera:

- Tramos cargados de dos a dos para obtener momentos máximos negativos en los apoyos intermedios a ellos.
 - Tramos alternados cargados con carga viva (uno sí, el siguiente no y así sucesivamente), para así obtener momentos máximos positivos en los tramos cargados.
- (Blanco, 1994) (27)

Esto se define en el modelo del software permitiendo obtener cargas mayoradas.

Diseño de losas:

- **Losa aligerada convencional**

Luego se procede a calcular aceros, estos basados en los momentos positivos y negativos que nos proporciona el programa.

En el caso de las losas convencionales se hará uso de la fórmula:

$$A_s = \frac{0.85 * F'c * b * d}{F_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{0.85 * \phi * F'c * b * d^2}} \right)$$

Así mismo se verifica el cumplimiento de la cortante en el caso de la losa convencional, se aplica la siguiente ecuación.

$$\phi V_c = \phi * 1.1 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Donde:

$$\phi = 0.85$$

F'c= Resistencia de la losa in situ

$$b = 10 \text{ cm}$$

$$d = \text{Altura de losa} - 3 \text{ cm}$$

- **Losa aligerada con viguetas pretensadas**

En el caso de las losas con viguetas pretensadas hará uso del Manual de viguetas pretensadas Techomax o Firth.

Para el caso del cálculo del acero positivo, este es reemplazado por el tipo de vigueta ubicando los momentos admisibles según la siguiente:

	Altura de losa (cm)	Dist/Ejes (cm)	Peso Propio (Kg/m ²)			Momentos Admisibles (Kg-m) = \$ Mn				
			Arcilla	Poliestireno	Concreto	V101	V102	V103	V104	V105
VIGUETA SIMPLE	17	60	255	180	-----	807	1099	1338	1648	1989
	17	50	265	190	-----	807	1099	1338	1648	1989
	20	50	280	210	315	999	1356	1657	2047	2486
	25	50	335	250	360	1319	1783	2190	2713	3317
	30	50	400	300	-----	1640	2210	2724	3379	4150
VIGUETA DOBLE (DDVV)	17	71	250	200	-----	1527	2047	2446	2950	3459
	17	61	290	230	-----	1527	2047	2446	2950	3459
	20	61	345	280	-----	1909	2557	3079	3737	4433
	25	61	430	350	-----	2549	3408	4139	5056	6073
	30	61	515	420	-----	3189	4261	5202	6381	7724

Figura 8. Momentos admisibles de las viguetas pretensadas

Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

TIPOS DE VIGUETAS				
V-101	V-102	V-103	V-104	V-105
				
3Æ4mm	4Æ4mm	5Æ4mm	4Æ5mm	5Æ5mm

Figura 9. Tipos de viguetas pretensadas

Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

Para el cálculo del acero negativo se considerará los siguientes datos.

As negativo=f (bw, d, f'c, Mom. Negativo)

Donde:

bw= 11cm

d= altura de la losa – 2cm

f'c de la losa

Así mismo se verifica el cumplimiento de la cortante en el caso de la losa con viguetas pretensadas, se aplica la siguiente ecuación.

$$\phi Vc = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times w \times d \times 1.10$$

Donde:

F'c= Resistencia de la losa in situ

bw= 12cm

d= Altura de losa – 2.5 cm

El manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas nos muestra el siguiente cuadro de valores de cortante:

Tabla 6:
Valores de cortante último en la losa

Losa	ϕV_c	ϕV_c
f'c los in situ	210 kg/cm ²	350 kg/cm ²
17 cm	1.25 tn	1.60 tn
20 cm	1.50 tn	1.95 tn
25 cm	2.00 tn	2.50 tn
30 cm	2.40 tn	3.00 tn

Nota. Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

Comportamiento estructural de la edificación:

Modelamiento en el programa ETABS:

Para el modelamiento nos basamos en los criterios de la norma técnica de Diseño Sismorresistente E.030 2016, que es la norma vigente desde enero del 2016.

Arquitectura del proyecto:

Para iniciar con la estructuración es necesario contar con los planos de arquitectura definitiva, donde se plantea la distribución de elementos estructurales respetando la distribución de ambientes.

Modelo Estructural:

Se realizó dos modelos estructurales de toda la edificación Consell, una incorporando el sistema losa convencional y la otra incorporando el sistema losa con viguetas pretensadas.

Así mismo se colocó en los modelos estructurales el metrado de cargas de acuerdo a lo establecido en la E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Parámetros sísmicos:

- **Zonificación sísmica (Z)**

De acuerdo a la zonificación proporcionada por el reglamento Nacional de Edificaciones, se tiene cuatro zonas sísmicas mostradas según la figura.

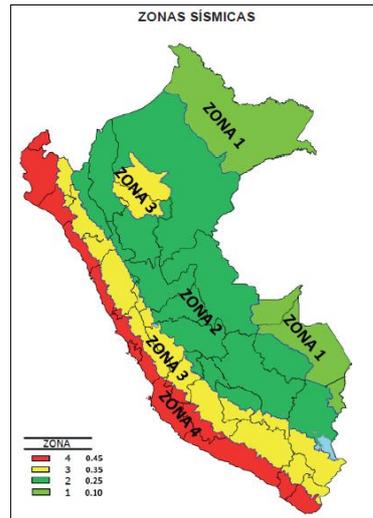


Figura 10. Zonas sísmicas
Fuente: RNE-E.030

Tabla 7:
Factores de zona "Z"

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Nota. Fuente: RNE-E.030.

- **Condiciones geotécnicas (S, Tp, TL)**

La norma nos indica 04 tipos de perfiles de suelo, los cuales nos determinaran los parámetros del sitio. Para ello se aplica las tablas ubicadas en el RNE E.030, basados en la zona y suelo del proyecto.

Tabla 8:
Factor de suelo "S"

ZONA-SUELO	S0	S1	S2	S3
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

Nota. Fuente: RNE-E.030.

Tabla 9:
Periodos "Tp" y "TL"

	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP(S)	0,3	0,4	0,6	1,0
TL(S)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota. Fuente: RNE-E.030.

- **Factor de amplificación sísmica (C)**

Según el artículo 2.5 de la norma E.030 se puede calcular este factor mediante la siguiente expresión:

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

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

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

Parámetros estructurales:

- **Categoría de la edificación y factor de uso o importancia U**

De acuerdo al artículo 3.1 del RNE. E.030, las estructuras se clasifican en cuatro categorías, de acuerdo al uso destinado y su importancia.

Tabla 10:
Categoría de las edificaciones y factor "U"

Categoría	Descripción	Factor U
A (Edificaciones Esenciales)	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud. A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	Ver nota 1 1,5
B (Edificaciones Importantes)	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C (Edificaciones Comunes)	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D (Edificaciones Temporales)	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Fuente: RNE-E.030

- **Estructuras de concreto armado**

La Norma Técnica E.030 (2016) clasifica a los sistemas estructurales de acuerdo a la cortante que soporta cada estructura.

- Pórticos.- Para que cumpla con esta condición las columnas deben tomar el 80 % de la cortante en la base
- Muros Estructurales.- Para que una edificación se considere de muros estructurales deben de tomar el 70 % de cortante en la base todos los muros estructurales.
- Dual.- Cuando las placas y las columnas toman las fuerzas del sismo de forma combinada. los muros deben tomar del 20% al 70% de la fuerza cortante.
- Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada(EMDL).- Son las que se caracterizan por tener un sistema estructural en la cual la resistencia sísmica y las cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.

- **Configuración estructural**

En el artículo 3.6 del RNE E.060, mencionan dos tipos de irregularidades, las irregularidades en planta (IP) y las irregularidades en altura (IA), las cuales al detectarse solo una determina si la estructura es regular o irregular.

- **Coefficiente de Reducción Sísmica, R**

De acuerdo al artículo 3.4 del RNE E.030, nos menciona los sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R_0) como se muestra en la tabla N°7 de la misma norma.

Tabla 11:
Sistemas estructurales

Sistema estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductibilidad limitada	4
Albañilería confinada o armada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Nota. Fuente: RNE-E.030.

Ahora bien, de acuerdo al artículo 3.8 del RNE E.030, es posible obtener el coeficiente de reducción de fuerzas Sísmicas (R) con la siguiente ecuación:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Para ello se realizó la verificación de irregularidades en la edificación.

Análisis sísmico estático:

- **Peso de la edificación**

Para el cálculo de este ítem el RNE E.030, nos menciona los porcentajes de carga viva y carga muerta según sea el uso de la edificación.

- **Fuerza cortante en la base**

Para calcular la fuerza cortante en la base de la estructura (V), el artículo 4.5.2. del RNE E.030, se encuentra la siguiente expresión, en donde se usarán los parámetros sísmicos obtenidos previamente.

$$V = \frac{ZUCS}{R} P, \quad \frac{C}{R} \geq 0.125$$

- **Distribución de la Fuerzas Sísmicas en Altura**

La Norma Técnica E.030 (2016) menciona que las fuerzas sísmicas horizontales en todos los niveles i, se calcularán mediante:

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

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

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

Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0.

Análisis sísmico dinámico:

Se realizó el análisis sísmico dinámico espectral para poder analizar de acuerdo a los parámetros de la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- **Análisis espectral**

Se usa los valores de los parámetros sísmicos definidos previamente para definir el espectro de pseudo – aceleraciones, mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R}g \text{ donde } g: \text{aceleracion de la gravedad}$$

- **Fuerza cortante en la base**

El programa nos calcula la cortante en la base dinámica una vez ingresado el espectro. La norma indica el porcentaje que debe cumplir respecto a la cortante estática.

- **Control de desplazamientos**

El artículo 5.1. E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, nos indica los factores de cálculo para determinar las derivas de entrepiso. Así mismo en el artículo 5.2 no muestra el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Tabla 12:
Límites para la distorsión de entrepiso

Material predominante	($\Delta i / h_{ei}$)
Concreto armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota. Fuente: RNE-E.030.

Cálculo de costos:

Presupuesto del sistema losa convencional (S10):

- **Hoja de metrados**

Se realizarón los metrados basados en la Norma Técnica de Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas, con las partidas correspondientes al sistema.

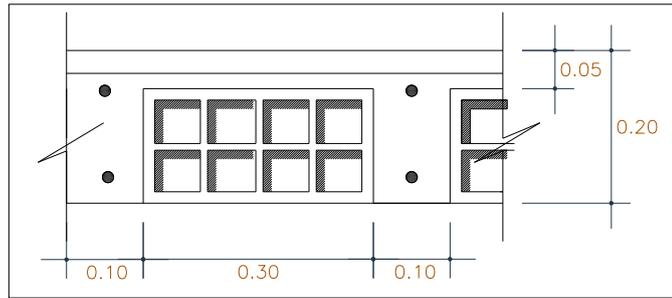


Figura 11. Sección del sistema losa convencional

➤ Cálculo de concreto

La losa de 5m, tiene un concreto de: área total del paño * 0.05m.

El cálculo de concreto en viguetas es: 0.10 * 0.15 (altura de ladrillo) * (longitud de la vigueta) * (cantidad de viguetas en el paño)

➤ Cálculo de ladrillo

Para el cálculo de ladrillo se reemplazó la siguiente fórmula:

$$C = \frac{1}{(A + V) * L}$$

Donde:

C= Cantidad de ladrillo (und/m²)

L= Longitud de ladrillo hueco (m)

A=Ancho del ladrillo hueco (0.30 m-estándar)

V= Ancho de vigueta (0.10m)

• **Análisis de costos unitarios**

Se realizó el análisis de costos unitarios de cada partida que conforma el sistema, estos fueron basados en expedientes alrededor de la zona. Y para los costos unitarios se ingresaron los datos de las cotizaciones realizadas.

- **Presupuesto final**

Una vez realizado el análisis de costos unitarios, con los datos correctos, se coloca los metrados de cada partida para finalmente procesar los datos generales y obtener el presupuesto final del sistema.

Presupuesto del sistema losa con viguetas pretensadas (S10):

- **Hoja de metrados**

Se realizarón los metrados basados en la Norma Técnica de Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas, con las partidas correspondientes al sistema.

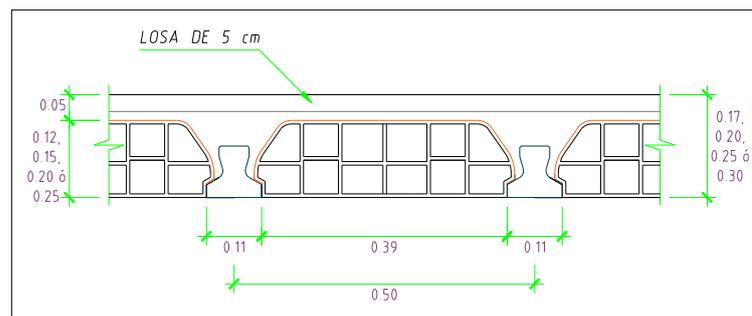


Figura 12. Sección del sistema losa con viguetas pretensadas

➤ **Cálculo de concreto**

Para el cálculo del consumo del concreto para este sistema, nos basamos en el siguiente cuadro:

ALTURA DE LOSA (cm)	MATERIAL	SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS TECHOMAX		LOSA TRADICIONAL	% AHORRO
		VIGUETA DOBLE (m ³ /m ²)	VIGUETA SIMPLE (m ³ /m ²)	SIMPLE a 40cm (m ³ /m ²)	
20 @ 50	Concreto	0,0900	0,0712	0,0880	19%
25 @ 50	Concreto	0,0120	0,0850	0,1000	15.00%
17 @ 50	Arcilla	0,0700	0,0616	0,0800	23%
20 @ 50	Arcilla	0,0900	0,0712	0,0880	19%
25 @ 50	Arcilla	0,1200	0,0850	0,1000	15%
30 @ 50	Arcilla	0,1500	0,0979	0,1130	13%
17 @ 60	Poliestireno	-----	0,0588	0,0800	26%
17 @ 50	Poliestireno	-----	0,0605	0,0800	24%
20 @ 50	Poliestireno	-----	0,0682	0,0880	22%
25 @ 50	Poliestireno	-----	0,0831	0,1000	17%
30 @ 50	Poliestireno	-----	0,0960	0,1130	15%
17 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,0700	0,0616	0,0800	23%
20 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,0900	0,0712	0,0880	19%
25 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,1200	0,0850	0,1000	15%
30 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,1500	0,0979	0,1130	13%

Figura 13. Cuadro comparativo de consumos de concreto

Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

➤ Cálculo de ladrillo

Para el cálculo de la cantidad de ladrillo se usó el siguiente cuadro:

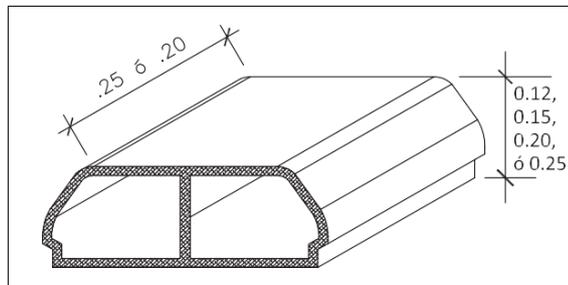


Figura 14. Vista de bovedilla

Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax

Tabla 13:

Cantidad de ladrillo por m²

Material	Espaciamiento	Bovedilla/ m ²	Desperdicio
Concreto	@ 0.5	10.00 Unid / m ²	1.5%
Arcilla	@ 0.5	8.00 Unid / m ²	3.0%
Poliestireno	@ 0.5	2.00 Unid / m ²	2.0%
Poliestireno	@ 0.6	1.67 Unid / m ²	2.0%

Nota. Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

- **Análisis de costos unitarios**

Se realizó el análisis de costos unitarios de cada partida que conforma el sistema, estos fueron basados en expedientes alrededor de la zona e investigaciones que nos proporcionó los rendimientos en este tipo de sistema. Y al igual que el sistema losa convencional se ingresaron los datos de las cotizaciones realizadas.

Tabla 14:
Personal requerido del Slvp

Actividad	Personal		
	Operario	Oficial	Peón
Encofrado y Desencofrado		1.00	1.00
Colocación de las viguetas	1.00		4.00

Nota. Fuente: (Gutiérrez, 2009) Análisis comparativo del proceso constructivo de losas aligeradas utilizando viguetas prefabricadas fith, viguetas armadas todo cemento y viguetas vaciadas en obra.

Tabla 15:
Rendimiento de actividades del Slvp

Actividad	Unidad	Rendimiento x día
Encofrado y Desencofrado	m2	130
Colocación de las viguetas	ml	260

Nota. Fuente: (Gutiérrez, 2009) Análisis comparativo del proceso constructivo de losas aligeradas utilizando viguetas prefabricadas fith, viguetas armadas todo cemento y viguetas vaciadas en obra.

- **Presupuesto final**

Una vez realizado el análisis de costos unitarios, con los datos correctos, se coloca los metrados de cada partida para finalmente procesar los datos generales y obtener el presupuesto final del sistema.

3.8. Técnicas y análisis de datos:

Para el desarrollo de la presente investigación se interpretaron los resultados para luego realizar las comparaciones del sistema losa con viguetas pretensadas y sistema losa convencional y determinar cuál de ellos es más eficiente.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. Resultados específicos

a) Diseño de losas aligeradas por ambos sistemas:

a.1. Predimensionamiento:

Losas aligeradas convencionales

Basando en los planos de arquitectura, definimos el uso de la edificación como vivienda, en el cual se tiene la luz libre de mayor dimensión en las zonas de cocina - comedor.

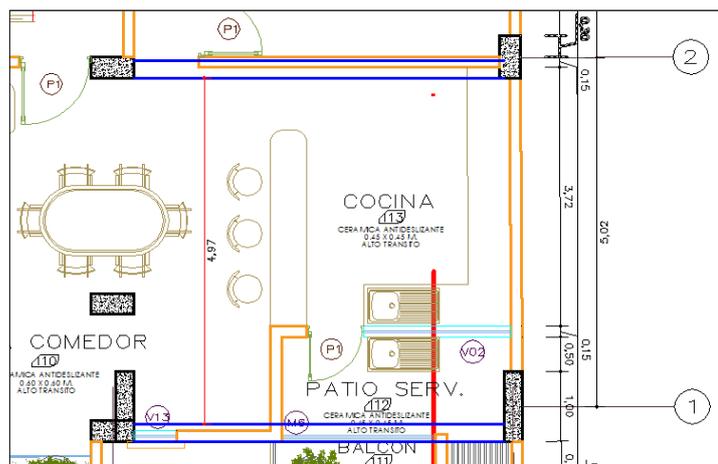


Figura 15. Vista de la luz máxima en arquitectura
Fuente: Planos de arquitectura

En este caso la luz libre es de 4.97m, por lo tanto, siguiendo el criterio de predimensionamiento tendremos $4.97 / 25 = 0.19\text{m}$. Con este dato diseñaremos una losa aligerada de 20cm de espesor armada en un sentido.

Losas aligeradas con viguetas pretensadas

Basándonos en el predimensionamiento dado por el manual de “Sistemas de Losas Aligeradas con Viguetas Pretensadas Techomax” o antiguamente llamado Firth, y teniendo una luz libre de 4.97m, concluimos que se utilizará:

Tabla 16:
Serie de vigueta predimensionada

Serie de vigueta	Luz Máxima (m)
V-101	5.5

Nota. Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

Para la altura de la losa las tablas del manual nos recomiendan que para luces de 0 a 5.10m se utilice una altura de losa de 17cm colocadas cada 60cm (esta distribución se permite con bovedillas de material poliestireno), pero en nuestro caso consideramos altura de losa de 17cm colocadas cada 50cm con bovedillas de arcilla, con las siguientes características:

Tabla 17:
Características del predimensionamiento

Altura de losa (cm)	Material bovedilla	Altura de bovedilla (cm)	Ancho (cm)	Apoyos (cm)	Largo (cm)	Peso máximo (kg)	Volumen (cm ³)
17 @ 50	Arcilla	12	39	1.74	25	9	0.012

Nota. Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

Finalmente, utilizamos losa con viguetas pretensadas de 17cm@0.50m, en un sentido.

a.2. Modelamiento en el programa SAP:

Losas aligeradas convencionales

Realizamos el modelo matemático y análisis estructural de las losas aligeradas convencionales, como se muestra a continuación.

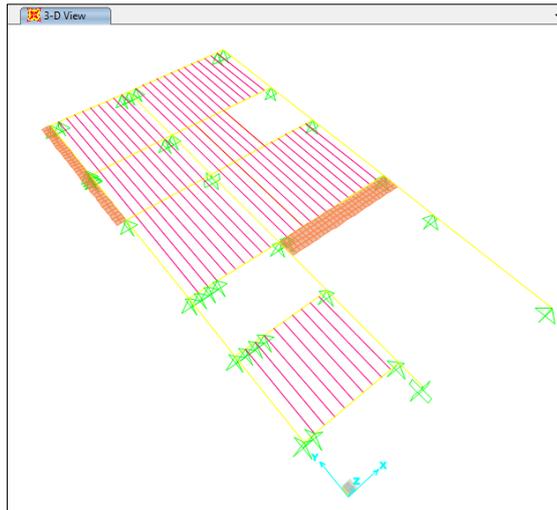


Figura 16. Modelamiento de la losa de semisótano con el Slc



Figura 17. Modelamiento de la losa del 1ro al 5to piso con el Slc

La sección de la losa aligerada convencional tiene las dimensiones mostradas:

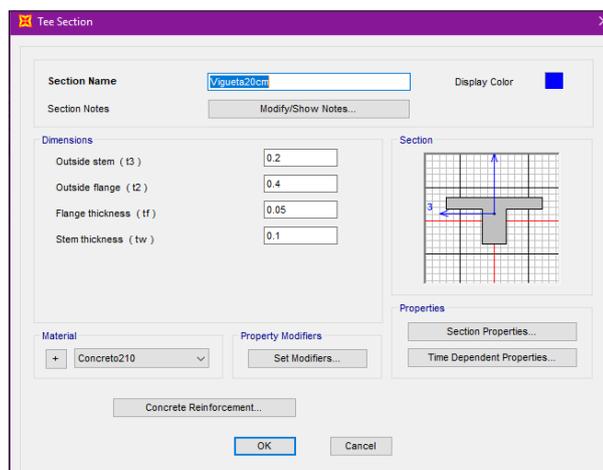


Figura 18. Vista de sección de la losa convencional

Seguidamente se realiza el metrado de cargas para la aplicación en cada nervio de vigueta, obteniéndose lo siguiente: (0.40m es el ancho tributario de la vigueta)

- Carga muerta: Peso propio + Acabados
Peso propio = 300 kg/m²
Acabados = 100 kg/m²
Carga muerta por metro lineal: (300 kg/m²+100 kg/m²) *0.40m
CM= 160 Kg/m
- Carga viva entrepiso:
Sobrecarga vivienda: 200kg/m²
Carga viva por metro lineal: 200 kg/m²*0.40m
CV= 80 Kg/m
- Carga viva azotea:
Sobrecarga vivienda: 100kg/m²
Carga viva por metro lineal: 100 kg/m²*0.40m
CV= 40 Kg/m

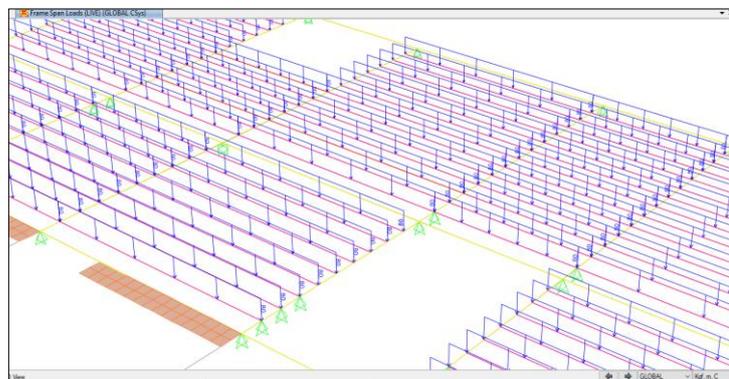


Figura 19. Aplicación de la carga muerta y la carga viva para el Slc

- Peso de tabiquería:
Carga de tabique: (Peso específico*espesor*altura de muro)
Peso específico: 1800 kg/m³
Espesor muro: 0.15m
Altura de muro: 2.70m-0.20m=2.50m
Carga de tabique: 675kg (por metro lineal)
Carga de tabique por vigueta: 675kg*0.40m= 270kg

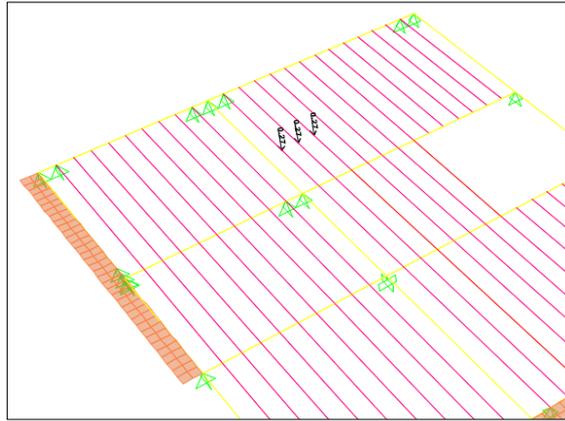


Figura 20. Aplicación de carga de tabiquería en el semisótano para el Slc

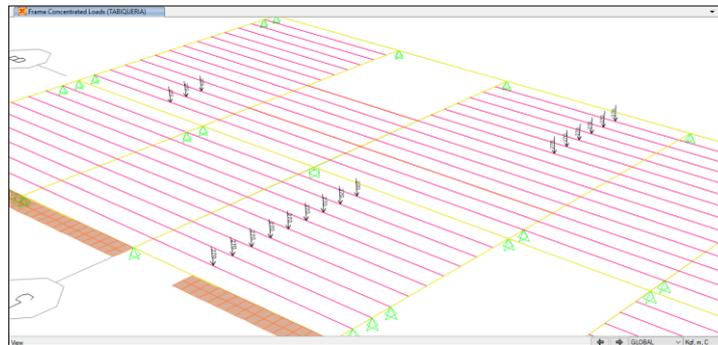


Figura 21. Aplicación de carga de tabiquería del 1ro al 5to piso para el Slc

Losas aligeradas con viguetas pretensadas:

Realizamos el modelo matemático y análisis estructural de las losas con viguetas pretensadas Techomax o Firth, como se muestra a continuación.

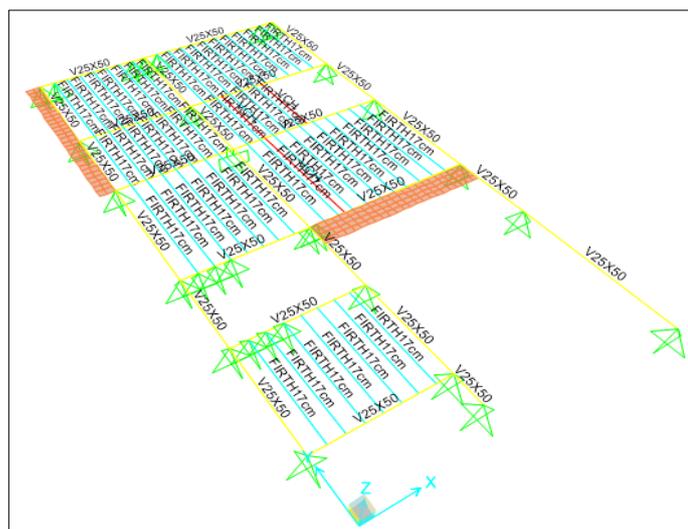


Figura 22. Modelamiento de la losa de semisótano con el Slvp

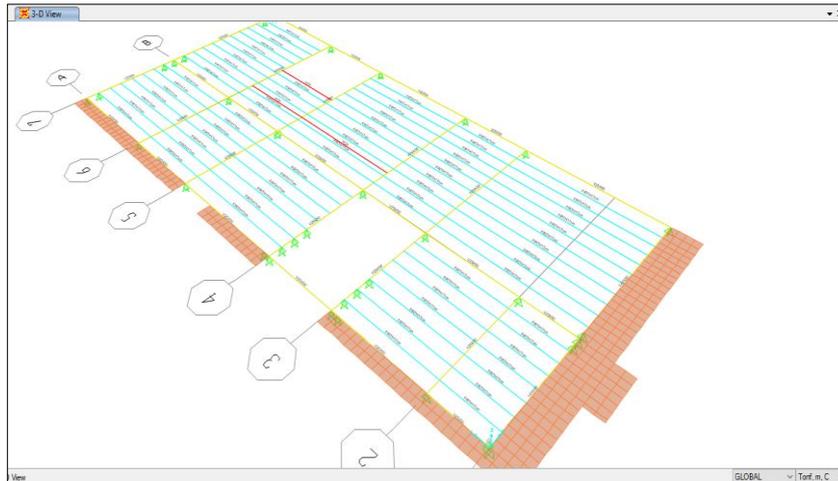


Figura 23. Modelamiento de la losa del 1ro al 5to piso con el Slvp

La sección de la losa con viguetas pretensadas tiene las dimensiones mostradas:

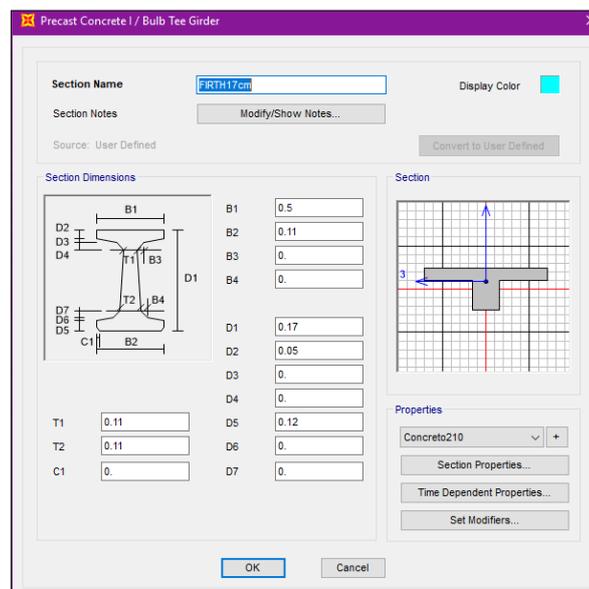


Figura 24. Vista de sección de la losa con viguetas pretensadas

Se realiza el metrado de cargas para la aplicación en cada nervio de vigueta, obteniéndose lo siguiente (0.50m es el ancho tributario de la vigueta):

	Altura de losa (cm)	Dist/Ejes (cm)	Peso Propio (Kg/m ²)			Momentos Admisibles (Kg-m) = \$ Mn				
			Arcilla	Poliestireno	Concreto	V101	V102	V103	V104	V105
VIGUETA SIMPLE	17	60	255	180	-----	807	1099	1338	1648	1989
	17	50	265	190	-----	807	1099	1338	1648	1989
	20	50	280	210	315	999	1356	1657	2047	2486
	25	50	335	250	360	1319	1783	2190	2713	3317
	30	50	400	300	-----	1640	2210	2724	3379	4150
VIGUETA DOBLE (DDVV)	17	71	250	200	-----	1527	2047	2446	2950	3459
	17	61	290	230	-----	1527	2047	2446	2950	3459
	20	61	345	280	-----	1909	2557	3079	3737	4433
	25	61	430	350	-----	2549	3408	4139	5056	6073
	30	61	515	420	-----	3189	4261	5202	6381	7724

Figura 25. Momentos admisibles y peso propio para el diseño del Slvp

Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

Seguidamente se realiza el metrado de cargas para la aplicación en cada nervio de vigueta, obteniéndose lo siguiente: (0.50m es el ancho tributario de la vigueta)

- Carga muerta: Peso propio + Acabados

Peso propio = 265 kg/m²

Acabados = 100 kg/m²

Carga muerta por metro lineal: (265 kg/m²+100 kg/m²) *0.50m

$$CM= 182.5 \text{ Kg/m}$$

- Carga viva entrepiso:

Sobrecarga vivienda: 200kg/m²

Carga viva por metro lineal: 200 kg/m²*0.50m

$$CV= 100 \text{ Kg/m}$$

- Carga viva azotea:

Sobrecarga vivienda: 100kg/m²

Carga viva por metro lineal: 100 kg/m²*0.50m

$$CV= 50 \text{ Kg/m}$$

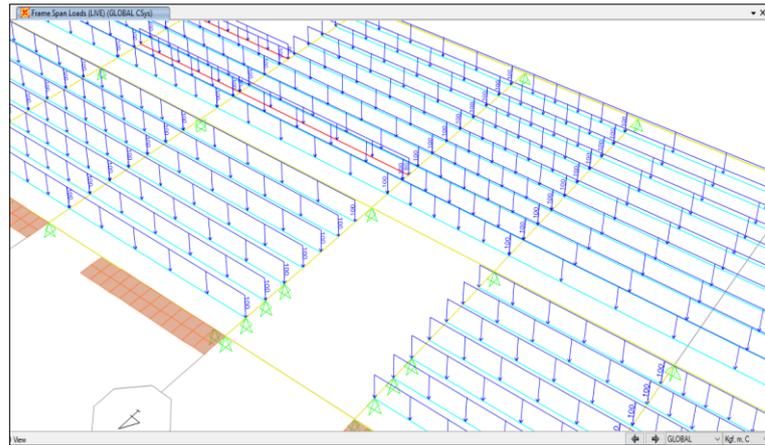


Figura 26. Aplicación de la carga muerta y la carga viva para el Slvp

- Peso de tabiquería:
 Carga de tabique: (Peso específico*espesor*altura de muro)
 Peso específico: 1800 kg/m³
 Espesor muro: 0.15m
 Altura de muro: 2.70m-0.20m=2.50m
 Carga de tabique: 675kg (por metro lineal)
 Carga de tabique por vigueta: 675kg*0.50m= 337.5kg

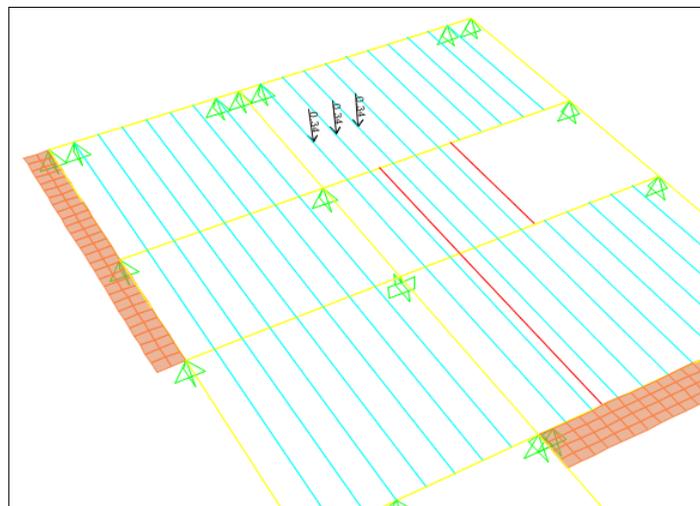


Figura 27. Aplicación de carga de tabiquería en el semisótano para el Slvp

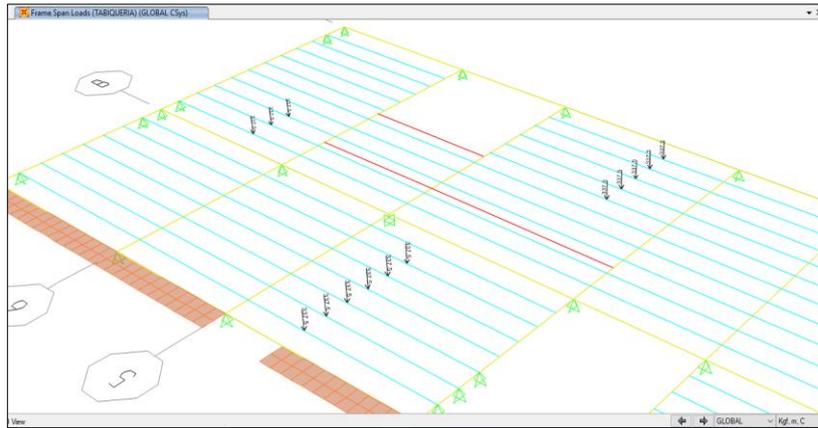


Figura 28. Aplicación de carga de tabiquería del 1ro al 5to piso para el Slvp

a.3. Diseño de losas:

Para el diseño de losas aligeradas, se utilizan solo cargas de gravedad por lo tanto procedemos a utilizar la siguiente combinación: $CU=1.4CM+1.7CV$, esto se define en el cálculo con software permitiendo obtener cargas mayoradas:

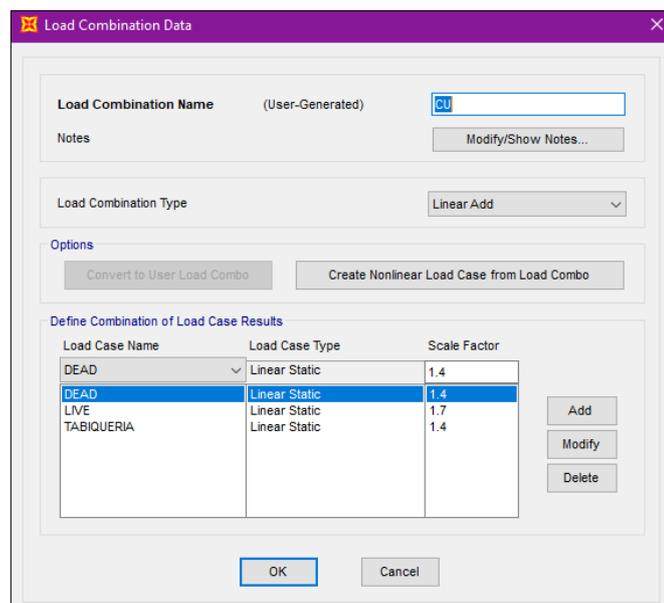


Figura 29. Combinación de cargas

Tener en cuenta que el peso de la tabiquería se considera como carga muerta, esto por el uso de vivienda.

Realizamos el diseño por paños de viguetas de un tramo, dos y tres tramos a más, por lo tanto, configuramos el diseño mediante los siguientes paños:

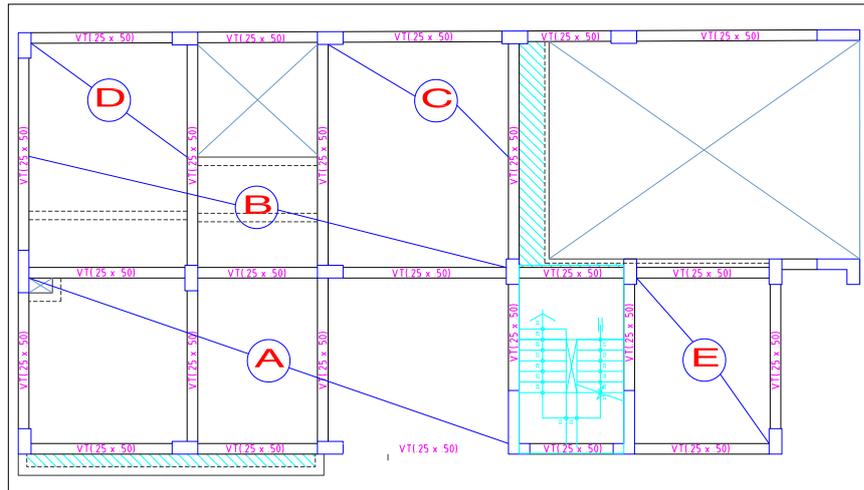


Figura 30. Vista de paños de la losa de semisótano

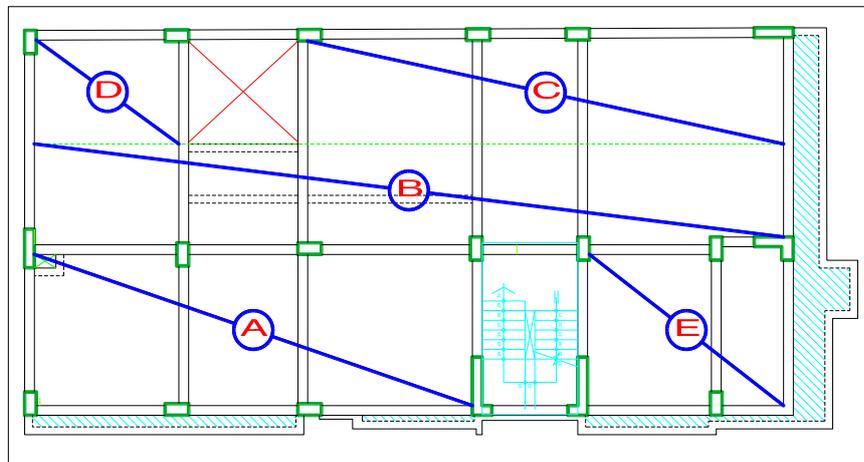


Figura 31. Vista de paños de la losa del 1ro al 5to piso

Losa aligerada convencional del semisótano

Se realiza el análisis estructural de las viguetas, obteniéndose los diagramas de momento flector y fuerza cortante. Valores que se utilizan para realizar el diseño de estos elementos.

- **Diseño del paño “A”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

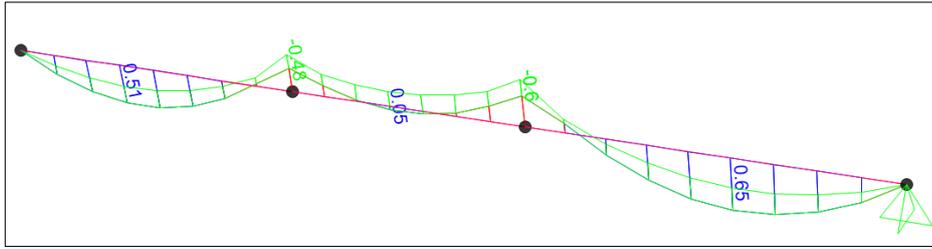


Figura 32. Momento flector del paño A del semisótano con el Slc

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 18:
Aceros del paño A del semisótano del Slc

Tramo	A	A-B	B	B-C	C	C-D	D
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
b (cm)	10	40	10	40	10	40	10
M (tn.m)	0.00	0.51	-0.48	0.05	-0.60	0.65	0.00
As (cm ²)	0.00	0.80	0.79	0.08	1.00	1.03	0.00
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos.

$\phi = 0.85$, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $b = 10 \text{ cm}$, $d = 17 \text{ cm}$

$$\phi V_c = \phi \times 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d = 1.22 \text{ ton}$$

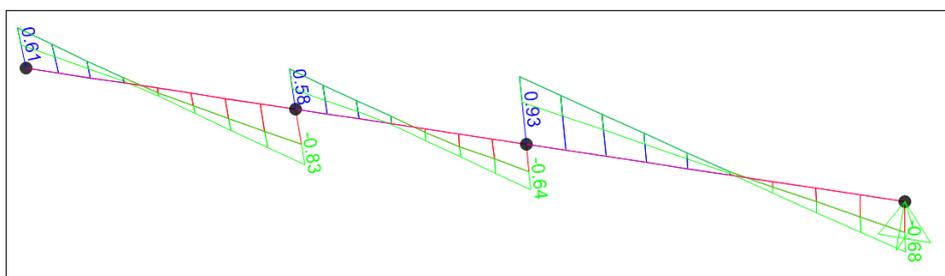


Figura 33. Fuerza cortante del paño A del semisótano con el Slc

De acuerdo al diagrama de fuerzas cortantes, a una distancia "d" de la cara de la viga se tiene como cortante máxima:

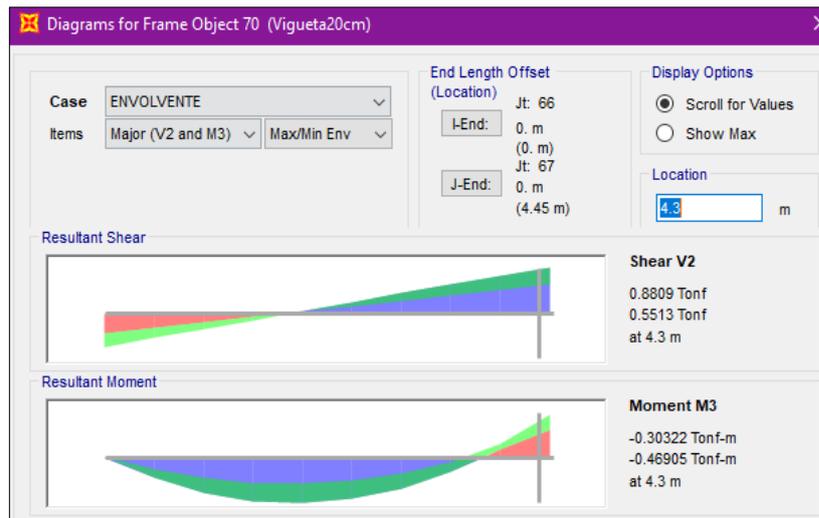


Figura 34. Cortante máxima del paño A del semisótano con el Slc

La cortante máxima es: $V_u = 0.88 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.22 \text{ ton} \geq 0.88 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “B”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

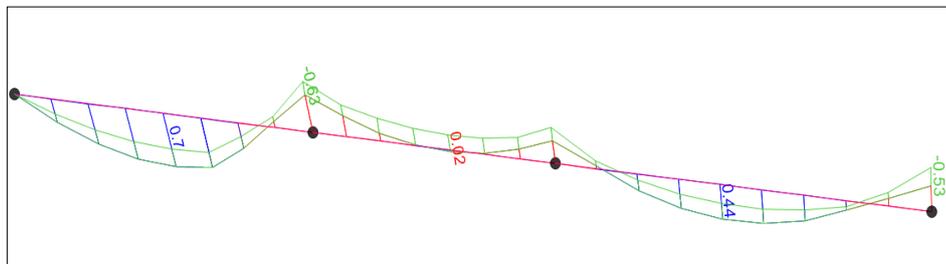


Figura 35. Momento flector del paño B del semisótano con el Slc

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 19:
Aceros del paño B del semisótano del Slc

Tramo	A	A-B	B	B-C	C	C-D	D
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
b (cm)	10	40	10	40	10	40	10
M (tn.m)	0.00	0.70	-0.63	0.02	-0.42	0.44	-0.53
As (cm ²)	0.00	1.11	1.06	0.03	0.69	0.69	0.88
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2	1Φ3/8	1Φ3/8	1Φ3/8	1Φ1/2

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos.

$$\emptyset V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 10 \times 17 = 1.22 \text{ ton}$$

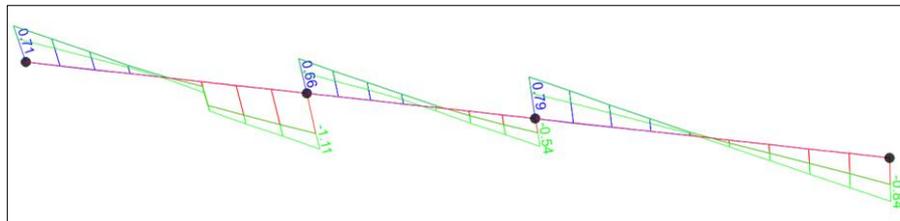


Figura 36. Fuerza cortante del paño B del semisótano con el Slc

De acuerdo al diagrama de fuerzas cortantes, a una distancia “d” de la cara de la viga se tiene como cortante máxima:

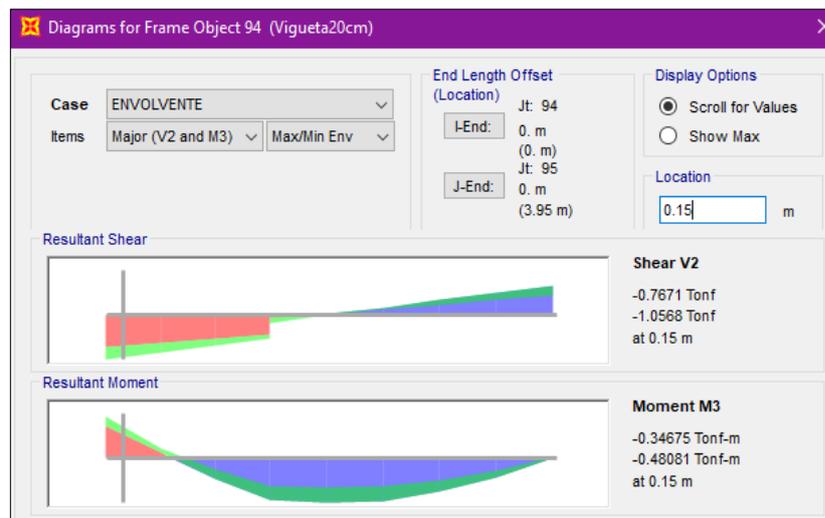


Figura 37. Cortante máxima del paño B del semisótano con el Slc

La cortante máxima es: $V_u = 1.06 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.22 \text{ ton} \geq 1.06 \text{ ton}$ ($\emptyset V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “C”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

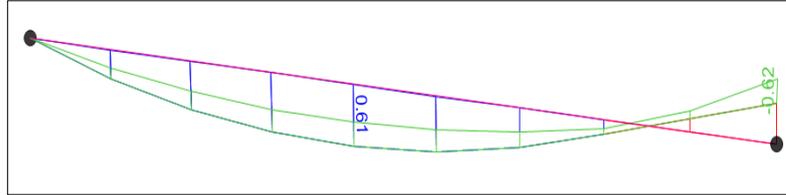


Figura 38. Momento flector del paño C del semisótano con el Slc

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 20:

Aceros del paño C del semisótano del Slc

Tramo	A	A-B	B
	Negativo	Positivo	Negativo
b (cm)	10	40	10
M (tn.m)	0.00	0.61	-0.62
As (cm ²)	0.00	0.97	1.04
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos.

$$\phi V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 10 \times 17 = 1.22 \text{ ton}$$

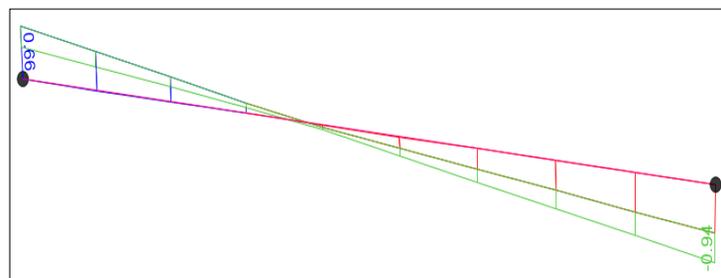


Figura 39. Fuerza cortante del paño C del semisótano con el Slc

Se puede observar en el diagrama de fuerza cortante presenta una cortante máxima de 0.94, y será menor aun si lo movemos a una distancia “d” de la cara de la viga, por lo que analizamos con el máximo mostrado.

La cortante máxima es: $V_u=0.94\text{ton}$.

Se concluye con: $1.22\text{ton} \geq 0.94\text{ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u\text{max}}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “D”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

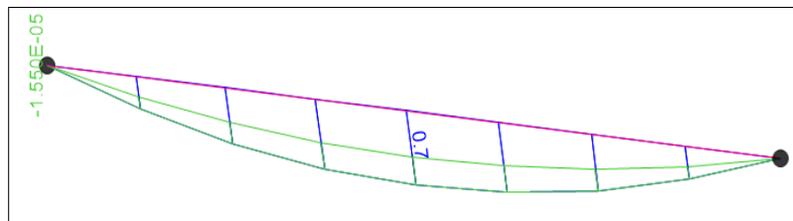


Figura 40. Momento flector del paño D del semisótano con el Slc

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 21:

Aceros del paño D del semisótano del Slc

Tramo	A	A-B	B
	Negativo	Positivo	Negativo
b (cm)	10	40	10
M (tn.m)	0.00	0.70	0.00
As (cm ²)	0.00	1.11	0.00
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos.

$$\phi V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 10 \times 17 = 1.22\text{ton}$$

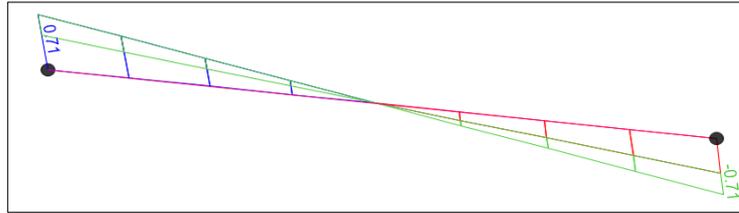


Figura 41. Fuerza cortante del paño D del semisótano con el Slc

Se puede observar en el diagrama de fuerza cortante presenta una cortante máxima de 0.71, y será menor aun si lo movemos a una distancia “d” de la cara de la viga, por lo que analizamos con el máximo mostrado.

La cortante máxima es: $V_u = 0.71 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.22 \text{ ton} \geq 0.71 \text{ ton}$ ($\emptyset V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “E”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

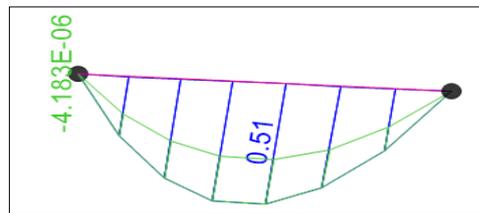


Figura 42. Momento flector del paño E del semisótano con el Slc

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 22:
Aceros del paño E del semisótano del Slc

Tramo	A	A-B	B
	Negativo	Positivo	Negativo
b (cm)	10	40	10
M (tn.m)	0.00	0.51	0.00
As (cm ²)	0.00	0.80	0.00
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos.

$$\phi V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 10 \times 17 = 1.22 \text{ ton}$$

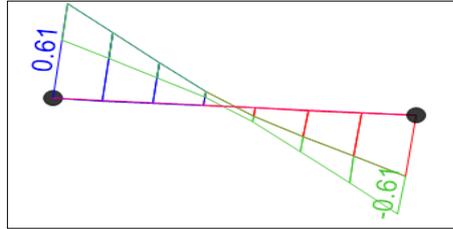


Figura 43. Fuerza cortante del paño E del semisótano con el Slc

Se puede observar en el diagrama de fuerza cortante presenta una cortante máxima de 0.61, y será menor aun si lo movemos a una distancia “*d*” de la cara de la viga, por lo que analizamos con el máximo mostrado.

La cortante máxima es: $V_u = 0.61 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.22 \text{ ton} \geq 0.61 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

Losas aligeradas convencionales del 1ro al 5to piso

Se realiza el análisis estructural de las viguetas, obteniéndose los diagramas de momento flector y fuerza cortante. Valores que se utilizan para realizar el diseño de estos elementos.

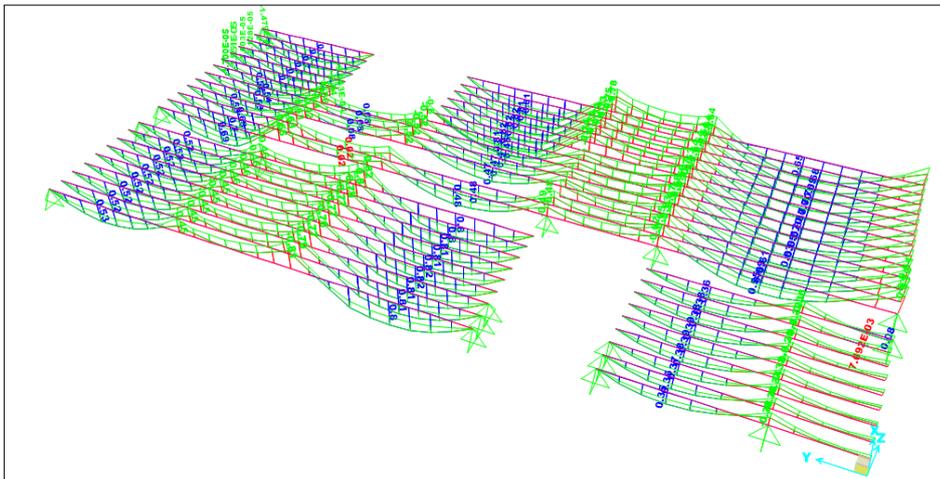


Figura 44. Diagrama de momentos flectores del 1ro al 5to piso con el Slc

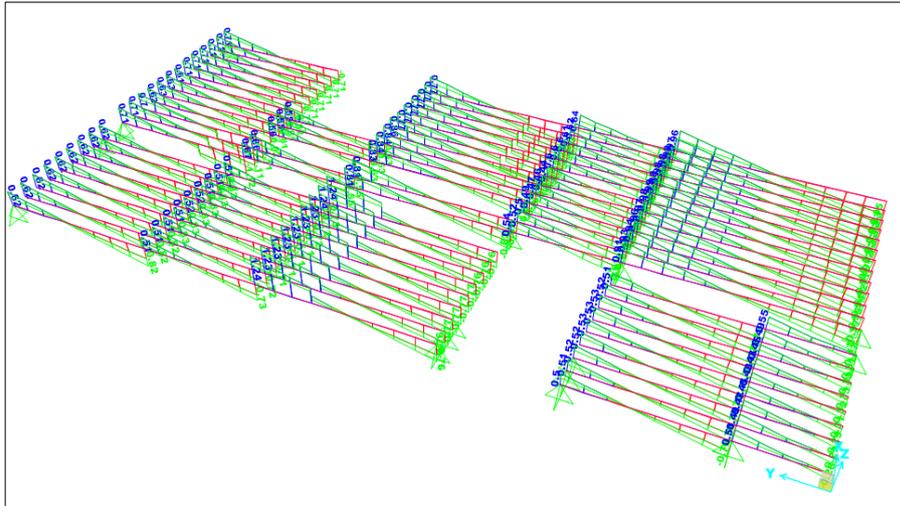


Figura 45. Diagrama de fuerzas cortantes del 1ro al 5to piso con el Slc

- **Diseño del paño “A”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

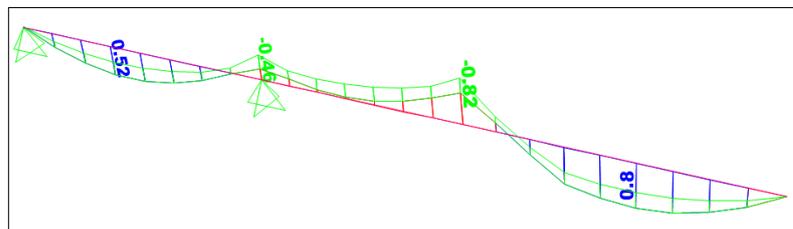


Figura 46. Momento flector del paño A del 1ro al 5to piso con el Slc

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 23:
Aceros del paño A del 1ro al 5to piso del Slc

Tramo	A	A-B	B	B-C	C	C-D	D
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
b (cm)	10	40	10	40	10	40	10
M (tn.m)	0.00	0.52	-0.46	0.00	-0.82	0.80	0.00
As (cm ²)	0.00	0.82	0.76	0.00	1.41	1.27	0.00
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2	1Φ3/8	2Φ3/8	1Φ1/2	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos.

$$\phi V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 10 \times 17 = 1.22 \text{ ton}$$

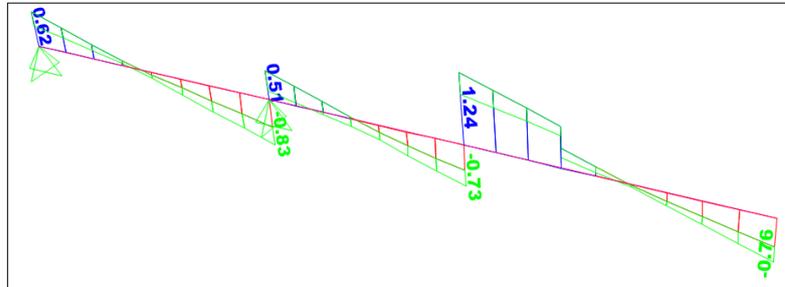


Figura 47. Fuerza cortante del paño A del 1ro al 5to piso con el Slc

De acuerdo al diagrama de fuerzas cortantes, a una distancia “d” de la cara de la viga se tiene como cortante máxima:

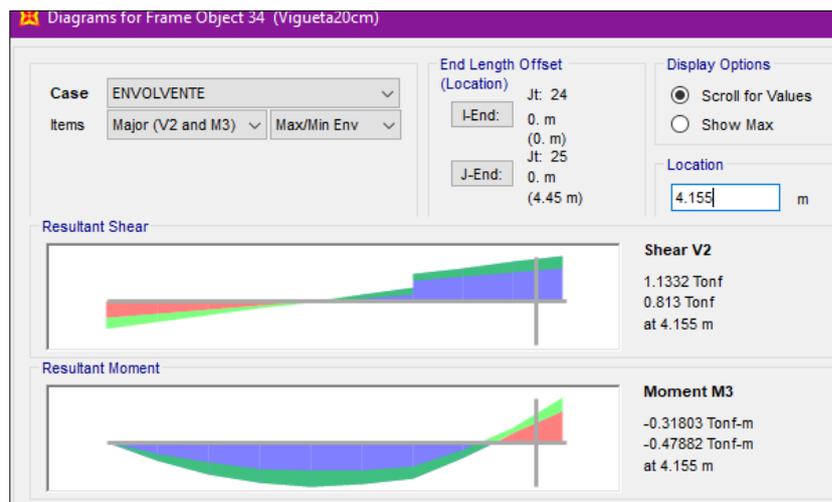


Figura 48. Cortante máxima del paño A del 1ro al 5to piso con el Slc

La cortante máxima es: $V_u = 1.13 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.22 \text{ ton} \geq 1.13 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “B”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

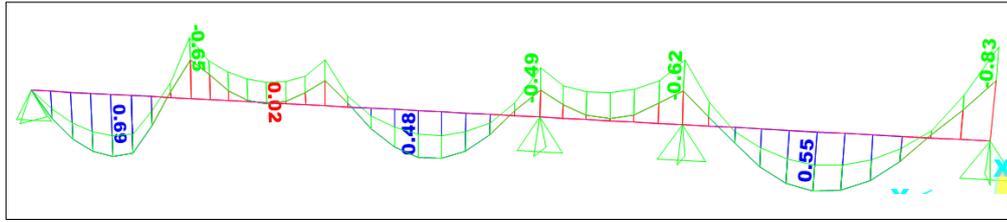


Figura 49. Momento flector del paño B del 1ro al 5to piso con el Slc

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 24:
Aceros del paño B del 1ro al 5to piso del Slc

Tramo	A	A-B	B	B-C	C	C-D	D	D-E	E	E-F	F
	Negativo	Positivo	Negativo								
b (cm)	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10
M (tn.m)	0.00	0.69	-0.65	0.02	-0.47	0.48	-0.49	0.00	-0.62	0.55	-0.83
As (cm ²)	0.00	1.09	1.09	0.03	0.77	0.76	0.81	0.00	1.04	0.87	1.43
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2	1Φ1/2	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2	1Φ1/2 +1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos.

$$\emptyset V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 10 \times 17 = 1.22 \text{ ton}$$

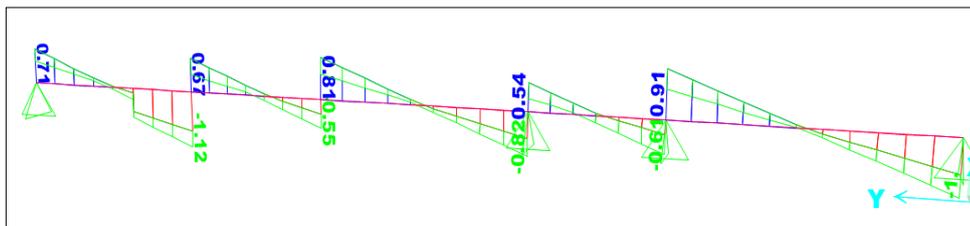


Figura 50. Fuerza cortante del paño B del 1ro al 5to piso con el Slc

De acuerdo al diagrama de fuerzas cortantes, a una distancia “d” de la cara de la viga se tiene como cortante máxima:

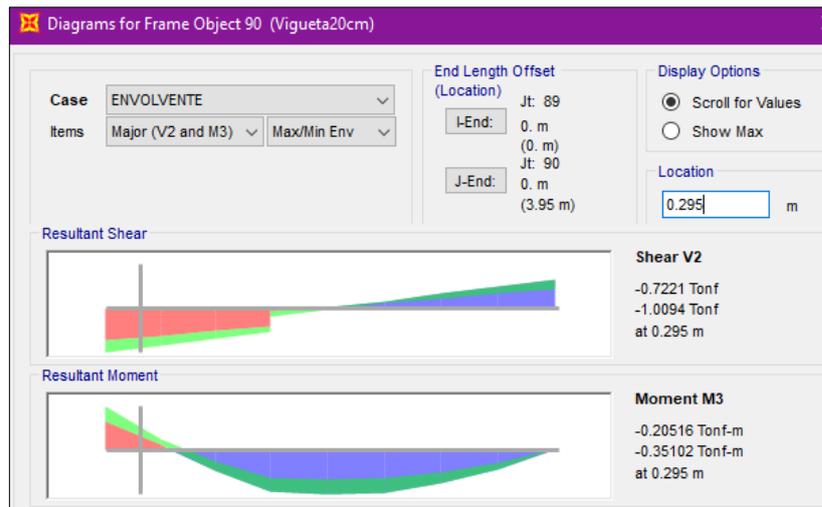


Figura 51. Cortante máxima del paño B del 1ro al 5to piso con el Slc

La cortante máxima es: $V_u = 1.00 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.22 \text{ ton} \geq 1.00 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “C”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

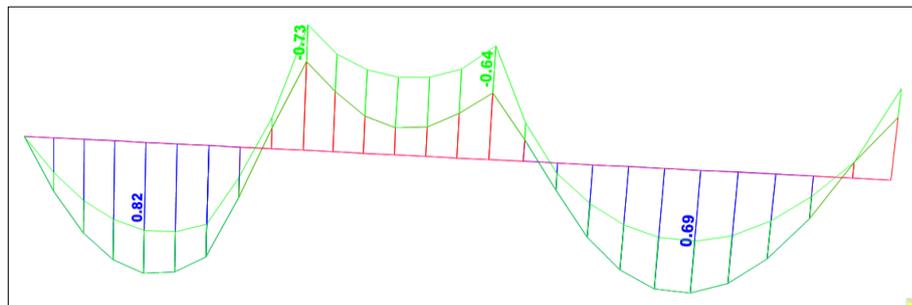


Figura 52. Momento flector del paño C del 1ro al 5to piso con el Slc

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 25:
Aceros del paño C del 1ro al 5to piso del Slc

Tramo	A	A-B	B	B-C	C	C-D	D
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
b (cm)	10	40	10	40	10	40	10
M (tn.m)	0.00	0.82	-0.73	0.00	-0.64	0.69	0.00
As (cm ²)	0.00	1.31	1.24	0.00	1.08	1.09	0.00
Acero	1Φ3/8	2Φ3/8	1Φ1/2	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos.

$$\emptyset V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 10 \times 17 = 1.22 \text{ ton}$$

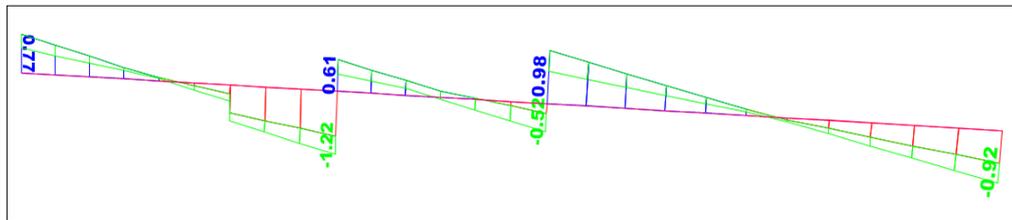


Figura 53. Fuerza cortante del paño C del 1ro al 5to piso con el Slc

Diagrama de fuerza cortante para la viga convencional paño C (ton)
De acuerdo al diagrama de fuerzas cortantes, a una distancia “d” de la cara de la viga se tiene como cortante máxima:

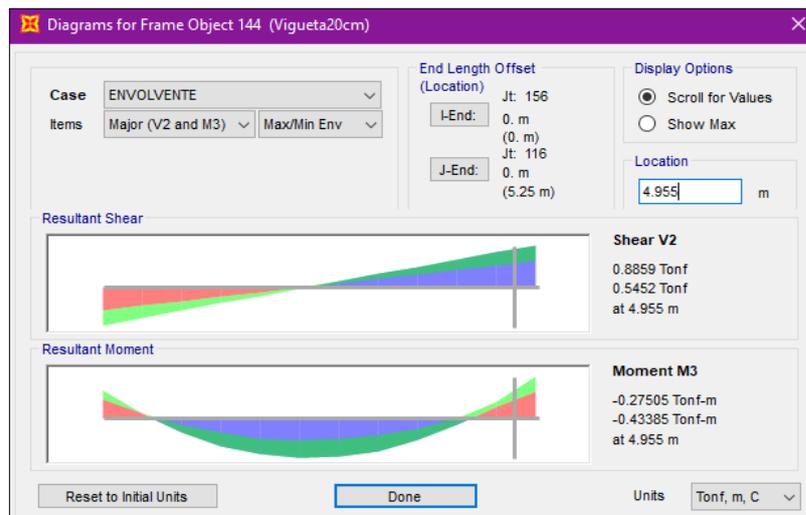


Figura 54. Cortante máxima del paño C del 1ro al 5to piso con el Slc

La cortante máxima es: $V_u=0.88\text{ton}$.

Se concluye con: $1.22\text{ton} \geq 0.88\text{ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u\max}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “D”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

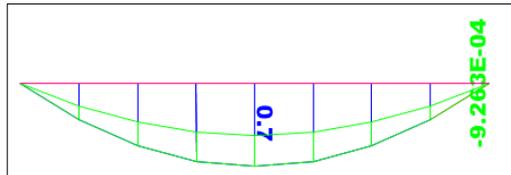


Figura 55. Momento flector del paño D del 1ro al 5to piso con el Slc

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 26:

Aceros del paño D del 1ro al 5to piso del Slc

Tramo	A	A-B	B
	Negativo	Positivo	Negativo
b (cm)	10	40	10
M (tn.m)	0.00	0.70	0.00
As (cm ²)	0.00	1.11	0.00
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos.

$$\phi V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 10 \times 17 = 1.22\text{ton}$$

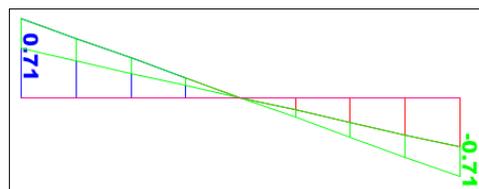


Figura 56. Fuerza cortante del paño D del 1ro al 5to piso con el Slc

Se puede observar en el diagrama de fuerza cortante presenta una cortante máxima de 0.71, y será menor aun si lo movemos a una distancia “d” de la cara de la viga, por lo que analizamos con el máximo mostrado.

La cortante máxima es: $V_u=0.71\text{ton}$.

Se concluye con: $1.22\text{ton} \geq 0.71\text{ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u\text{max}}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “E”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

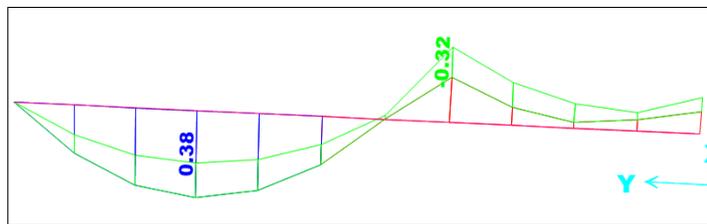


Figura 57. Momento flector del paño E del 1ro al 5to piso con el Slc

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 27:
Aceros del paño E del 1ro al 5to piso del Slc

Tramo	A	A-B	B	B-C	C
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
b (cm)	10	40	10	40	10
M (tn.m)	0.00	0.38	-0.32	0.00	-0.15
As (cm ²)	0.00	0.60	0.52	0.00	0.24
Acero	1Φ3/8	1Φ3/8	1Φ3/8	1Φ3/8	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos.

$$\phi V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 10 \times 17 = 1.22\text{ton}$$

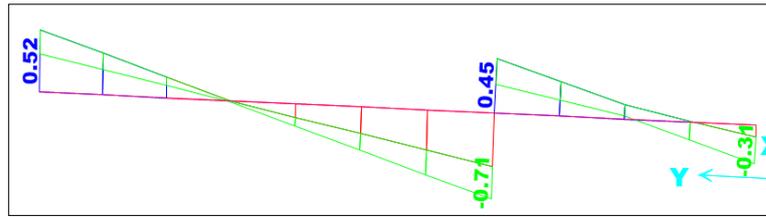


Figura 58. Fuerza cortante del paño E del 1ro al 5to piso con el Slc

Se puede observar en el diagrama de fuerza cortante presenta una cortante máxima de 0.71, y será menor aun si lo movemos a una distancia “d” de la cara de la viga, por lo que analizamos con el máximo mostrado.

La cortante máxima es: $V_u = 0.71 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.22 \text{ ton} \geq 0.71 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

Losa aligerada con viguetas pretensadas del semisótano

Comparamos los momentos últimos positivos de la vigueta con los momentos admisibles según la tabla. $M_u \text{ positivo} \leq M_{adm} \text{ vigueta}$. Para el acero negativo, se aplica el mismo procedimiento que una losa convencional, teniendo en cuenta que la vigueta tiene un nervio de 11cm, y altura de 17cm, por lo tanto, $d = 15 \text{ cm}$. Mientras que, para el diseño por cortante, nos basamos en el valor mostrado por el manual, identificando la altura de la losa y el $f'c$ a utilizar in situ.

Tabla 28:
Cortante último para el diseño del Slvp

Losa	ϕV_c
$f'c$ losa in situ	210 kg/cm ²
17 cm	1.25 tn

Nota. Fuente: Manual técnico del sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas Techomax.

Se realiza el análisis estructural, obteniéndose los diagramas de momento flector y fuerza cortante. Valores que se utilizan para realizar el diseño de estos elementos.

- **Diseño del paño “A”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

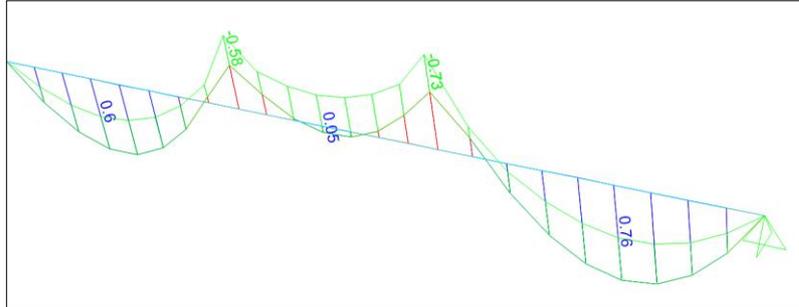


Figura 59. Momento flector del paño A del semisótano con el Slvp

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural.

- **Diseño de vigueta**

El máximo momento positivo es: $M_u \text{ positivo} = 760 \text{ kg.m}$, por lo tanto, se aplica la vigueta tipo V101, donde de acuerdo a los momentos admisibles esta soporta un $M_u \text{ admisible} = 807 \text{ kg.m}$.

Se concluye con: $807 \text{ kg.m} \geq 760 \text{ kg.m}$ ($M_u \text{ admisible} \geq M_u \text{ positivo}$) (Cumple)

- **Diseño de acero negativo**

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 29:
Aceros del paño A del semisótano del Slvp

Tramo	A	B	C	D
	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
b (cm)	11	11	11	11
M (tn.m)	0.00	-0.58	-0.73	0.00
As (cm ²)	0.00	1.11	1.43	0.00
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2+1Φ3/8	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos, se tiene de la tabla para espesor de 17cm.

$$\phi V_c = 1.25 \text{ ton (Manual)}$$

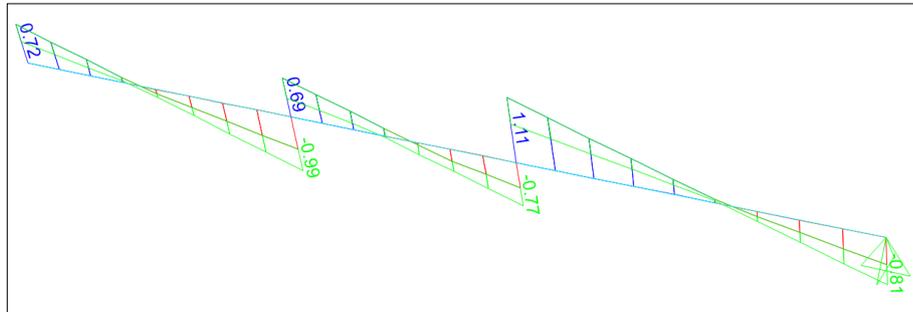


Figura 60. Fuerza cortante del paño A del semisótano con el Slvp

De acuerdo al diagrama de fuerzas cortantes, a una distancia “d” de la cara de la viga se tiene como cortante máxima:

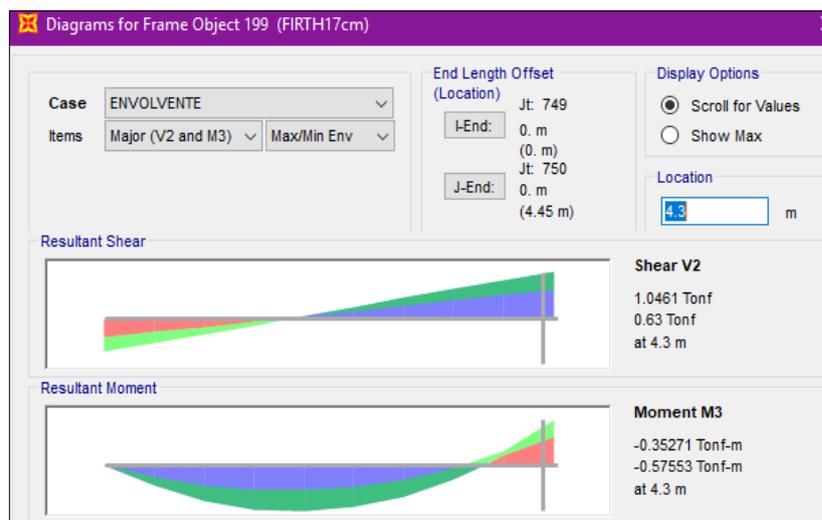


Figura 61. Cortante máxima del paño A del semisótano con el Slvp

La cortante máxima es: $V_u = 1.05 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.25 \text{ ton} \geq 1.05 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “B”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

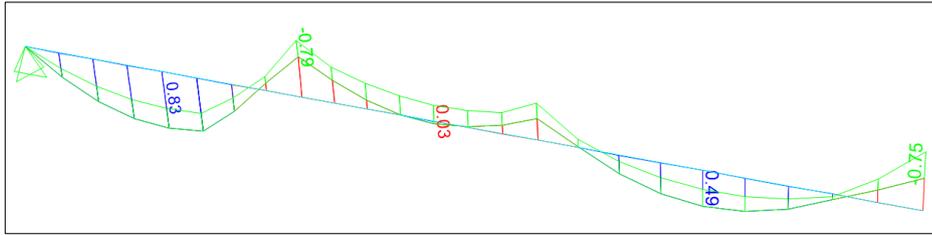


Figura 62. Momento flector del paño B del semisótano con el Slvp

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural.

➤ Diseño de vigueta

El máximo momento positivo es: $M_u \text{ positivo} = 830 \text{ kg.m}$, por lo tanto, se aplica la vigueta tipo V102, donde de acuerdo a los momentos admisibles esta soporta un $M_u \text{ admisible} = 1099 \text{ kg.m}$. Se concluye con: $1099 \text{ kg.m} \geq 830 \text{ kg.m}$ ($M_u \text{ admisible} \geq M_u \text{ positivo}$) (Cumple)

➤ Diseño de acero negativo

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 30:
Aceros del paño B del semisótano del Slvp

Tramo	A Negativo	B Negativo	C Negativo	D Negativo
b (cm)	11	11	11	11
M (tn.m)	0.00	-0.79	-0.48	-0.75
As (cm ²)	0.00	1.57	0.90	1.48
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2+1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2+1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos, se tiene de la tabla para espesor de 17cm.

$$\emptyset V_c = 1.25 \text{ ton}$$

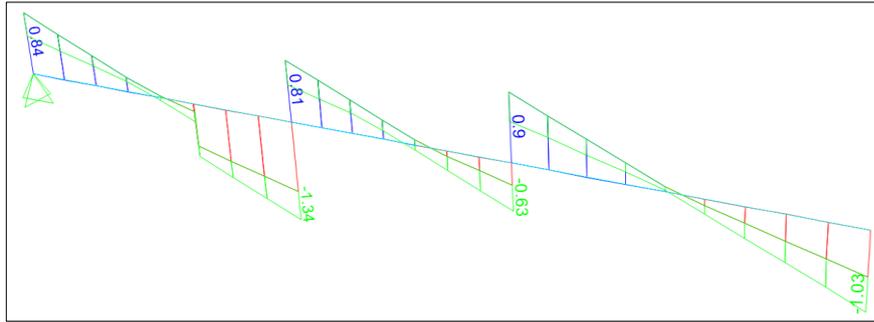


Figura 63. Fuerza cortante del paño B del semisótano con el Slvp

De acuerdo al diagrama de fuerzas cortantes, a una distancia “d” de la cara de la viga (15cm) se tiene como cortante máxima:

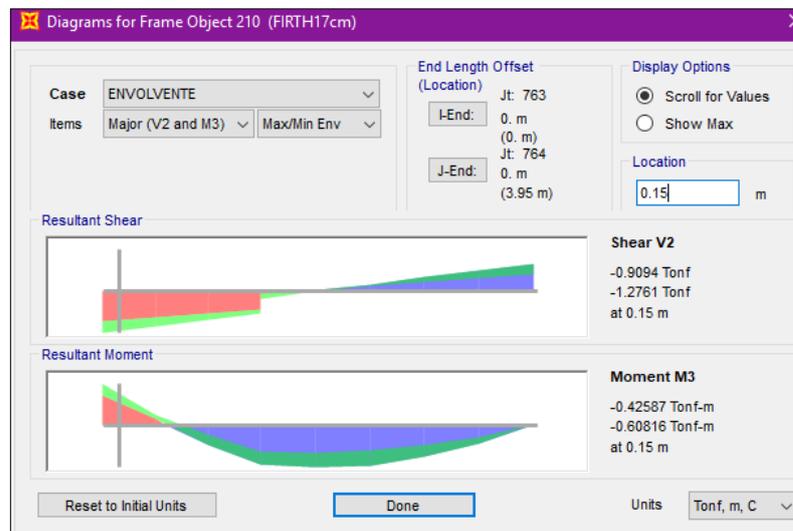


Figura 64. Cortante máxima del paño B del semisótano con el Svp

La cortante máxima es: $V_u = 1.28 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.25 \text{ ton} \leq 1.28 \text{ ton}$ (No Cumple $\phi V_c \geq V_{u \max}$)

La losa no cumple a cortante, por lo tanto, aplicamos la solución de retirar intercaladamente las bovedillas y reemplazarlas por concreto, hasta que se cumpla ($\phi V_c \geq V_{u \max}$).

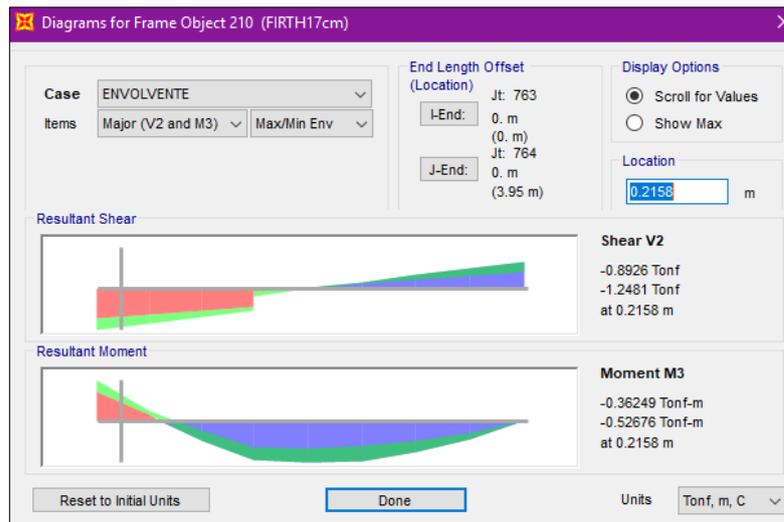


Figura 65. Cortante que cumple del paño B del semisótano con el Slvp

Teniendo que a 0.21m la cortante es menor a 1.25ton, se retirará una bovedilla de ladrillo, y se reemplazara por concreto.

- **Diseño del paño “C”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

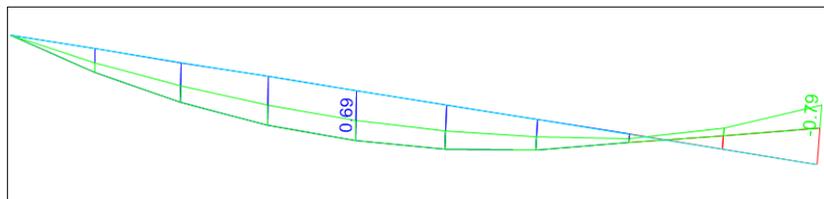


Figura 66. Momento flector del paño C del semisótano con el Slvp

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural.

- **Diseño de vigueta**

El máximo momento positivo es: M_u positivo = 690.00 kg.m, por lo tanto, se aplica la vigueta tipo V101, donde de acuerdo a los momentos admisibles esta soporta un M_u admisible=807 kg.m.

Se concluye con: $807 \text{ kg.m} \geq 6900 \text{ kg.m}$ ($Mu \text{ admisible} \geq Mu \text{ positivo}$) (Cumple)

➤ Diseño de acero negativo

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 31:
Aceros del paño C del semisótano del Slvp

Tramo	A Negativo	B Negativo
b (cm)	11	11
M (tn.m)	0.00	-0.79
As (cm ²)	0.00	1.57
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2+1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos, se tiene de la tabla para espesor de 17cm.

$$\phi V_c = 1.25 \text{ ton}$$

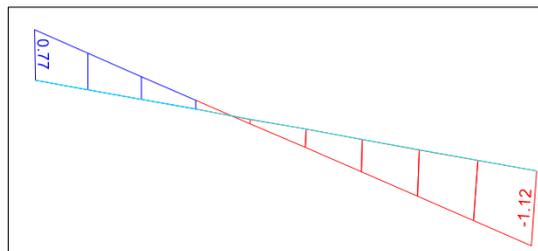


Figura 67. Fuerza c3rtante del paño C del semis3tano con el Slvp

Se puede observar en el diagrama de fuerza cortante presenta una cortante m3xima de 1.12, y ser3 menor aun si lo movemos a una distancia "d" de la cara de la viga, por lo que analizamos con el m3ximo mostrado.

La cortante máxima es: $V_u=1.12\text{ton}$.

Se concluye con: $1.25\text{ton} \geq 1.12\text{ton}$ (Cumple $\phi V_c \geq V_{u\max}$)

- **Diseño del paño “D”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

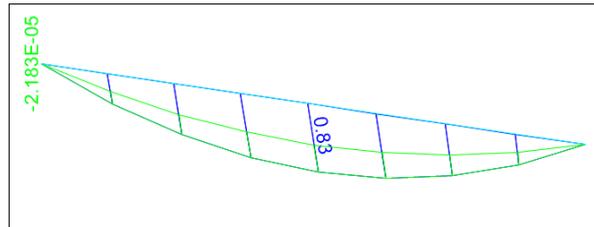


Figura 68. Momento flector del paño D del semisótano con el Slvp

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural.

- Diseño de vigueta

El máximo momento positivo es: $M_u \text{ positivo} = 830 \text{ kg.m}$, por lo tanto, se aplica la vigueta tipo V102, donde de acuerdo a los momentos admisibles esta soporta un $M_u \text{ admisible} = 1099 \text{ kg.m}$. Se concluye con: $1099 \text{ kg.m} \geq 830 \text{ kg.m}$ ($M_u \text{ admisible} \geq M_u \text{ positivo}$) (Cumple)

- Diseño de acero negativo

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 32:
Aceros del paño D del semisótano del Slvp

Tramo	A	B
	Negativo	Negativo
b (cm)	11	11
M (tn.m)	0.00	0.00
As (cm ²)	0.00	0.00
Acero	1Φ3/8	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos, se tiene de la tabla para espesor de 17cm.

$$\phi V_c = 1.25 \text{ ton}$$

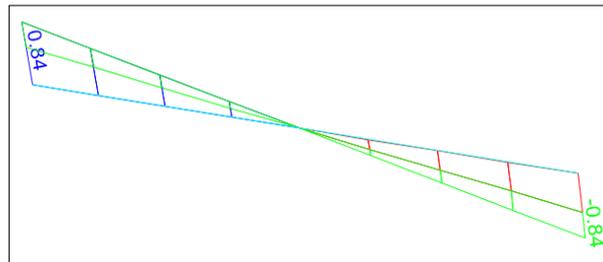


Figura 69. Fuerza cortante del paño D del semisótano con el Slvp

Se puede observar en el diagrama de fuerza cortante presenta una cortante máxima de 0.84, y será menor aun si lo movemos a una distancia “d” de la cara de la viga, por lo que analizamos con el máximo mostrado.

La cortante máxima es: $V_u = 0.84 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.25 \text{ ton} \geq 0.84 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “E”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

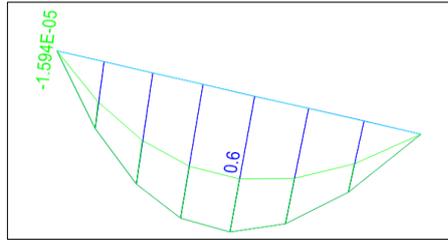


Figura 70. Momento flector del paño E del semisótano con el Slvp

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural.

➤ Diseño de vigueta

El máximo momento positivo es: $M_u \text{ positivo} = 600 \text{ kg.m}$, por lo tanto, se aplica la vigueta tipo V101 resulta adecuada para este paño por tener un $M_u \text{ admisible} = 807 \text{ kg.m}$; Se concluye con: $807 \text{ kg.m} \geq 600 \text{ kg.m}$ ($M_u \text{ admisible} \geq M_u \text{ positivo}$) (Cumple)

➤ Diseño de acero negativo

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 33:
Aceros del paño E del semisótano del Slvp

Tramo	A Negativo	B Negativo
b (cm)	11	11
M (tn.m)	0.00	0.00
As (cm ²)	0.00	0.00
Acero	1Φ3/8	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos, se tiene de la tabla para espesor de 17cm.

$$\emptyset V_c = 1.25 \text{ ton}$$

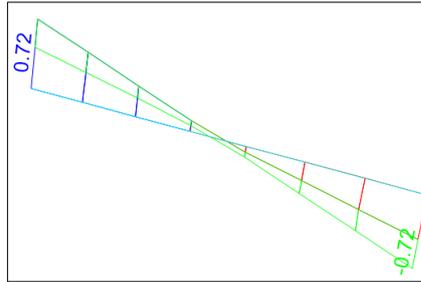


Figura 71. Fuerza cortante del paño E del semisótano con el Slvp

Se puede observar en el diagrama de fuerza cortante presenta una cortante máxima de 0.72, y será menor aun si lo movemos a una distancia “d” de la cara de la viga, por lo que analizamos con el máximo mostrado.

La cortante máxima es: $V_u=0.72$ ton.

Se concluye con: $1.25\text{ton} \geq 0.72\text{ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u\max}$) (Cumple)

Losa aligerada con viguetas pretensadas del 1ro al 5to piso

Comparamos los momentos últimos positivos de la vigueta con los momentos admisibles según la tabla. $M_u \text{ positivo} \leq M_{adm} \text{ vigueta}$. Para luego hacer el cálculo del acero negativo, teniendo en cuenta que la vigueta tiene un nervio de 11cm, y altura de 17cm, por lo tanto, $d=15$ cm. Mientras que para el diseño por cortante, nos basamos en el valor mostrado por el manual, el cual determinamos anteriormente cuyo valor es de :

$$\phi V_c=1.25 \text{ tn}$$

Se realiza el análisis estructural, obteniéndose los diagramas de momento flector y fuerza cortante. Valores que se utilizan para realizar el diseño de estos elementos.

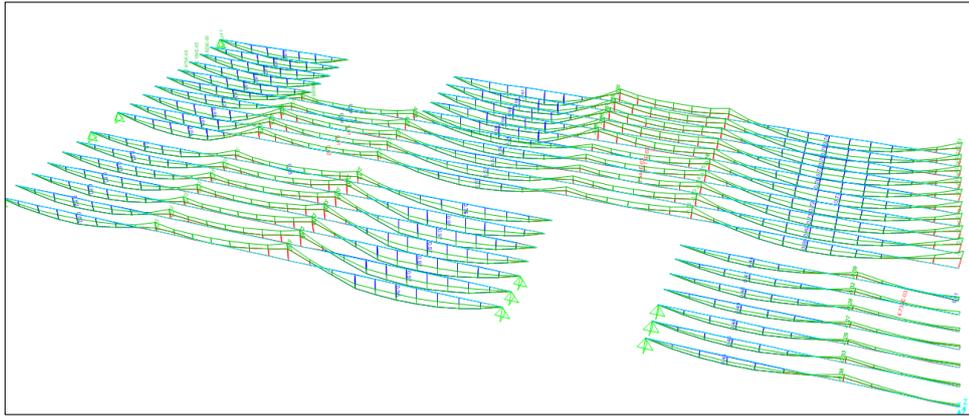


Figura 72. Diagrama de momentos flectores del 1ro al 5to piso con el Slvp

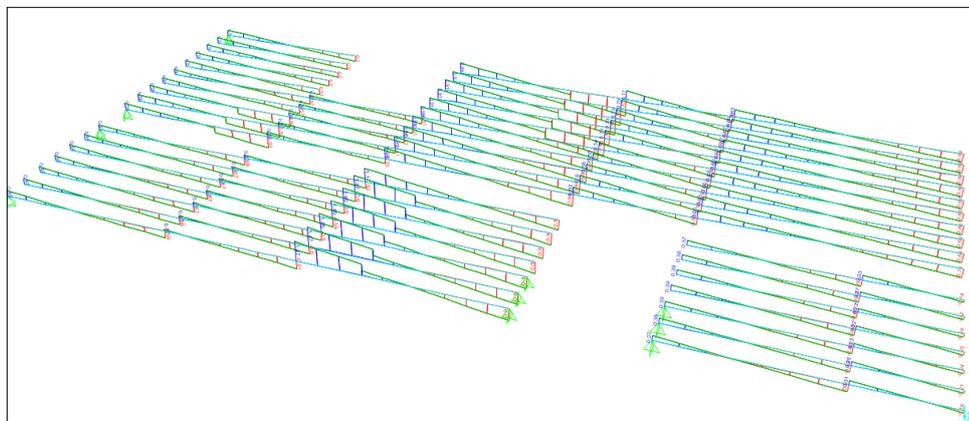


Figura 73. Diagrama de fuerzas cortantes del 1ro al 5to piso con el Slvp

- **Diseño del paño “A”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

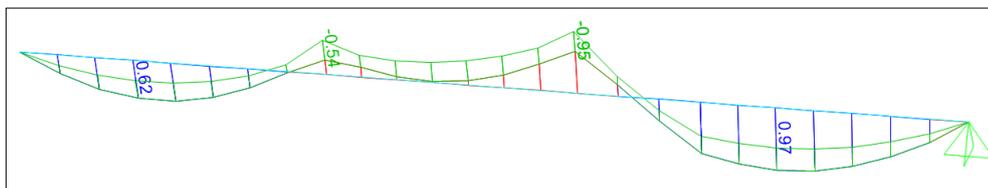


Figura 74. Momento flector del paño A del 1ro al 5to piso con el Slvp

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural.

➤ Diseño de vigueta

El máximo momento positivo es: $M_u \text{ positivo} = 970 \text{ kg.m}$, por lo tanto, se aplica la vigueta tipo V102, donde de acuerdo a los momentos admisibles esta soporta un $M_u \text{ admisible} = 1099 \text{ kg.m}$. Se concluye con: $1099 \text{ kg.m} \geq 970 \text{ kg.m}$ ($M_u \text{ admisible} \geq M_u \text{ positivo}$) (Cumple)

➤ Diseño de acero negativo

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 34:
Aceros del paño A del 1ro al 5to piso del Slvp

Tramo	A Negativo	B Negativo	C Negativo	D Negativo
b (cm)	11	11	11	11
M (tn.m)	0.00	-0.54	-0.95	0.00
As (cm ²)	0.00	1.03	1.95	0.00
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2+1Φ3/8	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos, se tiene de la tabla para espesor de 17cm.

$$\phi V_c = 1.25 \text{ ton}$$

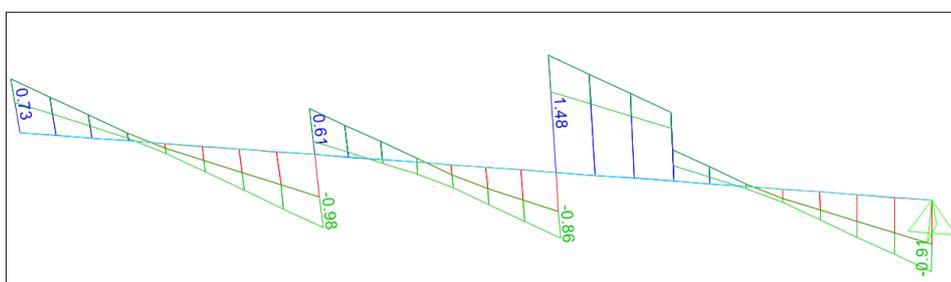


Figura 75. Fuerza cortante del paño A del 1ro al 5to piso con el Slvp

De acuerdo al diagrama de fuerzas cortantes, a una distancia “d” de la cara de la viga se tiene como cortante máxima:

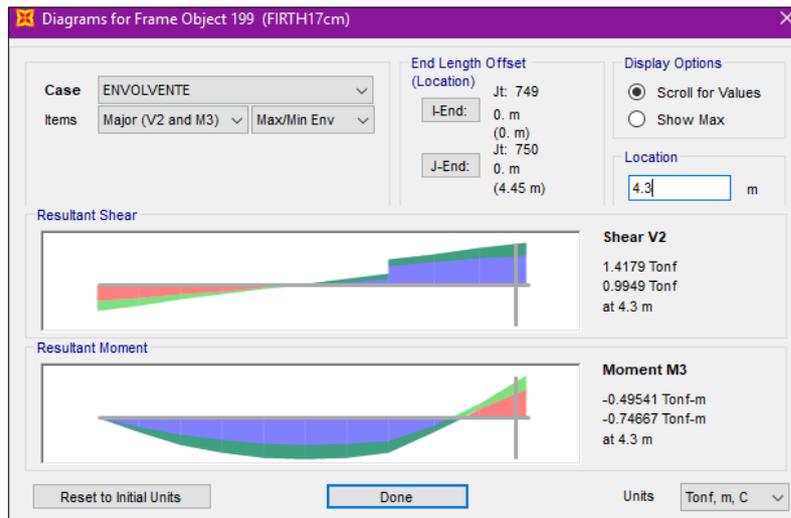


Figura 76. Cortante máxima del paño A del 1ro al 5to piso con el Slvp

La cortante máxima es: $V_u = 1.41 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.25 \text{ ton} \leq 1.41 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (No cumple Cuple)

Por lo tanto, como medida de solución se aplica la recomendación del manual, retirando bovedillas de arcilla y reemplazando por concreto, la longitud de reemplazo será de: $4.3 - 3.9 = 0.40 \text{ m}$.

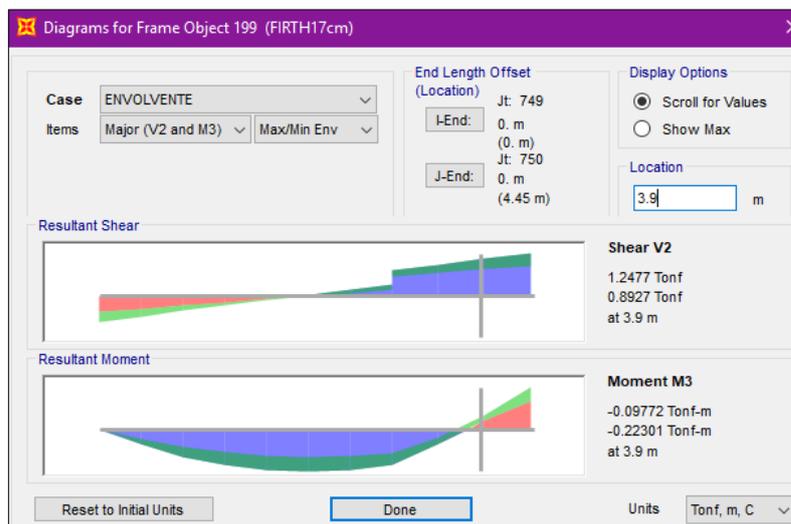


Figura 77. Cortante que cumple del paño A del 1ro al 5to piso con el Slvp

Finalmente se obtiene una cortante de 1.247 ton y se concluye con: $1.25 \text{ ton} \geq 1.247 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “B”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

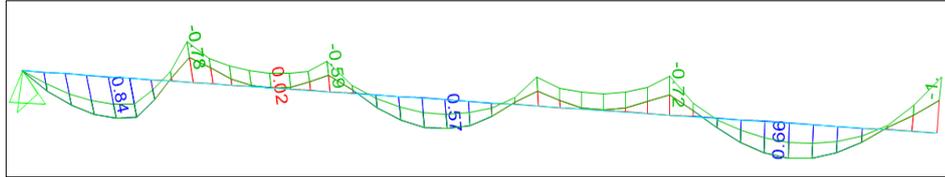


Figura 78. Momento flector del paño B del 1ro al 5to piso con el Slvp

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural.

- **Diseño de vigueta**

El máximo momento positivo es: $M_u \text{ positivo} = 840 \text{ kg.m}$, por lo tanto, se aplica la vigueta tipo V102, donde de acuerdo a los momentos admisibles esta soporta un $M_u \text{ admisible} = 1099 \text{ kg.m}$. Se concluye con: $1099 \text{ kg.m} \geq 840 \text{ kg.m}$ ($M_u \text{ admisible} \geq M_u \text{ positivo}$) (Cumple)

- **Diseño de acero negativo**

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 35:
Aceros del paño B del 1ro al 5to piso del Slvp

Tramo	A	B	C	D	E	F
	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
b (cm)	11	11	11	11	11	11
M (tn.m)	0.00	-0.78	-0.59	-0.45	-0.72	-1.00
As (cm ²)	0.00	1.55	1.13	0.84	1.41	2.07
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2 +1Φ3/8	1Φ1/2	1Φ1/2	2Φ3/8	1Φ1/2 +1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos, se tiene de la tabla para espesor de 17cm.

$$\phi V_c = 1.25 \text{ ton}$$

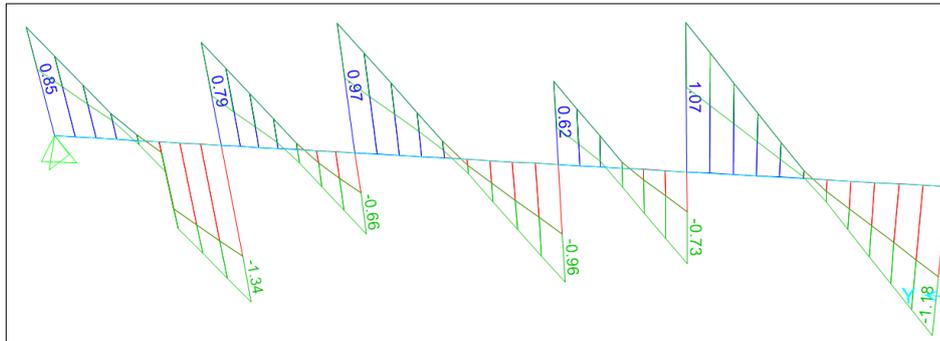


Figura 79. Fuerza cortante del paño B del 1ro al 5to piso con el Slvp

De acuerdo al diagrama de fuerzas cortantes, a una distancia “d” de la cara de la viga se tiene como cortante máxima:



Figura 80. Cortante máxima del paño B del 1ro al 5to piso con el Slvp

La cortante máxima es: $V_u = 1.22 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.25 \text{ ton} \geq 1.22 \text{ ton}$ (Cumple $\phi V_c \geq V_{u \max}$)

- **Diseño del paño “C”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

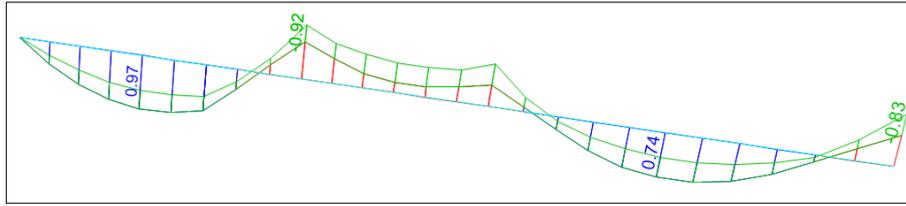


Figura 81. Momento flector del paño C del 1ro al 5to piso con el Slvp

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural.

➤ Diseño de vigueta

El máximo momento positivo es: $M_u \text{ positivo} = 970 \text{ kg.m}$, por lo tanto, se aplica la vigueta tipo V102, donde de acuerdo a los momentos admisibles esta soporta un $M_u \text{ admisible} = 1099 \text{ kg.m}$. Se concluye con: $1099 \text{ kg.m} \geq 970 \text{ kg.m}$ ($M_u \text{ admisible} \geq M_u \text{ positivo}$) (Cumple)

➤ Diseño de acero negativo

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 36:
Aceros del paño C del 1ro al 5to piso del Slvp

Tramo	A Negativo	B Negativo	C Negativo	D Negativo
b (cm)	11	11	11	11
M (tn.m)	0.00	-0.92	-0.69	-0.83
As (cm ²)	0.00	1.87	1.35	1.66
Acero	1Φ3/8	1Φ1/2+1Φ3/8	2Φ3/8	1Φ1/2+1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos, se tiene de la tabla para espesor de 17cm.

$$\phi V_c = 1.25 \text{ ton}$$

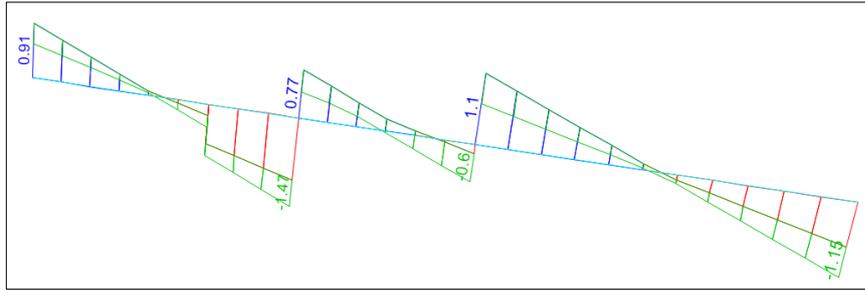


Figura 82. Fuerza cortante del paño C del 1ro al 5to piso con el Slvp

De acuerdo al diagrama de fuerzas cortantes, a una distancia “d” de la cara de la viga se tiene como cortante máxima:

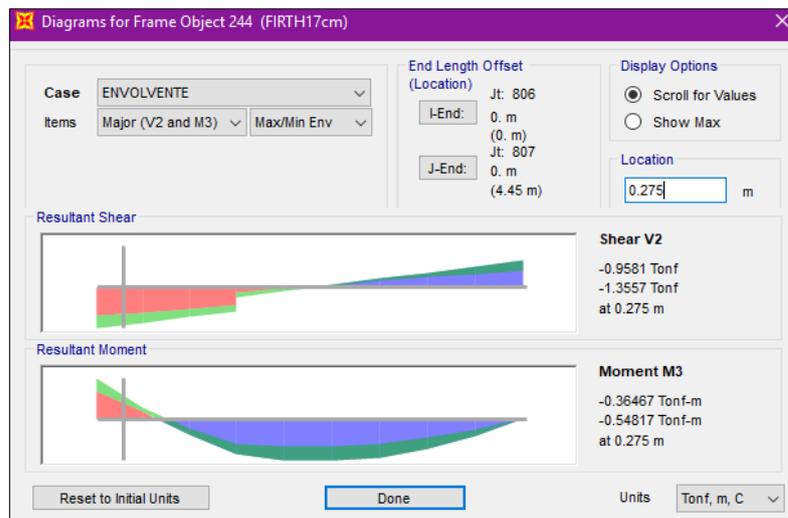


Figura 83. Cortante máxima del paño C del 1ro al 5to piso con el Slvp

La cortante máxima es: $V_u = 1.36 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.25 \text{ ton} \leq 1.36 \text{ ton}$ (No Cumple $\phi V_c \geq V_{u \max}$)

La losa no cumple a cortante, por lo tanto, aplicamos la solución de retirar intercaladamente las bovedillas y reemplazarlas por concreto, hasta que se cumpla ($\phi V_c \geq V_{u \max}$):

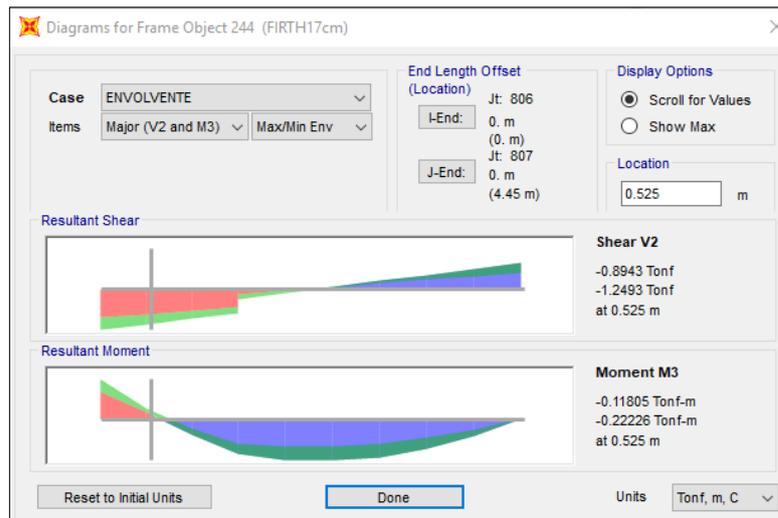


Figura 84. Cortante que cumple del paño C del 1ro al 5to piso con el Slvp

Retiramos una bovedilla de ancho mínimo de $0.525 - 0.125\text{m} = 0.40\text{m}$ y obtenemos

La cortante máxima es: $V_u = 1.249\text{ton}$.

Se concluye con: $1.25\text{ton} \geq 1.249\text{ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u\text{max}}$) (Cumple), con la solución de retirar dos bovedillas y reemplazarla por concreto.

- **Diseño del paño "D"**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

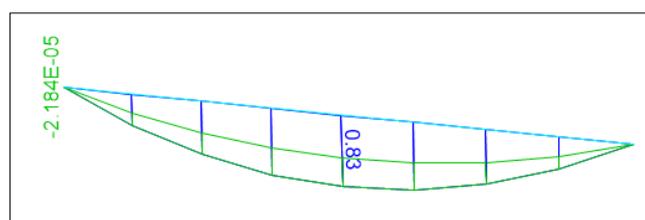


Figura 85. Momento flector del paño D del 1ro al 5to piso con el Slvp

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural:

➤ Diseño de vigueta

El máximo momento positivo es: $M_u \text{ positivo} = 830 \text{ kg.m}$, por lo tanto, se aplica la vigueta tipo V102, donde de acuerdo a los momentos admisibles esta soporta un $M_u \text{ admisible} = 1099 \text{ kg.m}$. Se concluye con: $1099 \text{ kg.m} \geq 830 \text{ kg.m}$ ($M_u \text{ admisible} \geq M_u \text{ positivo}$) (Cumple)

➤ Diseño de acero negativo

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 37:
Aceros del paño D del 1ro al 5to piso del Slvp

Tramo	A Negativo	B Negativo
b (cm)	11	11
M (tn.m)	0.00	0.00
As (cm ²)	0.00	0.00
Acero	1Φ3/8	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos, se tiene de la tabla para espesor de 17cm.

$$\phi V_c = 1.25 \text{ ton}$$

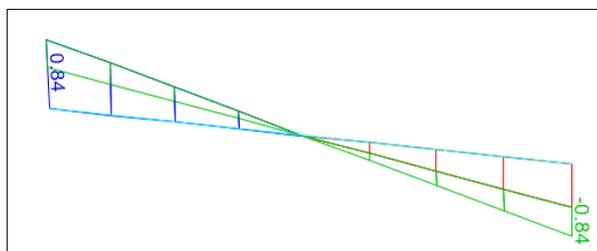


Figura 86. Fuerza cortante del paño D del 1ro al 5to piso con el Slvp

Se puede observar en el diagrama de fuerza cortante presenta una cortante máxima de 0.84, y será menor aun si lo movemos a una distancia “d” de la cara de la viga, por lo que analizamos con el máximo mostrado.

La cortante máxima es: $V_u=0.84 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.25 \text{ ton} \geq 0.84 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

- **Diseño del paño “E”**

Se calcula el acero positivo y negativo que requiere la sección, con los valores del diagrama de momento flector.

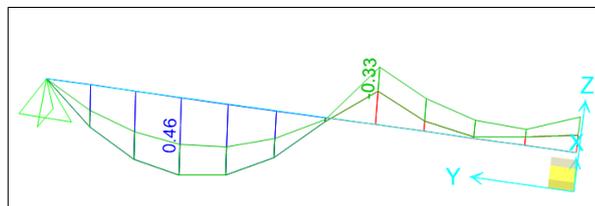


Figura 87. Momento flector del paño E del 1ro al 5to piso con el Slvp

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural:

- **Diseño de vigueta**

El máximo momento positivo es: $M_u \text{ positivo} = 460 \text{ kg.m}$, por lo tanto, se aplica la vigueta tipo V101 resulta adecuada para este paño por tener un $M_u \text{ admisible} = 807 \text{ kg.m}$; Se concluye con: $807 \text{ kg.m} \geq 460 \text{ kg.m}$ ($M_u \text{ admisible} \geq M_u \text{ positivo}$) (Cumple)

- **Diseño de acero negativo**

El diseño se efectúa de acuerdo a los momentos obtenidos del análisis estructural, se muestra la tabla de diseño, obteniéndose las cuantías y acero colocado.

Tabla 38:
Aceros del paño E del 1ro al 5to piso del Slvp

Tramo	A	B	C
	Negativo	Negativo	Negativo
b (cm)	11	11	11
M (tn.m)	0.00	-0.33	-0.18
As (cm ²)	0.00	0.61	0.32
Acero	1Φ3/8	1Φ3/8	1Φ3/8

Nota. Fuente: Elaboración propia

Toda la fuerza cortante debe ser resistida por el concreto del alma de las viguetas para que ésta no lleve estribos, se tiene de la tabla para espesor de 17cm.

$$\phi V_c = 1.25 \text{ ton}$$

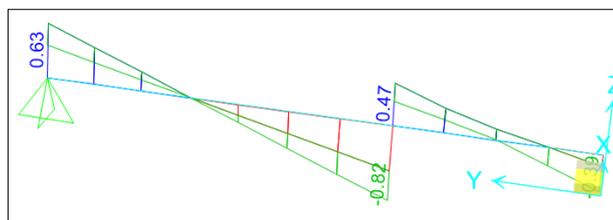


Figura 88. Fuerza cortante del paño E del 1ro al 5to piso con el Slvp

Se puede observar en el diagrama de fuerza cortante presenta una cortante máxima de 0.94, y será menor aun si lo movemos a una distancia “d” de la cara de la viga, por lo que analizamos con el máximo mostrado.

La cortante máxima es: $V_u = 0.82 \text{ ton}$.

Se concluye con: $1.25 \text{ ton} \geq 0.82 \text{ ton}$ ($\phi V_c \geq V_{u \max}$) (Cumple)

Los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas son variables o diferentes a los resultados del diseño del sistema losa convencional teniendo así que para el primer sistema mencionado el peralte o altura de losa es de 17cm, con separación de viguetas a cada 50 cm, con distribución de aceros negativos con barras de 3/8" y de 1/2", y las viguetas pretensadas V-101 y V-102. Y para el segundo sistema se tiene un peralte o altura de losa de 20 cm, con separación de viguetas a cada 40 cm, con la distribución de aceros positivos y negativos con barras de 3/8" y de 1/2".

b) Comportamiento estructural de la edificación:

b.1. Modelamiento en el programa ETABS:

Arquitectura del Proyecto

El proyecto es un edificio que tiene 213.96m² de área techada, consta de 5 pisos (cada nivel destinado a departamentos) y un semisótano, la altura de entrepiso es de 2.70m.

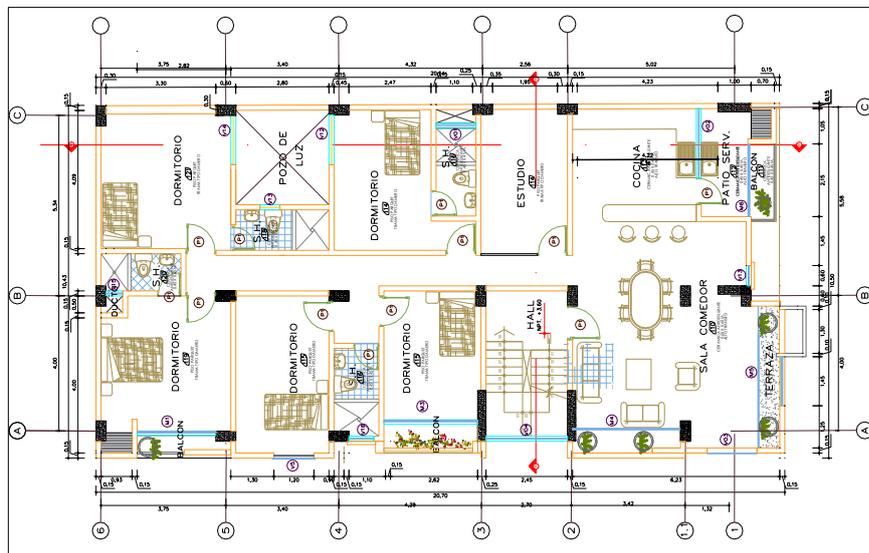


Figura 89. Arquitectura de la planta típica

Modelo Estructural

Para realizar el análisis sísmico de esta estructura se utilizó el programa ETABS 2016 con aplicación del RNE E.030 “Diseño Sismorresistente”, Las características y procedimientos de modelado son las siguientes:

- La estructura del edificio “CONSELL”, está destinada al uso de departamentos, que según el RNE E.030, muestra que la edificación es de tipo Edificaciones comunes “C”, parámetro importante para obtener el peso sísmico de la estructura.
- En el Etabs, se definieron los materiales a utilizar como el concreto y el acero de refuerzo con las siguientes propiedades mecánicas:
Material concreto: $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, $E=2.17 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ y módulo de Poisson=0.15.
Material Acero de refuerzo: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box with the following settings:

- General Data:**
 - Material Name: Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
 - Material Type: Concrete
 - Directional Symmetry Type: Isotropic
 - Material Display Color: (Grey swatch) Change...
 - Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:**
 - Specify Weight Density Specify Mass Density
 - Weight per Unit Volume: 2.4 tonf/m³
 - Mass per Unit Volume: 0.244732 tonf-s²/m⁴
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 2173706.51 tonf/m²
 - Poisson's Ratio, U: 0.15
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.000099 1/C
 - Shear Modulus, G: 945089.79 tonf/m²
- Design Property Data:**
 - Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:**
 - Nonlinear Material Data...
 - Material Damping Properties...
 - Time Dependent Properties...

Figura 90. Definición de las propiedades del concreto

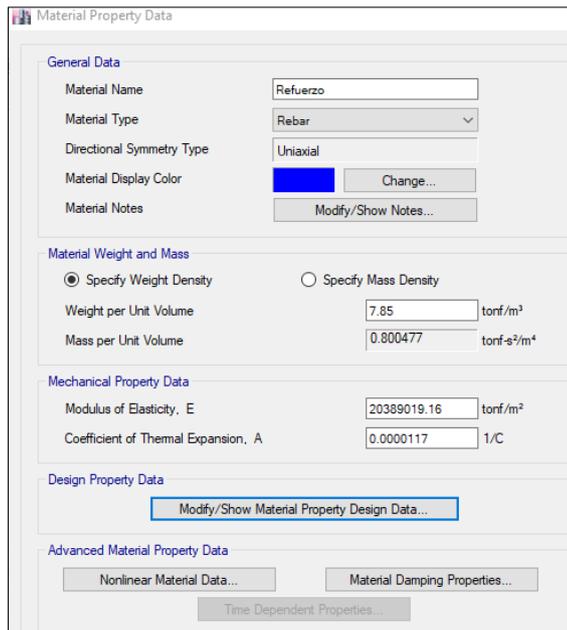


Figura 91. Definición de las propiedades del acero de refuerzo

- A continuación, se definen las secciones de los elementos (vigas, columnas, placas, muros de sótano, losas con viguetas pretensadas, losas convencionales) que conforman el casco de la estructura.

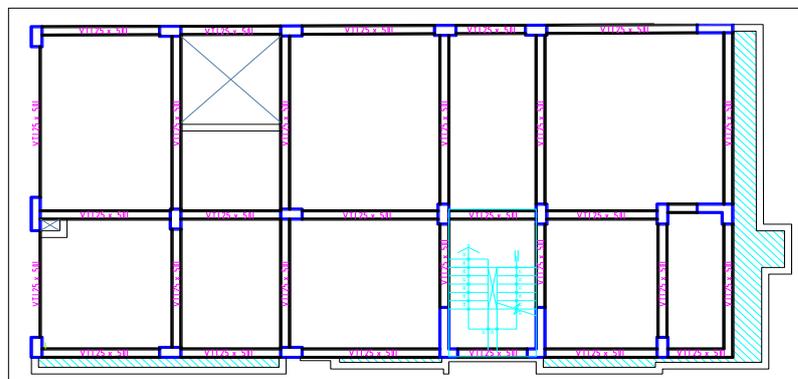


Figura 92. Estructuración en planta

- Se usó elementos tipo frame para modelar las vigas, viguetas pretensadas, viguetas convencionales y columnas todas de acuerdo a las dimensiones obtenidas del predimensionamiento.

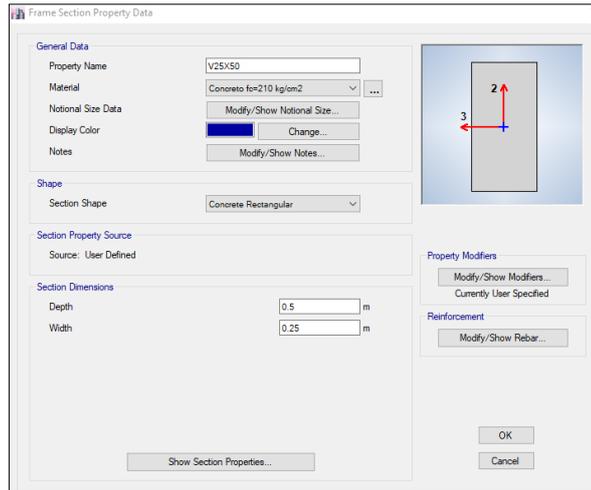


Figura 93. Definición de la sección de viga

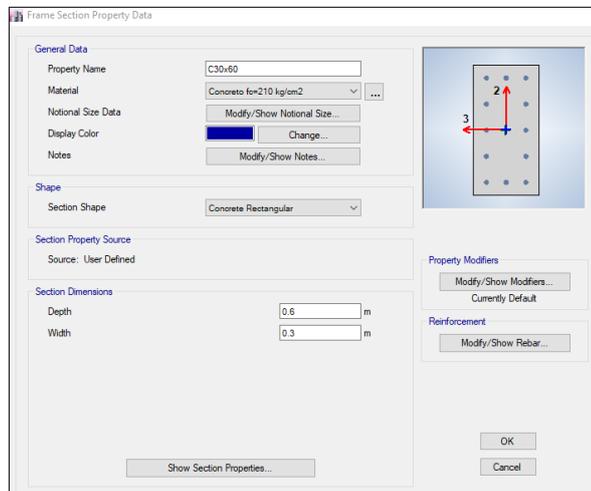


Figura 94. Definición de la sección de columna

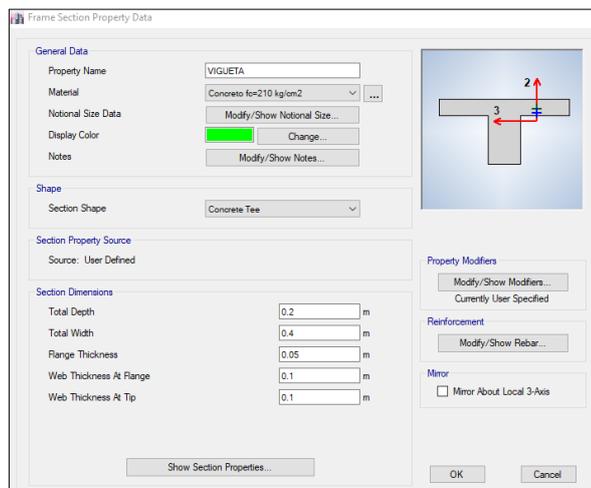


Figura 95. Definición de viguetas h=20cm

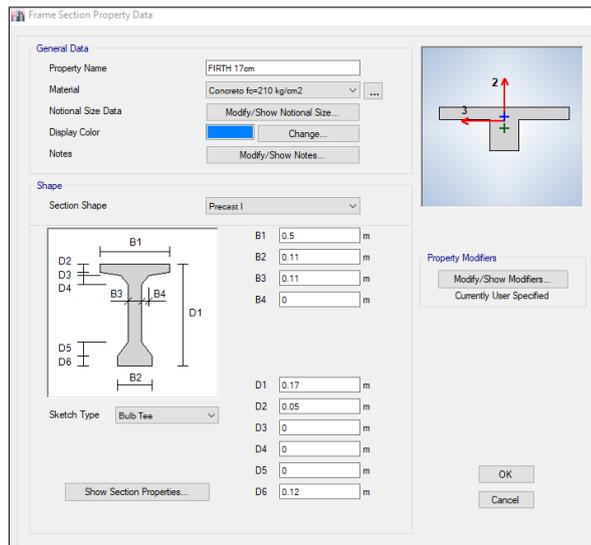


Figura 96. Definición de viguetas h=17cm

- Definición de losas macizas ubicadas en volado, estos elementos se modelan como elemento tipo shell con espesor definido, para considerar el aporte de rigidez a cargas horizontales.

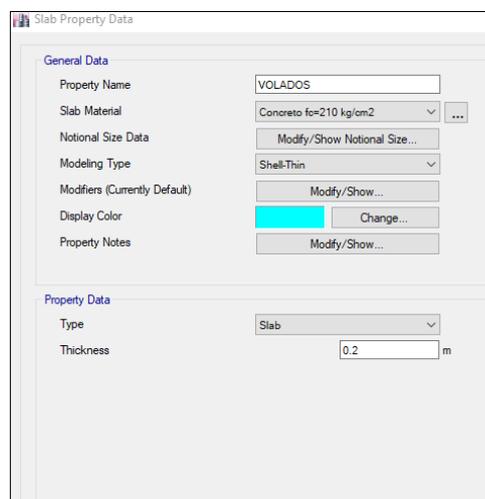


Figura 97. Definición de losas macizas en volados

- Se aplican los elementos frame creados en la sección anterior, y se realiza el modelamiento estructural, considerando la correcta ubicación de cada elemento de acuerdo a la estructuración.

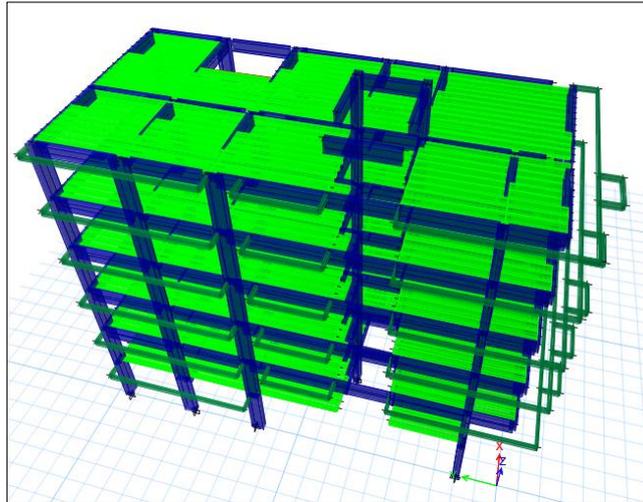


Figura 98. Modelo matemático de la edificación Consell (elementos frame)

- Los muros estructurales (placas) se modelaron como elementos tipo shell, para tomar las cortantes de entrepiso en la base.

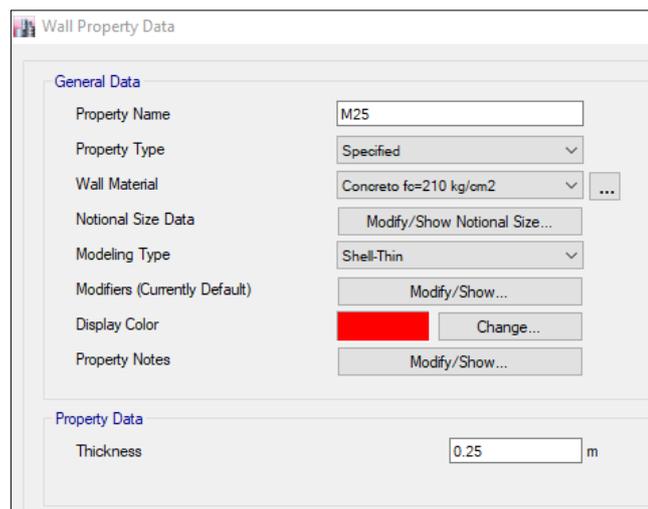


Figura 99. Definición de placas de concreto armado

- Se aplican los elementos shell creados en la sección anterior, y se complementa el modelo estructural anterior.

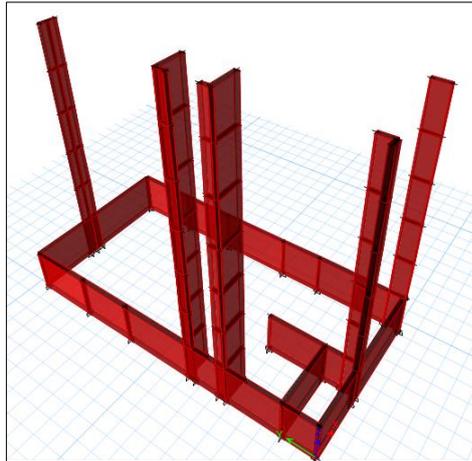


Figura 100. Modelamiento matemático de la edificación Consell (elementos Shell)

- Finalmente se tiene el modelo estructural concluido para el respectivo análisis sísmico.

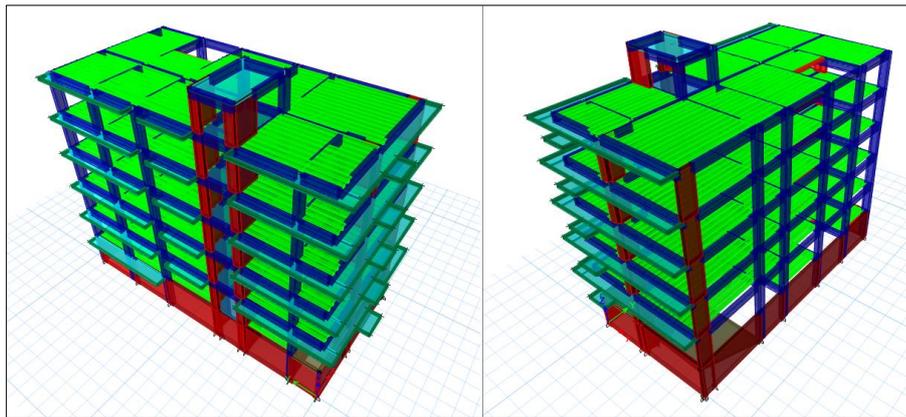


Figura 101. Modelo estructural del edificio Consell

- Se definieron cuatro patrones de carga, la carga muerta (Dead), carga viva (Live), Sxe e Sye (Sismos estáticos), para aplicarlas a la edificación.

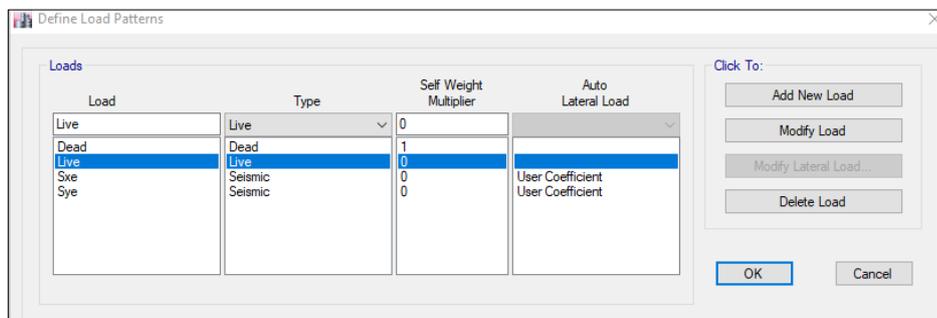


Figura 102. Patrones de carga

- Se asignaron las cargas de gravedad (muerta y viva) definidas mediante el metrado de cargas.

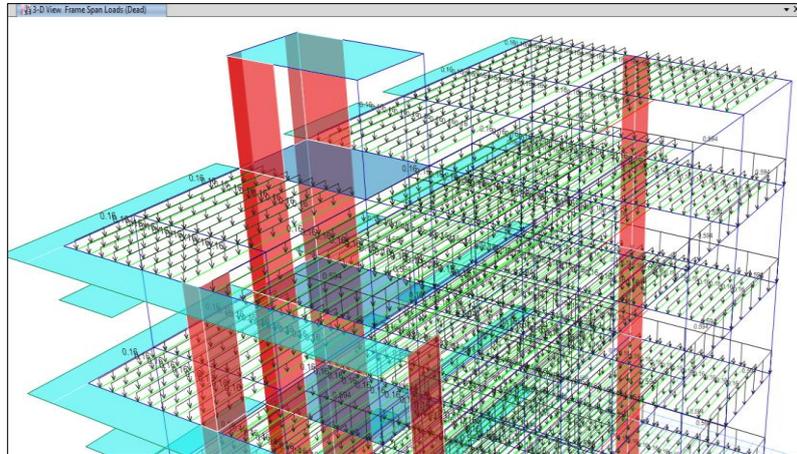


Figura 103. Aplicación de cargas en cada una de las viguetas

- El RNE E.030, en su capítulo 4.3, menciona el porcentaje de carga viva a considerar para el peso sísmico, basándonos en ello ya que nos encontramos en la categoría “C”, tomamos el 25% de la carga viva. Adicional a esta, en el capítulo 4.5.5 nos menciona, tomar una excentricidad del centro de masa del 5% en ambas direcciones de análisis. Por lo tanto, se definió la masa de la edificación en base a las cargas de gravedad, de acuerdo a la norma E030, para edificaciones tipo C.

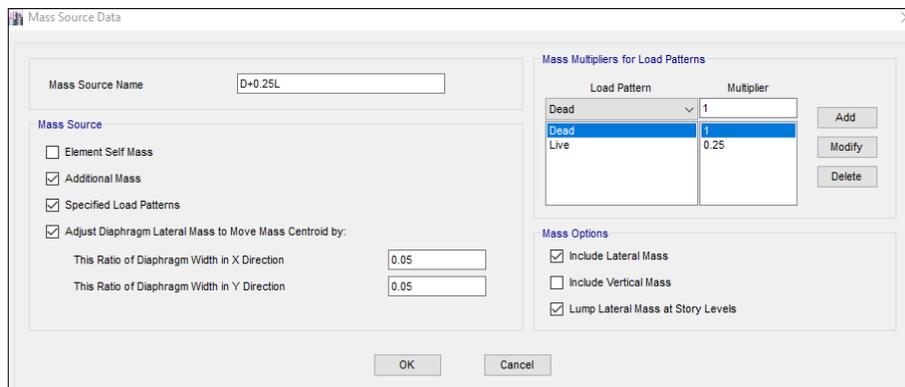


Figura 104. Fuente de masa y excentricidad del centro de masa

- Se definió y asignó cada piso como diafragma rígido, que permitirá una compatibilidad de deformaciones entre extremos. Cada diafragma tiene tres grados de libertad, dos que son en traslación en cada dirección y otra de rotación en el plano.

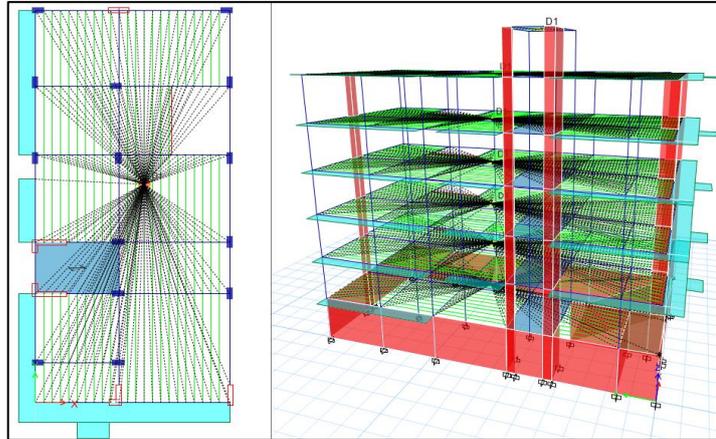


Figura 105. Diafragma rígido en losas

- Se tiene el modelo de la edificación con ambos sistemas de losas, las cuales se presentan a continuación, tanto en planta como en vista 3D.

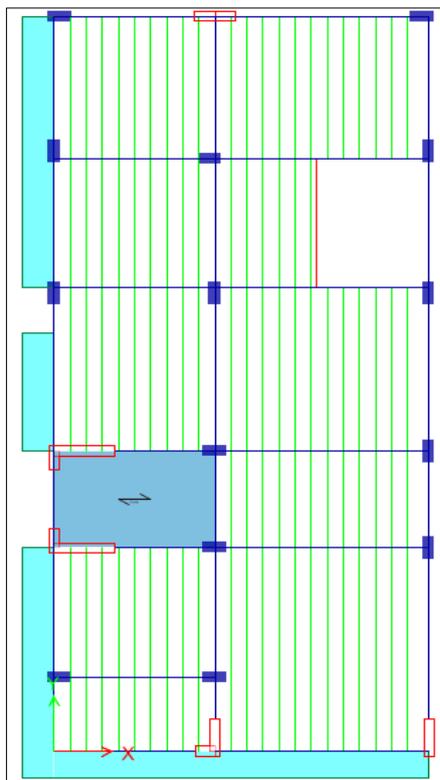


Figura 106. Planta típica del modelo con el Slc (viguetas @0.40m)

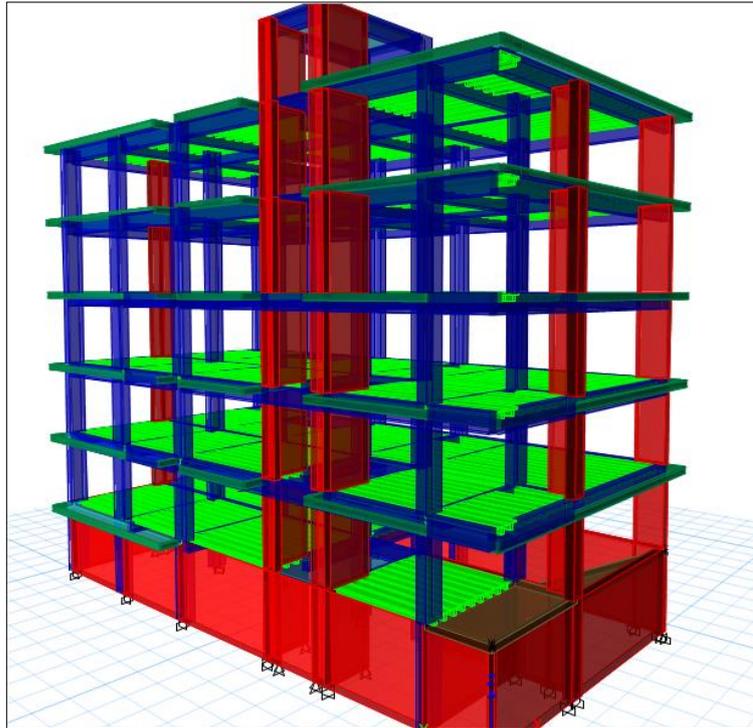


Figura 107. Modelo de la estructura en 3D con el Slc

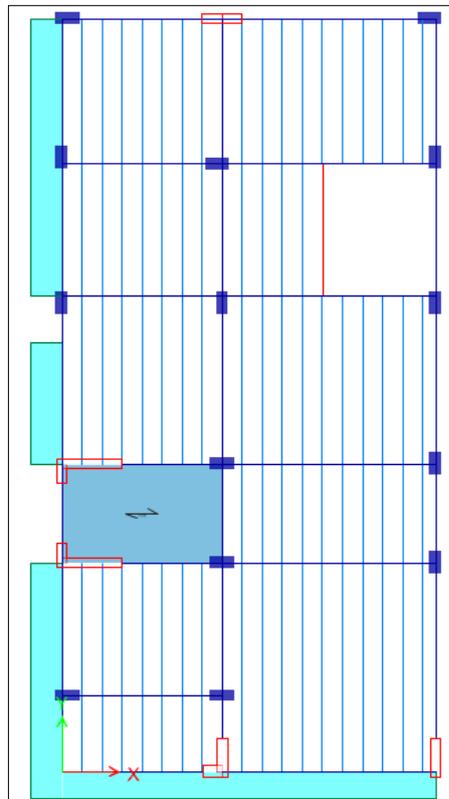


Figura 108. Planta típica del modelo con el Slvp (viguetas @0.50m)

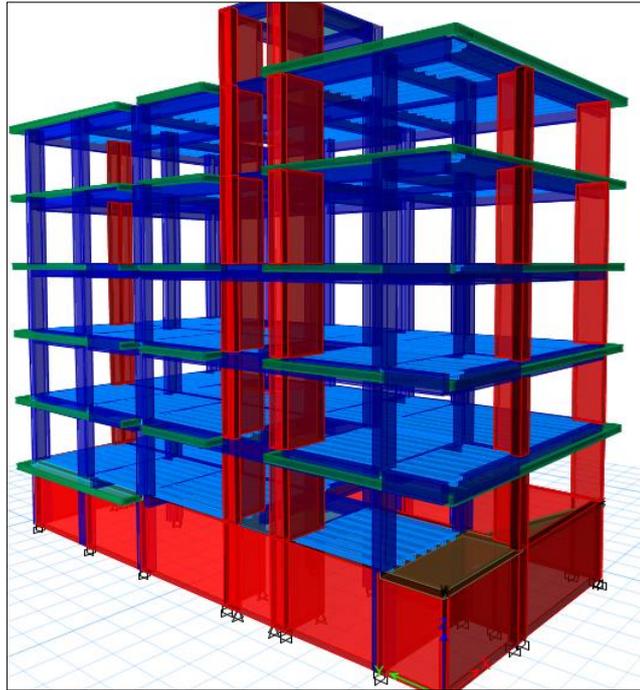


Figura 109. Modelo de la estructura en 3D con el Slvp

b.2. Parámetros sísmicos:

Se tienen los siguientes valores para la edificación Consell.

Tabla 39:
Parámetros sísmicos del proyecto

Parámetro	Valor
Edificación	Categoría C
Zonificación sísmica	Z=0.35 (Zona 3)
Suelo	1.15
TP	0.6
TL	2.0

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Factor de amplificación sísmica, C

Para el presente trabajo se utilizará la primera fórmula que nos proporciona la norma, ya que nuestros periodos son menores que T_p .

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

Se obtuvo el factor de amplificación sísmica de los modelos tridimensionales del análisis sísmico para una misma estructura con distintos tipos de losa, como se muestra a continuación:

Tabla 40:
Factor de amplificación sísmica por cada dirección

Losa	Txx	Tyy	Cxx	Cyy
Aligerado convencional	0.421	0.391	2.5	2.5
Aligerado con viguetas pretensadas	0.417	0.387	2.5	2.5

Nota. Fuente: Elaboración propia.

b.3. Parámetros estructurales:

Categoría de la edificación y Factor de uso o importancia U

En este proyecto se tiene una edificación destinada a vivienda y departamentos, por lo tanto, es clasificado en la categoría C Edificaciones comunes, con un factor de uso $U = 1.0$.

Configuración estructural

El proyecto se clasifica como una estructura Irregular, esto se demuestra con el análisis de las irregularidades, teniendo lo siguiente:

Dirección X: Irregularidad Torsional ($I_p=0.75$)

Dirección Y: Irregularidad de Rigidez – Piso Blando ($I_a=0.75$).

IRREGULARIDADES NORMA E.030 (2016)				RESULTADO	
IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL		FACTOR	CONDICIÓN	DIR X-X	DIR Y-Y
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA: I_a		I_a			
1. IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO	(Post analisis)	0.75		REGULAR	IRREGULAR
2. IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL	(post analisis)	0.75		REGULAR	REGULAR
3. IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ	(post analisis)	0.5	Ver tabla N°10	REGULAR	REGULAR
4. IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA	(post analisis)	0.5	Ver tabla N°10	REGULAR	REGULAR
5. IRREGULARIDAD DE MASA O PESO	(Con el modelo)	0.9		REGULAR	
6. IRREGULARIDAD GEOMÉTRICA VERTICAL	(pre analisis - Con Plan	0.9		REGULAR	REGULAR
7. DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES	(Con Planos y post ana	0.8		REGULAR	
8. DISCONTINUIDAD EXTREMA DE LOS SISTEMAS RESISTENTES	(Con Planos y post ana	0.6	Ver tabla N°10	REGULAR	
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA: I_p		I_p			
1. IRREGULARIDAD TORSIONAL	(post analisis)	0.75		IRREGULAR	REGULAR
2. IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA	(post analisis)	0.6	Ver tabla N°10	REGULAR	REGULAR
3. ESQUINAS ENTRANTES	(pre analisis - Con plan	0.9		IRREGULAR	REGULAR
4. DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA	(pre analisis - Con plan	0.85		REGULAR	
5. SISTEMAS NO PARALELOS	(pre analisis - Con plan	0.9		REGULAR	REGULAR

Figura 110. Irregularidades de la estructura

Coeficiente de Reducción Sísmica, R

En las tablas siguientes se puede observar el porcentaje de cortante en la base que absorben los muros estructurales y las columnas para cada tipo de edificación, hace que la estructura sea Dual con un factor de $R_o=7$, al tener irregularidades se procede a obtener R, por lo tanto:

Tabla 41:
Fuerzas cortantes en la estructura

	Fuerza cortante en la base			
	Sismo X-X		Sismo Y-Y	
	Cortante (ton)	%	Cortante (ton)	%
Muros	43.66	52.99%	22.69	38.63%
Columnas	38.73	47.01%	36.04	61.37%
Total:	82.39	100.00%	58.73	100.00%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

$$R_x = 7 * (0.75) * 1 = 5.25$$

$$R_y = 7 * 1 * 0.75 = 5.25$$

b.4. Análisis sísmico estático:

Peso de la edificación

El modelo computacional toma en cuenta esta consideración para hallar el peso total de la edificación, como se muestra a continuación.

Tabla 42:
Resumen de peso de la estructura con el Slc

Nivel	Aligerado convencional			
	Peso acumulado	Peso por piso	Altura acumulada	Altura de entrepiso
	(ton)	(ton)	(m)	(m)
TA	18.7332	18.73	18.5	2.3
Piso 5	156.65	156.65	16.2	2.7
Piso 4	334.92	178.268	13.5	2.7
Piso 3	513.19	178.268	10.8	2.7
Piso 2	691.46	178.268	8.1	2.7
Piso 1	869.73	178.268	5.4	2.7
TS	1100.42		2.7	2.7
PESO=	869.73	Peso de la estructura		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43:
Resumen de peso de la estructura con el Slvp

Aligerado con viguetas pretensadas				
Nivel	Peso acumulado (ton)	Peso por piso (ton)	Altura acumulada (m)	Altura de entrepiso (m)
TA	18.7332	18.73	18.5	2.3
Piso 5	151.62	151.62	16.2	2.7
Piso 4	324.85	173.2367	13.5	2.7
Piso 3	498.09	173.2368	10.8	2.7
Piso 2	671.33	173.2367	8.1	2.7
Piso 1	844.56	173.2368	5.4	2.7
TS	1071.23		2.7	2.7
PESO=	844.56	Peso de la estructura		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Fuerza cortante en la base

Aplicando la fórmula y teniendo los datos ya establecidos previamente se obtiene:

En cada dirección para estructura con aligerado convencional

$$V_{x-x} = V_{y-y} = \frac{0.35 \times 1 \times 2.5 \times 1.15}{5.25} \times 869.73 \text{ Ton} = 166.70 \text{ Ton} = 19.17\%P$$

$$\frac{C}{R} = \frac{2.5}{5.25} = 0.476 \geq 0.125$$

En cada dirección para estructura con aligerado con viguetas pretensadas

$$V_{x-x} = V_{y-y} = \frac{0.35 \times 1 \times 2.5 \times 1.15}{5.25} \times 844.56 \text{ Ton} = 161.87 \text{ Ton} = 19.17\%P$$

$$\frac{C}{R} = \frac{2.5}{5.25} = 0.4167 \geq 0.125$$

Tabla 44:
Cortante basal estática

Cortante basal	Sistema losa convencional	Sistema losa con viguetas pretensadas
Cortante basal estática en x-x	166.70	161.87
Cortante basal estática en y-y	166.70	161.87

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Distribución de fuerzas en altura

Para el siguiente cálculo se necesitó del factor k el cual se encuentra definido en el artículo 4.5.3 de la E.030, en nuestro caso debido a que nuestros periodos son menores que 0.5 tanto para “x” como para “y”, se utilizó un $k=1$.

Tabla 45:
Distribución de fuerzas en altura de la estructura con el Slc

Nivel	Peso (ton)	he (m)	Aligerado convencional					Fx,y (tonf)	Mx=Fx.hi (ton-m)
			hi (m)	hi ^k (m)	Pe(hi) ^k (m)	ai			
TA	18.7332	2.3	15.8	15.80	295.98	0.04246	7.077733	111.82818	
T5	137.9193	2.7	13.5	13.50	1861.91	0.26709	44.52295	601.05983	
T4	178.2683	2.7	10.8	10.80	1925.30	0.27618	46.03869	497.2179	
T3	178.2683	2.7	8.1	8.10	1443.97	0.20714	34.52902	279.68507	
T2	178.2682	2.7	5.4	5.40	962.65	0.13809	23.01933	124.30441	
T1	178.2683	2.7	2.7	2.70	481.32	0.06905	11.50967	31.076119	
SUMA	869.73			TOTAL:	6971.14	ton		1645.17	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46:
Distribución de fuerzas en altura de la estructura con el Slvp

Nivel	Peso (ton)	he (m)	Aligerado con viguetas pretensadas					Fx,y (tonf)	Mx=Fx.hi (ton-m)
			hi (m)	hi ^k (m)	Pe(hi) ^k (m)	ai			
TA	18.7332	2.3	15.8	15.80	295.98	0.04374	7.079983	111.86374	
T5	132.8839	2.7	13.5	13.50	1793.93	0.26509	42.91107	579.29942	
T4	173.2367	2.7	10.8	10.80	1870.96	0.27647	44.75348	483.33762	
T3	173.2368	2.7	8.1	8.10	1403.22	0.20735	33.56513	271.87757	
T2	173.2367	2.7	5.4	5.40	935.48	0.13823	22.37674	120.83441	
T1	173.2368	2.7	2.7	2.70	467.74	0.06912	11.18838	30.208619	
SUMA	844.56			TOTAL:	6767.31	ton		1597.42	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

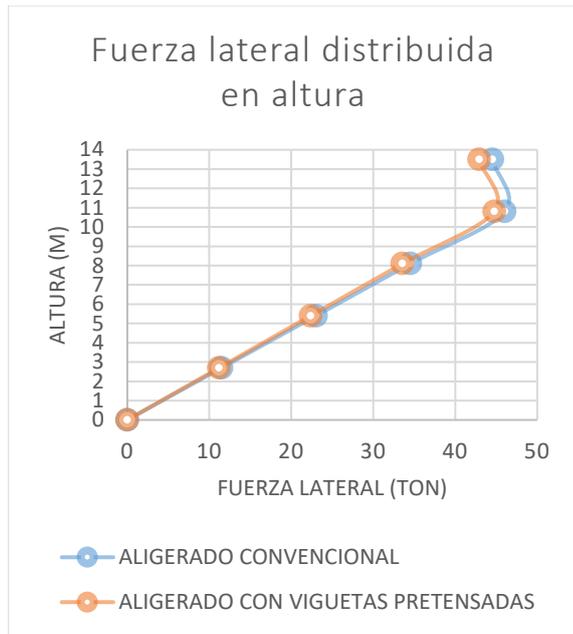


Figura 111. Comparación de fuerzas laterales sísmicas

b.5. Análisis sísmico dinámico:

Frecuencia y modos de vibración

Se definió el análisis modal con tres grados de libertad por piso, donde nos recomiendan en el capítulo 4.6.1, considerar por lo menos 3 modos de vibración (dos traslacionales y un rotacional) por piso, donde al tener 5 niveles por 3 modos se considera un mínimo de 15 modos de vibración.

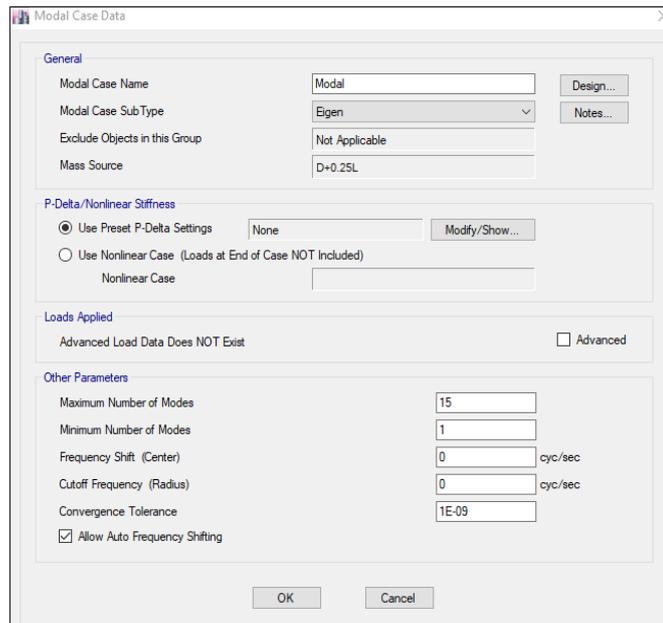


Figura 112. Definición de modos de vibración de estructura

Tabla 47:
Periodos de vibración con el Slc

Aligerado convencional				
Modo	Periodo sec	% en X-X	% en Y-Y	% en Rz
1	0.421	63.11%	2.33%	13.71%
2	0.391	11.69%	42.09%	25.15%
3	0.357	3.00%	35.71%	40.31%
4	0.124	6.23%	1.71%	3.60%
5	0.116	3.59%	8.36%	0.09%
6	0.107	3.21%	1.23%	7.64%
7	0.064	0.60%	2.76%	0.72%
8	0.061	1.62%	0.91%	1.51%
9	0.052	2.56%	0.03%	2.05%
10	0.047	0.03%	1.17%	0.20%
11	0.038	0.73%	0.57%	1.00%
12	0.035	0.50%	1.20%	0.22%
13	0.031	1.09%	0.01%	1.15%
14	0.026	0.03%	0.89%	0.06%
15	0.024	0.60%	0.05%	0.43%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48:
Periodos de vibración con el Slvp

Aligerado con viguetas pretensadas				
Modo	Periodo sec	% en X-X	% en Y-Y	% en Rz
1	0.417	60.77%	2.85%	15.77%
2	0.387	14.18%	38.88%	25.85%
3	0.352	2.92%	38.50%	37.70%
4	0.123	5.92%	1.77%	3.86%
5	0.114	3.95%	8.06%	0.12%
6	0.106	3.20%	1.48%	7.36%
7	0.063	0.62%	2.67%	0.80%
8	0.061	1.53%	0.96%	1.51%
9	0.052	2.64%	0.04%	1.96%
10	0.047	0.03%	1.22%	0.22%
11	0.037	0.72%	0.56%	1.05%
12	0.035	0.51%	1.22%	0.21%
13	0.031	1.11%	0.02%	1.13%
14	0.025	0.04%	0.86%	0.08%
15	0.024	0.59%	0.07%	0.41%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Análisis espectral

Se definió el espectro de aceleraciones previamente calculadas de acuerdo a los parámetros sísmicos de la norma E.030, considerando zona 3 (Huancayo), edificación común (tipo C), ubicada en suelo intermedio (S2), con $I_a=1$, e $I_p=0.75$, $R_o=7$. Se aplica a la edificación nueva un 5% de amortiguamiento (Damping). El espectro es igual para ambos sentidos (x-x /y-y), a partir del espectro se generan las fuerzas sísmicas para el análisis dinámico.

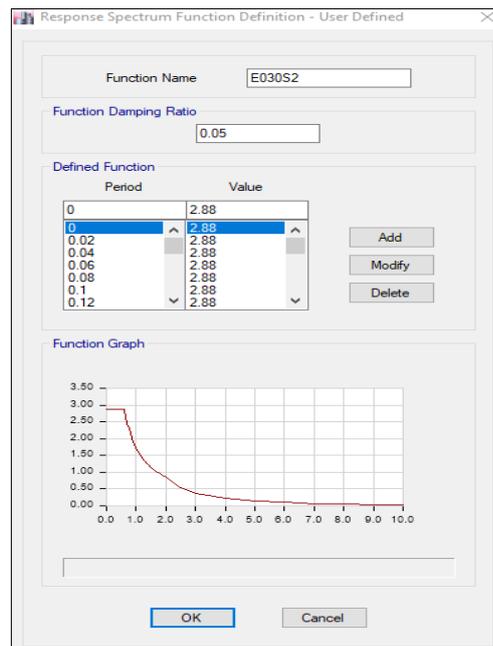


Figura 113. Espectro de pseudo aceleraciones

Se definieron los casos sísmicos dinámicos para cada dirección de análisis.

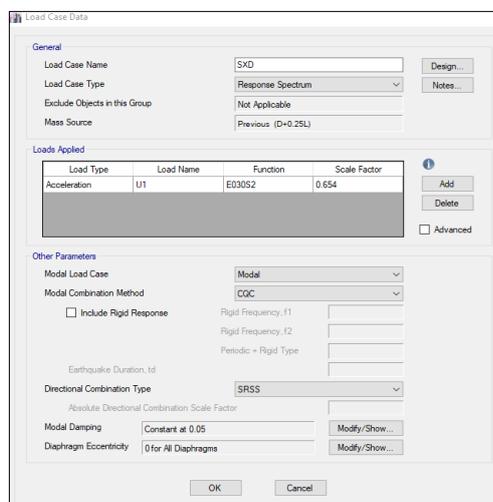


Figura 114. Sismo dinámico en la dirección x-x

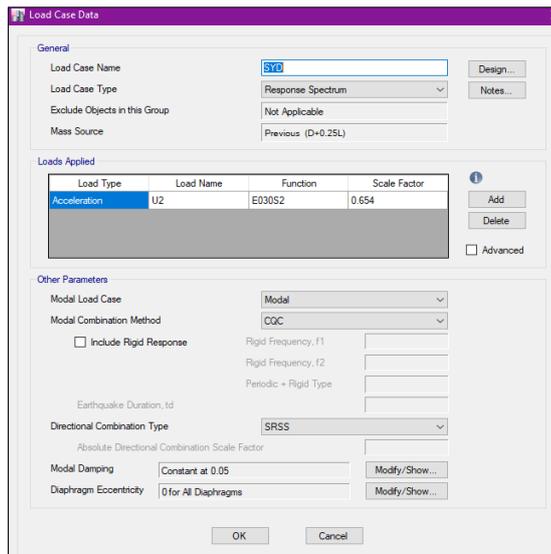


Figura 115. Sismo dinámico en la dirección y-y

Fuerza cortante en la base

Una vez definido la carga sísmica en cada dirección (SDx y SDy), se obtiene los datos de la cortante dinámica para cada estructura con su respectivo sistema de losa.

Tabla 49:
Cortante dinámica en la base de la estructura con el Slc

Aligerado convencional					
Nivel	Caso de Carga	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
PISO 1	SDx Max	Base	0	121.6303	24.9242
PISO 1	SDy Max	Base	0	24.9242	117.6196

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50:
Cortante dinámica en la base de la estructura con el Slvp

Aligerado con viguetas pretensadas					
Nivel	Caso de Carga	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
PISO 1	SDx Max	Base	0	117.0866	26.004
PISO 1	SDy Max	Base	0	26.004	112.7999

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La cortante basal dinámica deberá ser según norma mayor al 90% de la cortante estática, para estructuras irregulares.

Tabla 51:
Cortante basal con el sistema losa convencional

Sistema losa convencional	x-x (Ton)	y-y (Ton)
Cortante basal estática	166.70	166.70
Cortante basal dinámico	121.63	117.62
Cortante basal (0.90*Ve)	150.03	150.03

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52:
Cortante basal con el sistema losa con viguetas pretensadas

Sistema losa con viguetas pretensadas	x-x (Ton)	y-y (Ton)
Cortante basal estática	161.87	161.87
Cortante basal dinámico	117.09	112.80
Cortante basal (0.90*Ve)	145.68	145.68

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53:
Comparación de la cortante basal

Cortante basal	Sistema losa convencional	Sistema losa con viguetas pretensadas	% De disminución
Cortante basal en x-x	150.03	145.68	2.89%
Cortante basal en y-y	150.03	145.68	2.89%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

b.6. Control de desplazamientos:

En nuestro caso, el material predominante en ambas direcciones es el concreto armado, por lo tanto, la deriva deberá ser menor a 0.007.

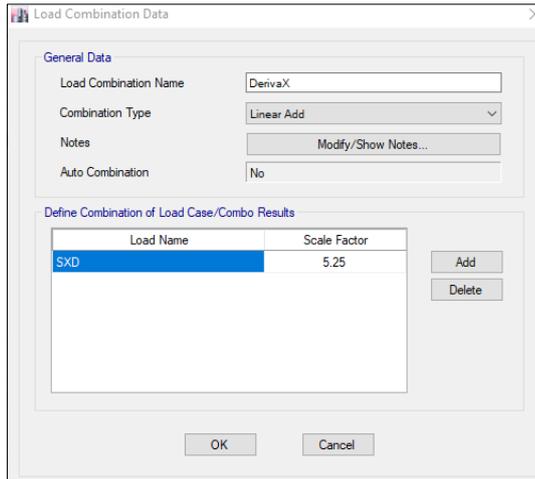


Figura 116. Combinación de cargas para los desplazamientos en x-x

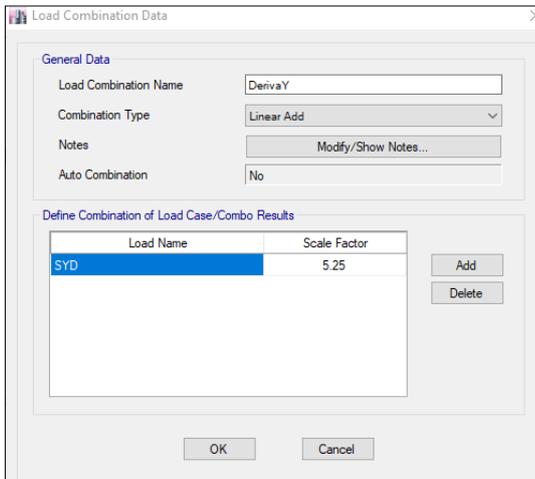


Figura 117. Combinación de cargas para los desplazamientos en y-y

Finalmente se realiza el análisis, y se obtienen los resultados y formas modales de la estructura.

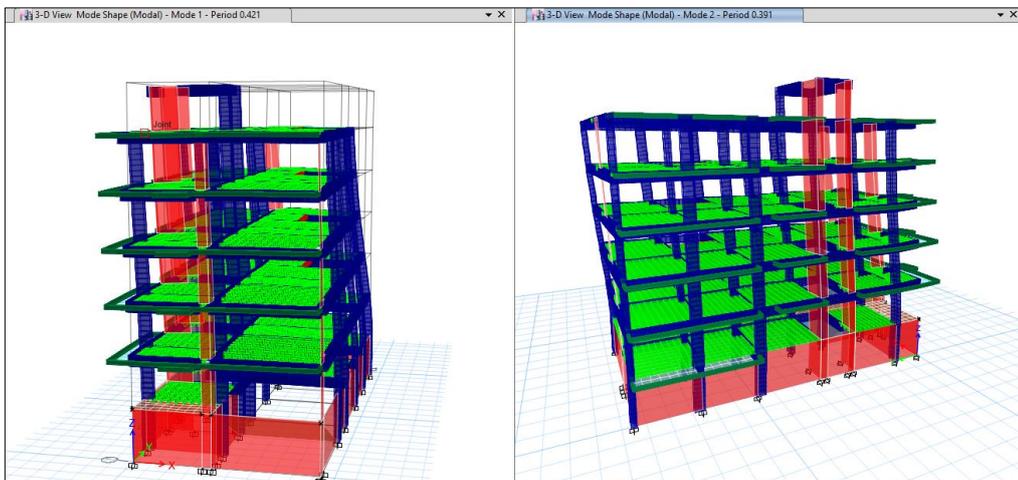


Figura 118. Modos de vibración 1 y 2 traslacional de la edificación

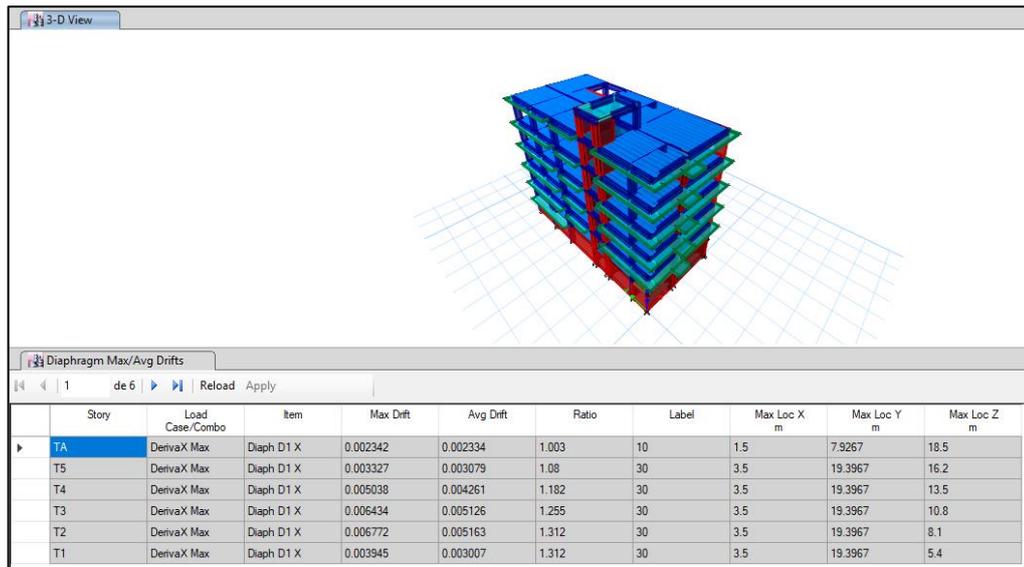


Figura 119. Ejemplo de vista de derivas en x-x con el Slvp

Finalmente se compararon las derivas de entrepiso tanto con el sistema de losa convencional como el sistema de losa con viguetas pretensadas.

	LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL			ALIGERADO FIRTH			% DE DISMINUCIÓN
	NIVEL	CARGA	DERIVA	NIVEL	CARGA	DERIVA	
DIRECCIÓN X-X	PISO 5	DriftX Max	0.0034	PISO 5	DriftX Max	0.0033	2.12%
	PISO 4	DriftX Max	0.0051	PISO 4	DriftX Max	0.0050	2.14%
	PISO 3	DriftX Max	0.0066	PISO 3	DriftX Max	0.0064	2.07%
	PISO 2	DriftX Max	0.0069	PISO 2	DriftX Max	0.0068	2.15%
	PISO 1	DriftX Max	0.0040	PISO 1	DriftX Max	0.0039	2.33%
DIRECCIÓN Y-Y	PISO 5	DriftY Max	0.0023	PISO 5	DriftY Max	0.0022	4.25%
	PISO 4	DriftY Max	0.0034	PISO 4	DriftY Max	0.0032	4.28%
	PISO 3	DriftY Max	0.0043	PISO 3	DriftY Max	0.0041	4.26%
	PISO 2	DriftY Max	0.0046	PISO 2	DriftY Max	0.0044	4.27%
	PISO 1	DriftY Max	0.0028	PISO 1	DriftY Max	0.0027	4.35%

Figura 120. Comparación de derivas de entrepiso en la dirección x-x e y-y

El resultado del análisis del comportamiento estructural de la edificación con la incorporación del sistema losa con viguetas pretensadas resulto ser más eficiente ya que determino una cortante basal de 145.68 toneladas tanto para la dirección en “x-x” como para la dirección en “y-y” mientras que con el sistema losa convencional se determinó una cortante basal de 150.03 toneladas tanto para la dirección en “x-x” como para la dirección en “y-y”, es decir existe una disminución del 2.89% con la incorporación del primer sistema, esto debido a la diferencia de pesos de la estructura la cual es de 25.17 toneladas, generando así menor distribución de fuerzas en altura. Así mismo se determinaron que las derivas del entrepiso disminuyen hasta 4.35% en la dirección “x-x”, y hasta 2.33% en la dirección “y-y”, con la incorporación del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional.

c) Cálculo de Costos:

c.1. Presupuesto del sistema losa convencional (S10):

Resumen de hoja de metrados

Se realizaron los metrados del sistema losa convencional, la cual se encuentra anexada, y se muestra un pequeño resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 54:
Resumen de metrados del sistema losa convencional

Partidas	Total	Und
Estructuras		
Concreto armado		
Concreto para losa aligerada $f'c=210$ kg/cm ²	74.36	m ³
Encofrado y desencofrado de losa aligerada	841.53	m ²
Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm ² grado 60 p/losa aligerada	4,678.32	kg
Ladrillo hueco de arcilla h=15cm para techo aligerado	7,219.00	und
Flete		
Flete terrestre	1.00	glb

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto

Para la realización del presupuesto del sistema losa convencional, se realizó previamente los Análisis de Costos Unitarios, hojas que se encuentran anexadas, en donde se ingresaron los precios cotizados basados en la zona del proyecto, para un presupuesto más certero a nuestra realidad.

Presupuesto					
Presupuesto	0102004	EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL			
Subpresupuesto	001	SISTEMA LOSA CONVENCIONAL			
Cliente	APAZA RAFAEL, KELLY LISSETH			Costo al	28/08/2018
Lugar	JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				88,954.41
01.01	CONCRETO ARMADO				88,954.41
01.01.01	CONCRETO PARA LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2	m3	74.36	318.50	23,683.66
01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2	841.53	30.94	26,036.94
01.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	4,678.32	4.22	19,742.51
01.01.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	7,219.00	2.70	19,491.30
02	FLETE				598.36
02.01	FLETE TERRETRE	glb	1.00	598.36	598.36
	COSTO DIRECTO				89,552.77
	IGV 18%				16,119.50
	PRESUPUESTO				105,672.27

Figura 121. Vista del presupuesto total del sistema losa convencional

c.2. Presupuesto del sistema losa con viguetas pretensadas (S10):

Resumen de hoja de metrados:

Para la realización de metrados con este tipo de sistema nos basamos en los datos proporcionado por el manual ya antes mencionado, la hoja de cálculos de metrados se encuentra anexada, y se muestra un pequeño resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 55:
Resumen de metrados del sistema losa con viguetas pretensadas

Partida	Total	Und
Estructuras		
Concreto armado		
Concreto para losa aligerada f'c=210 kg/cm2	52.89	m3
Encofrado y desencofrado de losa aligerada	841.53	m2
Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60 p/losa aligerada	2,076.67	kg
Bovedilla de arcilla h=12 cm para techo aligerado	6,887.00	und
Colocación de vigueta v-101	323.55	ml
Colocación de vigueta v-102	1,254.05	ml
Capacitación		
Capacitación a personal	1.00	glb
Flete		
Flete terrestre	1.00	glb

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto

Para la realización del presupuesto del sistema losa con viguetas pretensadas, se realizó previamente los Análisis de Costos Unitarios, hojas que se encuentran anexadas, que de igual manera que el sistema convencional se ingresaron los precios cotizados basados en la zona del proyecto y también basados en los precios proporcionados por la empresa Concremax, ya que esta empresa proporciona el producto de bovedillas y viguetas pretensadas, para poder así tener un presupuesto más certero a nuestra realidad.

Presupuesto					
Presupuesto	0102004	EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL			
Subpresupuesto	002	SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS			
Cliente	APAZA RAFAEL, KELLY LISSETH			Costo al	28/08/2018
Lugar	JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				73,200.98
01.01	CONCRETO ARMADO				73,200.98
01.01.01	CONCRETO PARA LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2	m3	52.89	318.50	16,845.47
01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2	841.53	3.78	3,180.98
01.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,076.67	4.22	8,763.55
01.01.04	BOVEDILLA DE ARCILLA h=12 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	6,887.00	3.17	21,831.79
01.01.05	COLOCACIÓN VIGUETA V-101	m	323.55	13.12	4,244.98
01.01.06	COLOCACIÓN VIGUETA V-102	m	1,254.05	14.62	18,334.21
02	CAPACITACIÓN				1,000.00
02.01	CAPACITACION A PERSONAL	glb	1.00	1,000.00	1,000.00
03	FLETE				8,264.10
03.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	8,264.10	8,264.10
	COSTO DIRECTO				82,465.08
	IGV 18%				14,843.71
	PRESUPUESTO				97,308.79

Figura 122. Vista del presupuesto total del sistema losa con viguetas pretensadas

c.3. Comparación de costo directo:

Comparación del costo directo:

Una vez obtenido y procesado el presupuesto de ambos sistemas, comparamos los costos directos por partida y el costo directo general.

Tabla 56:
Comparación de costo directo

Descripción	Sistema losa convencional	Sistema losa con viguetas pretensadas	Brecha	Brecha en %
Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	23,683.66	16,845.47	6,838.19	28.87%
Encofrado y desencofrado	26,036.94	3,180.98	22,855.96	87.78%
Acero $f'y=4200$ kg/cm ²	19,742.51	8,763.55	10,978.96	55.61%
Ladrillo/ Bovedilla	19,491.30	21,831.79	-2,340.49	-12.01%
Vigueta V-101	-	4,244.98	-4,244.98	-
Vigueta V-102	-	18,334.21	-18,334.21	-
Capacitación	-	1,000.00	-1,000.00	-
Flete	598.36	8,264.10	-7,087.69	-
Costo Directo	89,552.77	82,465.08	7,087.69	7.91%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Comparación de costo mano de obra:

Asi mismo se realiza la comparación del costo de mano de obra por partida.

Tabla 57:
Comparación de costo de mano de obra

Descripción	Sistema losa convencional	Sistema losa con viguetas pretensadas	Brecha	Brecha en %
Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	3,475.53	2,472.04	1,003.49	28.87%
Encofrado y desencofrado	11,262.70	918.12	10,344.58	91.85%
Acero $f'y=4200$ kg/cm ²	3,125.86	1,387.55	1,738.31	55.61%
Ladrillo/ Bovedilla	3,492.19	2,665.27	826.92	23.68%
Vigueta V-101	-	451.06	-451.06	-
Vigueta V-102	-	1,748.26	-1,748.26	-
Total	21,356.28	9,642.30	11,713.98	54.85%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

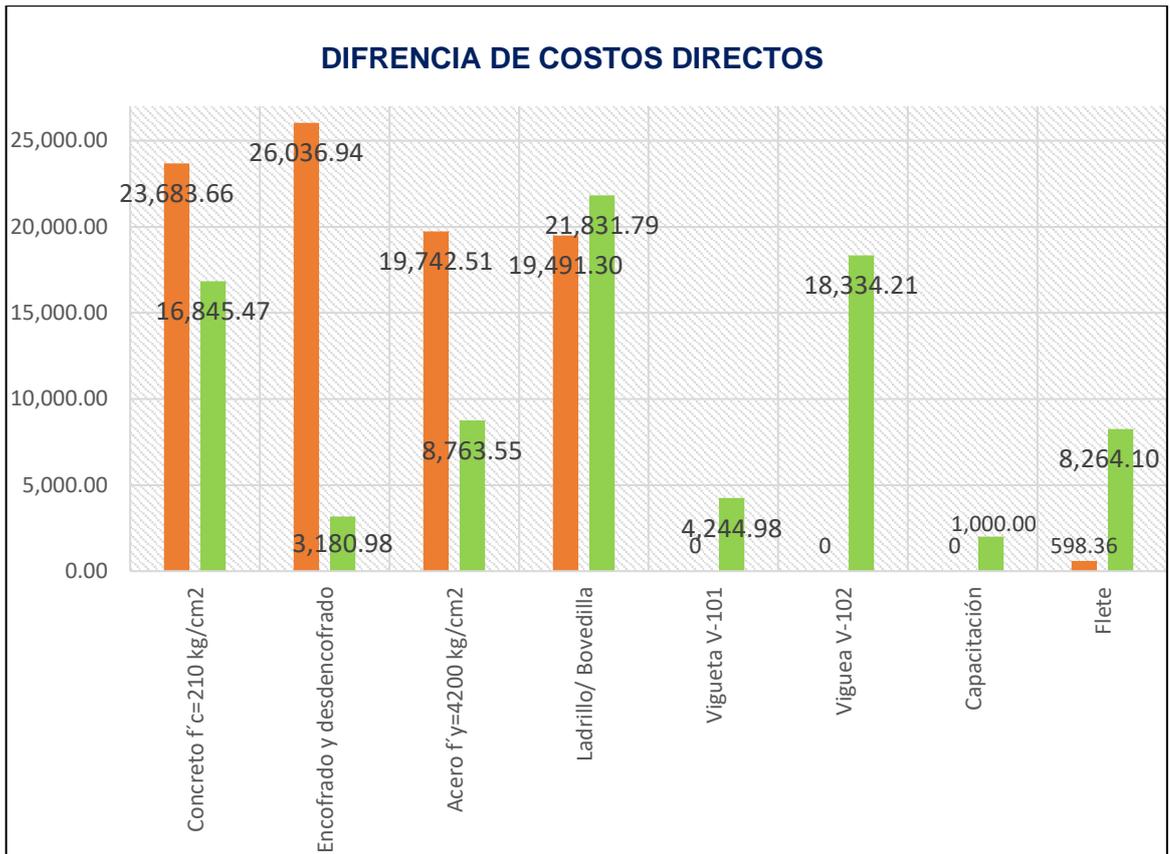


Figura 123. Comparación de costos por partida

El costo directo del sistema losa con vigüetas pretensadas es de s/.82,465.08, y para el sistema losa convencional es de s/.89,552.77, es decir el primer sistema reduce el costo en un 7.91%, generando un ahorro de s/.7,087.69 para la edificación, resultando ser más eficiente económicamente. Esta diferencia se debe principalmente a la reducción de costos de la partida de encofrado y desencofrado, la cual se reduce en un 87.78 % que representa a s/. 22,855.96, esto debido a que el sistema losa con vigüetas pretensadas elimina los encofrados de los encofrados y da mayores distanciamientos a las soleras y puntales. Seguidamente a esta, la partida de acero corrugado se reduce en un 55.61% la cual representa al monto de s/. 10,978.96. De igual manera ocurre con la partida de concreto la cual se reduce en 28.87% que representa el monto de s/.6,838.19.

4.2. Resultado general

El análisis del sistema losa con viguetas pretensadas tiene un diseño con peralte o altura de losa de 17cm, separación de viguetas a cada 50cm, con distribución de aceros negativos y las viguetas pretensadas V-101 y V-102, estos resultados mejoran el comportamiento estructural de la edificación reduciendo la cortante basal estática en 2.89% tanto para la dirección “x-x” como para la dirección “y-y”, así mismo reduce las derivas de entrepiso hasta un 4.35% en la dirección “x-x” y hasta 2.33% en la dirección “y-y”. Además de ello resulta ser más económica logrando un ahorro de s/.7,087.69 que representa el 7.91% a comparación del sistema losa convencional. Es por dichos resultados que se determina que el sistema losa con viguetas pretensadas es más eficiente frente al sistema losa convencional para la edificación Consell.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

- a) Los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas son variables o diferentes a los resultados del diseño del sistema losa convencional teniendo así que para el primer sistema mencionado el peralte o altura de losa es de 17cm, con separación de viguetas a cada 50 cm, con distribución de aceros negativos con barras de 3/8" y de 1/2", y las viguetas pretensadas V-101 y V-102. Y para el segundo sistema se tiene un peralte o altura de losa de 20 cm, con separación de viguetas a cada 40 cm, con la distribución de aceros positivos y negativos con barras de 3/8" y de 1/2". En tal sentido se acepta la hipótesis "Los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell son variables." Como referencia se cuenta con el expediente técnico que fortalece los resultados obtenidos, realizado por la empresa Bruno Meini, "Edificio Multifamiliar Hera en Santiago de Surco – Lima", en el año 2016, en la cual los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas es de 20cm@0.50m, con aceros negativos de 1/2" y 3/8", con viguetas pretensadas V-101, V-102, V-103 y V-104. El mencionado expediente presentada resultados similares al nuestro, debido al uso de este sistema prefabricado que proporciona resultados variables o diferentes al convencional.

- b) El resultado del análisis del comportamiento estructural de la edificación con la incorporación del sistema losa con viguetas pretensadas resulto ser más eficiente ya que determino una cortante basal de 145.68 toneladas tanto para la dirección en “x-x” como para la dirección en “y-y” mientras que con el sistema losa convencional se determinó una cortante basal de 150.03 toneladas tanto para la dirección en “x-x” como para la dirección en “y-y”, es decir existe una disminución del 2.89% con la incorporación del primer sistema, esto debido a la diferencia de pesos de la estructura la cual es de 25.17 toneladas, generando así menor distribución de fuerzas en altura. Así mismo se determinaron que las derivas del entrepiso disminuyen hasta 4.35% en la dirección “x-x”, y hasta 2.33% en la dirección “y-y”, con la incorporación del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional. En tal sentido se acepta la hipótesis “El comportamiento estructural incorporando el sistema losa con viguetas pretensadas es más eficiente frente al sistema losa convencional, en la edificación Consell.” Esto se confirma con la tesis de investigación, elaborado por Xenia Verdi, “Evaluación del comportamiento estructural con la incorporación de viguetas de acero en el edificio de aulas de la I.E.P.”Euclides”, Pillco Marca – Huánuco 2016”, en donde concluye que el peso de la estructura con el sistema convencional es de 3666,97 ton y 3542,32 ton para el sistema estructural con viguetas de acero, reduciendo así su cortante basal, de igual manera concluye que las derivas máximas generados por el sismo, son menores en el sistema estructural de losas con viguetas de acero respecto al sistema estructural de concreto armado. La tesis mencionada presenta resultados similares al nuestro, debido a que también utiliza un sistema prefabricado que permite mayor separación de las viguetas.
- c) El costo directo del sistema losa con viguetas pretensadas es de s/.82,465.08, y para el sistema losa convencional es de s/.89,552.77, es decir el primer sistema reduce el costo en un 7.91%, generando un ahorro de s/.7,087.69 para la edificación, resultando ser más eficiente económicamente. Esta diferencia se debe principalmente a la reducción de

costos de la partida de encofrado y desencofrado, la cual se reduce en un 87.78 % que representa a s/. 22,855.96, esto debido a que el sistema losa con viguetas pretensadas elimina los entablados de los encofrados y da mayores distanciamientos a las soleras y puntales. Seguidamente a esta, la partida de acero corrugado se reduce en un 55.61% la cual representa al monto de s/. 10,978.96. De igual manera ocurre con la partida de concreto la cual se reduce en 28.87% que representa el monto de s/.6,838.19. En tal sentido se acepta la hipótesis “El sistema de losa con viguetas pretensadas es más eficiente económicamente frente al sistema de losa aligerada convencional para la edificación Consell.” Esto se confirma con la tesis de investigación elaborado por Diego Rivera, “Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016”, en donde concluye que el sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero reduce el costo directo en un 9.55%, que representa s/. 22,153.79 para la edificación de 6 pisos. Esto se debe a la reducción potencial del 88.68% del costo de encofrado, en el concreto pre-mezclado del 29.07% y la reducción del 49.77% en el costo de mano de obra. La tesis mencionada presenta resultados similares al nuestro, debido a que también utiliza un sistema prefabricado.

5.2. Discusión del resultado general

El análisis del sistema losa con viguetas pretensadas tiene un diseño con peralte o altura de losa de 17cm, separación de viguetas a cada 50cm, con distribución de aceros negativos y las viguetas pretensadas V-101 y V-102, estos resultados mejoran el comportamiento estructural de la edificación reduciendo la cortante basal estática en 2.89% tanto para la dirección “x-x” como para la dirección “y-y”, así mismo reduce las derivas de entrepiso hasta un 4.35% en la dirección “x-x” y hasta 2.33% en la dirección “y-y”. Además de ello resulta ser más económica logrando un ahorro de s/.7,087.69 que representa el 7.91% a comparación del sistema losa

convencional. Es por dichos resultados que se determina que el sistema losa con viguetas pretensadas es más eficiente frente al sistema losa convencional para la edificación Consell. En tal sentido la hipótesis “El análisis del sistema losa con viguetas pretensadas genera resultados más eficiente frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo.” se acepta, así mismo se puede confirmar con la tesis de investigación elaborado por Diego Rivera, “Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016”, en donde concluye de foma general que el sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero es una alternativa ventajosa por los buenos resultados, que contribuyen a la construcción de losas de entrepiso de una edificación de 6 pisos, comparado al uso del sistema convencional. La tesis mencionada presenta resultados similares al nuestro, debido a que también utiliza un sistema prefabricado para la construcción de losas de entrepiso.

CONCLUSIONES

1. El sistema losa con viguetas pretensadas representa una buena alternativa por los óptimos resultados, que contribuyen de forma eficiente frente al sistema losa convencional para la edificación Consell y para cualquier otra edificación que presenten características similares a la muestra (ya se han viviendas multifamiliares, oficinas u otros), o sean edificaciones de mayor envergadura en la ciudad de Huancayo, ya que como se pudo demostrar teniendo resultados diferentes en el diseño permite un mejor comportamiento estructural de la edificación y resultando ser más económica en la construcción de entrepiso.
2. El diseño del sistema losa con viguetas pretensadas para la edificación permite tener resultados diferentes o variables al sistema losa convencional como el de reducir el peralte de $h=20\text{cm}$ a $h=17\text{cm}$, aumentar la separación de viguetas de 40cm a 50cm y reemplazar el acero positivo por las viguetas pretensadas V-101 y V-102, recordando que ambos sistemas fueron diseñados para resistir las mismas cargas.
3. El comportamiento estructural de la edificación con la incorporación del sistema losa con viguetas pretensadas es más eficiente ya que permite reducir la cortante basal en un 2.89% tanto para la dirección "x-x" como para la dirección "y-y", esto debido a que la estructura es más liviana, permitiendo así mayor resistencia ante la fuerza sísmica horizontal. Además, reduce las derivas de entrepiso hasta 4.35% en la dirección "x-x", y hasta 2.33% en la dirección "y-y", haciendo que la estructura con dicho sistema sea más rígida a comparación con el sistema losa convencional.

4. El sistema losa con viguetas pretensadas es más eficiente económicamente frente al sistema losa convencional ya que propone bajar el costo directo en 7.91%, logrando un ahorro de s/. 7,087.69 para la edificación. Este ahorro se debe principalmente a la reducción del costo en la partida de encofrado y desencofrado en 87.78% y a la partida de acero corrugado la cual se reduce en 55.61%. Logrando un beneficio económico tanto a la empresa constructora como para el propietario.

RECOMENDACIONES

1. Difundir el uso del sistema losa con viguetas pretensadas en la ciudad de Huancayo en donde se observa un crecimiento constante en el sector construcción que resultaría provechoso y ventajoso ya que implica estar acorde con las nuevas formas de construcción generando mejores resultados.
2. Al elegir el sistema losa con viguetas pretensadas se recomienda tener presente el conocimiento sobre su diseño, y tener en cuenta los momentos admisibles de las viguetas, así como también la verificación por cortante.
3. Se pudo evidenciar que existen variaciones en el comportamiento estructural a favor del sistema losa con viguetas pretensadas, se recomienda hacer un mayor análisis en el diseño de la estructura completa, ya que al disminuir el peso de la losa y de la estructura en general, también se disminuirá las dimensiones de las vigas, columnas y finalmente la cimentación.
4. Si se desea aminorar aún más los costos del sistema de losa con viguetas pretensadas, se recomienda el uso de poliestireno como material aligerante ya que este material si es factible en muestra zona, y no solo reduciría el costo del sistema sino también el del flete, ya que solo se requeriría las viguetas pretensadas solicitadas desde la ciudad de Lima.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Nistal, F., Retana, M., & Ruiz, T. (2012). El hormigón: historia, antecedentes en obras y factores indicativos de su resistencia. *Revista de ciencia, tecnología y medio ambiente*, 6.
2. Blanco, A. (04 de Abril de 2013). Criterios y conceptos de las estructuras de edificaciones de concreto armado en el Perú. *Conferencia Estructuras*. Trujillo, Trujillo, Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú.
3. Sacoto, A. (2016). *Elementos Prefabricados-Pretensados de montaje manual para techos y entrepisos de la vivienda social*. Cuenca - Ecuador: Universidad de Cuenca.
4. Iza, N. (2015). *La incidencia de viguetas pretensadas en el comportamiento estructural de edificaciones de grandes luces*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
5. Reyes, B. (2013). *Análisis comparativo de costos entre losa prefabricada vigueta bovedilla, losacero Y losa nervada con material de relleno; para la construcción de viviendas en la República de Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
6. Percca, A. (2015). *Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto "Tottus Guipor"*. Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
7. Verdi, X. (2016). *Evaluación del comportamiento estructural con la incorporación de viguetas de acero en el edificio de aulas de la I.E.P."Euclides", Pillco marca – Huánuco 2016*. Huánuco - Perú: Universidad nacional Hermilio Valdizán.
8. Rivera, D. (2017). *Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016*. Huancayo - Perú: Universidad Peruana Los Andes.

9. Gutiérrez, A. (2009). *Análisis comparativo del proceso constructivo de losas aligeradas utilizando viguetas prefabricadas Firth, viguetas armadas todo cemento y viguetas vaciadas en obra*. Lima - Perú: Universidad Nacional de ingeniería.
10. Meini, B. (2016). *Edificio multifamiliar Hera*. Lima-Perú: Expediente técnico.
11. Paye, A., Peña, J., & Franco, J. (2014). Propuesta para la utilización de losas de entresijos prefabricados y su evaluación costo-tiempo. *Escuela de Postgrado Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.*, 6-8.
12. Caño, J. (24 de Agosto de 2018). *UVa Biblioteca Universitaria* . Obtenido de UVa Biblioteca Universitaria : https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/2015/1/apuntes_Elasticidad_jun08.pdf
13. Torroja, E. (24 de Agosto de 2018). *Universidad Carlos III de Madrid*. Obtenido de Universidad Carlos III de Madrid: http://ocw.uc3m.es/mecanica-de-medios-continuos-y-teoria-de-estructuras/ingenieria-estructural/material-de-clase-1/apuntes/Capitulo_1_I_-Introduccion_a_las_estructuras.pdf
14. Cargas, E. 020 (Reglamento Nacional de Edificaciones 23 de Mayo de 2006).
15. Diseño sismorresistente, E. 030 (Reglamento Nacional de Edificaciones 24 de Enero de 2016).
16. Concreto Armado, E. 060 (Reglamento Nacional de Edificaciones 08 de Mayo de 2009).
17. N.T. Metrado para obras de edificación y habilitaciones urbanas, R. D. N° 073-2010/Vivienda/VMCS-DNC (Metrado para obras de edificación y habilitaciones urbanas 04 de Mayo de 2010).
18. Manual de Viguetas Techomax o Firth, R.M. N° 331-2005-Vivienda (Manual de Viguetas Techomax o firth 29 de Diciembre de 2005).
19. Alegsa, L. (29 de Junio de 2018). *Alegsa.com.ar*. Obtenido de Alegsa.com.ar: <http://www.alegsa.com.ar>

20. UNACEM. (05 de Octubre de 2018). *UNACEM construyendo oportunidades*. Obtenido de UNACEM construyendo oportunidades: <http://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2014/12/MCons.pdf>
21. Concretec. (05 de Octubre de 2018). *Concretec*. Obtenido de Concretec: <https://www.concretec.com.bo/index.php/productos/preensados/viguetas>
22. Construpedia. (27 de Junio de 2018). *Construmática Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción*. Obtenido de Construmática Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción: https://www.construmatica.com/construpedia/Vigueta_Pretensada
23. Definiciones, Norma G. 040 (Generalidades del Reglamento Nacional de Edificaciones 23 de Julio de 2016).
24. EcuRed. (05 de Octubre de 2018). *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de EcuRed Conocimiento con todos y para todos: <https://www.ecured.cu/Dise%C3%B1o>
25. Teheran, P. (05 de Octubre de 2018). *Análisis estructural*. Obtenido de Análisis estructural: <http://ylang-ylang.uninorte.edu.co:8080/Objetos/ingenieria/analisis-estructural/analisis.html>
26. Concremax. (06 de Octubre de 2018). *Concremax*. Obtenido de Concremax: <http://www.concremax.com.pe/categoria/techomax-losas-aligeradas-preensadas>
27. Blanco, A. (1994). *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado*. Lima: Capítulo de ingeniería civil, Consejo Departamental de Lima.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Cantidad de edificaciones

Anexo 3: Planos de arquitectura

Anexo 4: Sistema de viguetas pretensadas Techomax o Firth

Anexo 5: Planos estructurales de losas

Anexo 6: Estudio de suelos

Anexo 7: Mapa de peligros y capacidad portante del INDECI

Anexo 8: Cálculo del espectro de aceleraciones

Anexo 9: Hoja de metrados de cada sistema

Anexo 10: Análisis de costos unitarios de cada sistema

Anexo 11: Lista de insumos para cada sistema

Anexo 12: Cálculo del flete terrestre para cada sistema

Anexo 13: Cotizaciones

Anexo 14: Tiempo de ejecución

Anexo 15: Producción de viguetas pretensadas (artesanalmente)

ANEXO N° 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: ANALISIS DEL SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS FRENTE AL DE LOSA CONVENCIONAL PARA LA EDIFICACIÓN CONSELL, HUANCAYO

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>General: ¿Cuáles son los resultados del análisis del sistema losa con viguetas pretensadas frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo?</p> <p>Específicos: a) ¿Cuales son los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell? b) ¿Cuál es el comportamiento estructural incorporando el sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional en la edificación Consell? c) ¿Cuál es el costo directo del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell?</p>	<p>General: Determinar los resultados del análisis del sistema losa con viguetas pretensadas frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo.</p> <p>Específicos: a) Determinar los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell. b) Analizar el comportamiento estructural incorporando el sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional en la edificación Consell. c) Calcular el costo directo del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell.</p>	<p>Internacionales: 1. (Sacoto, 2016), realizó la investigación: Elementos prefabricados-pretensados de montaje manual para techos y entrepisos de la vivienda social. 2. (Iza, 2015), realizó la investigación: La incidencia de viguetas pretensadas en el comportamiento estructural de edificaciones de grandes luces. 3. (Reyes, 2013), realizó la investigación: Análisis comparativo de costos entre losa prefabricada vigueta bovedilla, losacero y losa nervada con material de relleno; para la construcción de viviendas en la República de Guatemala.</p> <p>Nacionales: 1. (Percca, 2015), realizó la investigación: Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto "Tottus Guipor". 2. (Verdi, 2016), realizó la investigación: Evaluación del comportamiento estructural con la incorporación de viguetas de acero en el edificio de aulas de la I.E.P."Euclides", Pillco Marca – Huánuco 2016. 3. (Rivera, 2017), realizó la investigación: Analisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo 2016. 4. (Gutiérrez, 2009), realizó la investigación: Análisis comparativo del proceso constructivo de losas aligeradas utilizando viguetas prefabricadas Firth, viguetas armadas todocemento y viguetas vaciadas en obra. 5. (Meini, 2016), realizó el expediente técnico, Edificio Multifamiliar Hera ubicado en la Av. Via Lactea Mz. D, Lte 67 Santiago de Surco – Lima.</p>	<p>General: El análisis del sistema losa con viguetas pretensadas genera resultados más eficientes frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo.</p> <p>Específicos: a) Los resultados del diseño del sistema losa con viguetas pretensadas frente al sistema losa convencional para la edificación Consell son variables. b) El comportamiento estructural incorporando el sistema losa con viguetas pretensadas es más eficiente frente al sistema losa convencional, en la edificación Consell. c) El sistema de losa con viguetas pretensadas es más eficiente económicamente frente al sistema de losa aligerada convencional para la edificación Consell.</p>	<p>Variable Independiente: V1: Sistema losa con viguetas pretensadas</p> <p>Variable Independiente: V2: Sistema losa convencional</p>	<p>1.Diseño. 2.Comportamiento estructural de la edificación con el sistema. 3.Costo del sistema</p> <p>1.Diseño. 2.Comportamiento estructural de la edificación con el sistema. 3.Costo del sistema</p>	<p>Tipo: Aplicativo</p> <p>Nivel: Descriptivo – comparativo</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Población: Todas las edificaciones de 5 pisos con 1 semisótano que se encuentren en nuestra delimitación espacial, la cual está conformada por 6 edificaciones.</p> <p>Muestra: La edificación multifamiliar Consell de 5 pisos con 1 semisótano ubicado en el Jr. Angaraes y pasaje Sebastián Lorente con la dirección N°481, en el distrito de Huancayo.</p>

ANEXO N° 2
CANTIDAD DE EDIFICACIONES

"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

CERTIFICA:

A solicitud de la Bach. Kelly Lisseth Apaza Rafael se expide el presente certificado para dar a conocer la existencia de 06 edificaciones de 5 niveles con un semisótano, delimitado por las siguientes calles:

- POR EL NORTE : Jr. Cajamarca.
- POR EL SUR : Av. Ferrocarril.
- POR EL OESTE : Av. Huancavelica.
- POR EL ESTE : Calle Real.

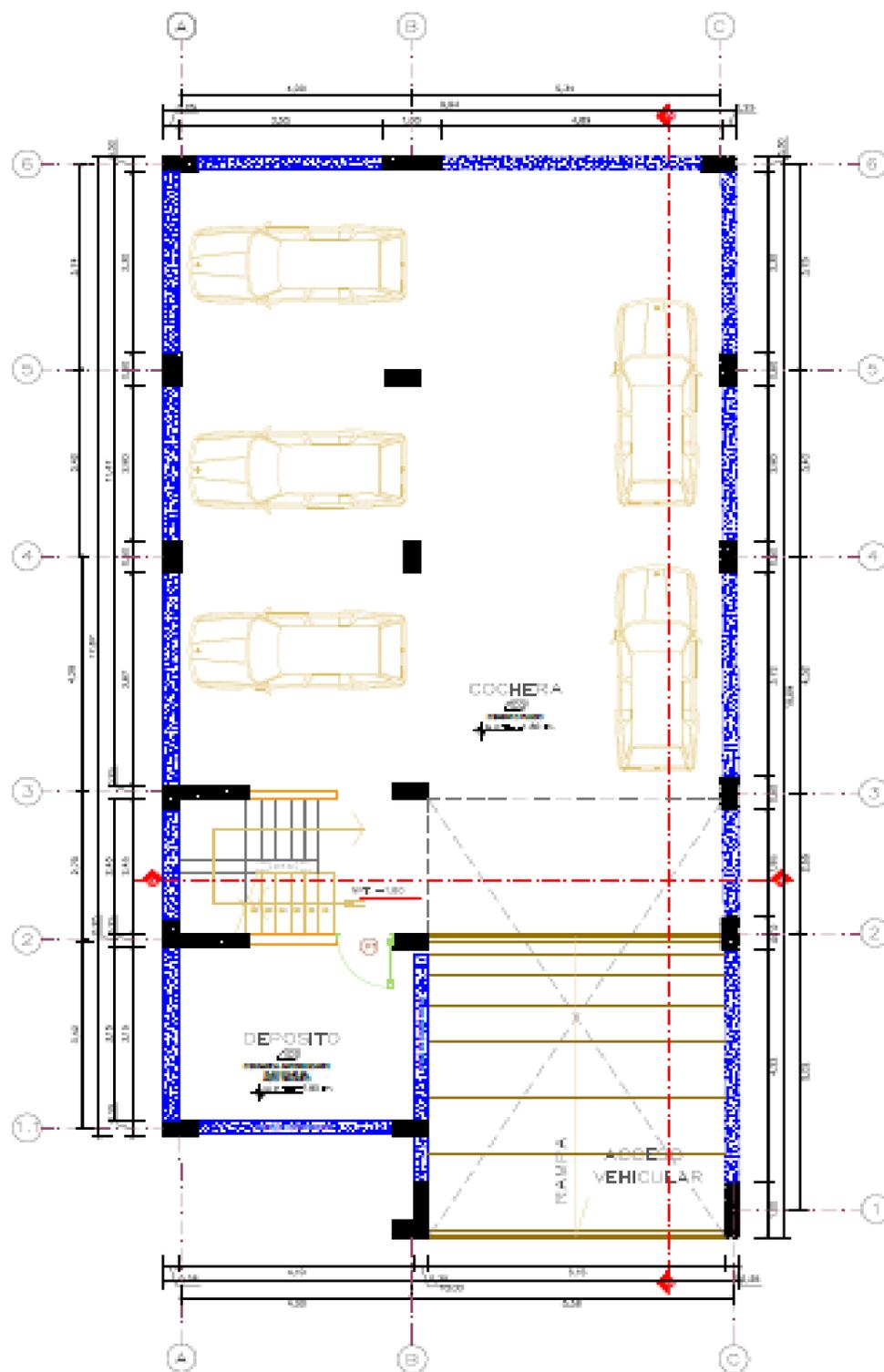
Se expide el presente documento para los fines que se cree conveniente.

Huancayo, 19 de Octubre del 2018

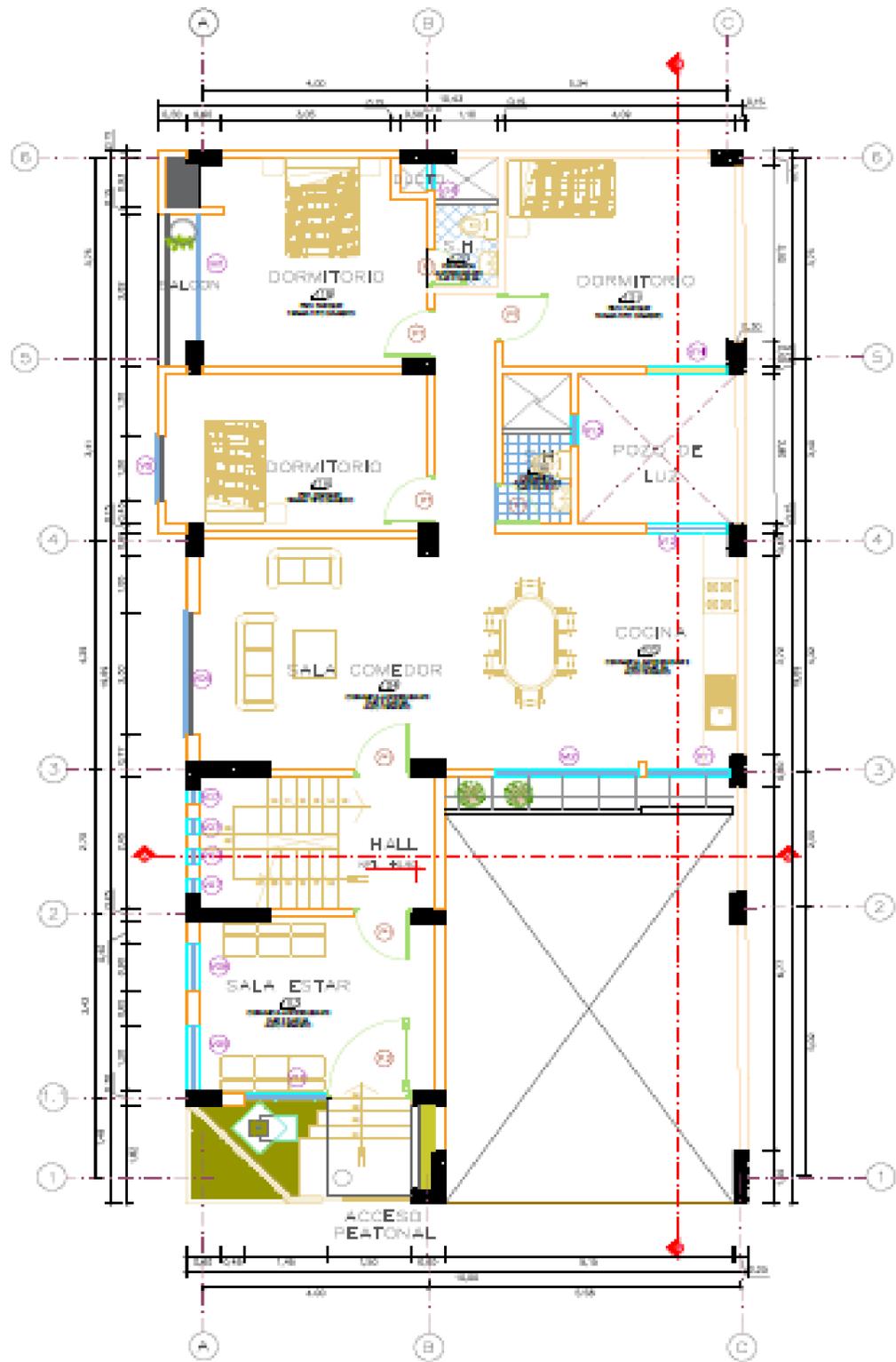


MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCAYO
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO
.....
ARQ. RAIMUNDO PANTOJA PASCUAL
TECNICO VERIFICADOR

ANEXO N° 3
PLANOS DE ARQUITECTURA



SEMISOTANO
ESCALA: 1:100



PRIMER PISO
ESCALA: 1:100

CUADRO DE VENTANAS					
TPO	ANCHO	ALTO	APRIER	ESTRUCTURA	CANT
W1	1.00	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W2	0.80	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W3	1.00	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W4	1.00	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W5	1.10	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W6	0.80	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W7	0.80	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W8	0.80	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W9	1.00	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W10	1.00	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W11	1.00	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W12	1.00	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W13	0.80	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W14	1.00	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W15	0.80	1.00	0.00	ALUMINIO	04
W16	0.75	1.00	0.00	ALUMINIO	04

CUADRO DE VENTANAS					
TPO	ANCHO	ALTO	APRIER	ESTRUCTURA	CANT
W1	0.70	0.80	0.00	ALUMINIO	04
W2	0.70	0.80	0.00	ALUMINIO	04
W3	0.70	0.80	0.00	ALUMINIO	04
W4	0.70	0.80	0.00	ALUMINIO	04
W5	0.70	0.80	0.00	ALUMINIO	04
W6	0.70	0.80	0.00	ALUMINIO	04

CUADRO DE PUERTAS				
TPO	ANCHO	ALTO	ESTRUCTURA	CANT
P1	0.80	0.80	PUEBLO MADERA	01
P2	0.70	0.80	PUEBLO MADERA	01
P3	0.80	0.80	PUEBLO MADERA	01
P4	0.80	0.80	PUEBLO MADERA	01
P5	0.80	0.80	PUEBLO MADERA	01
P6	0.70	0.80	PUEBLO MADERA	01

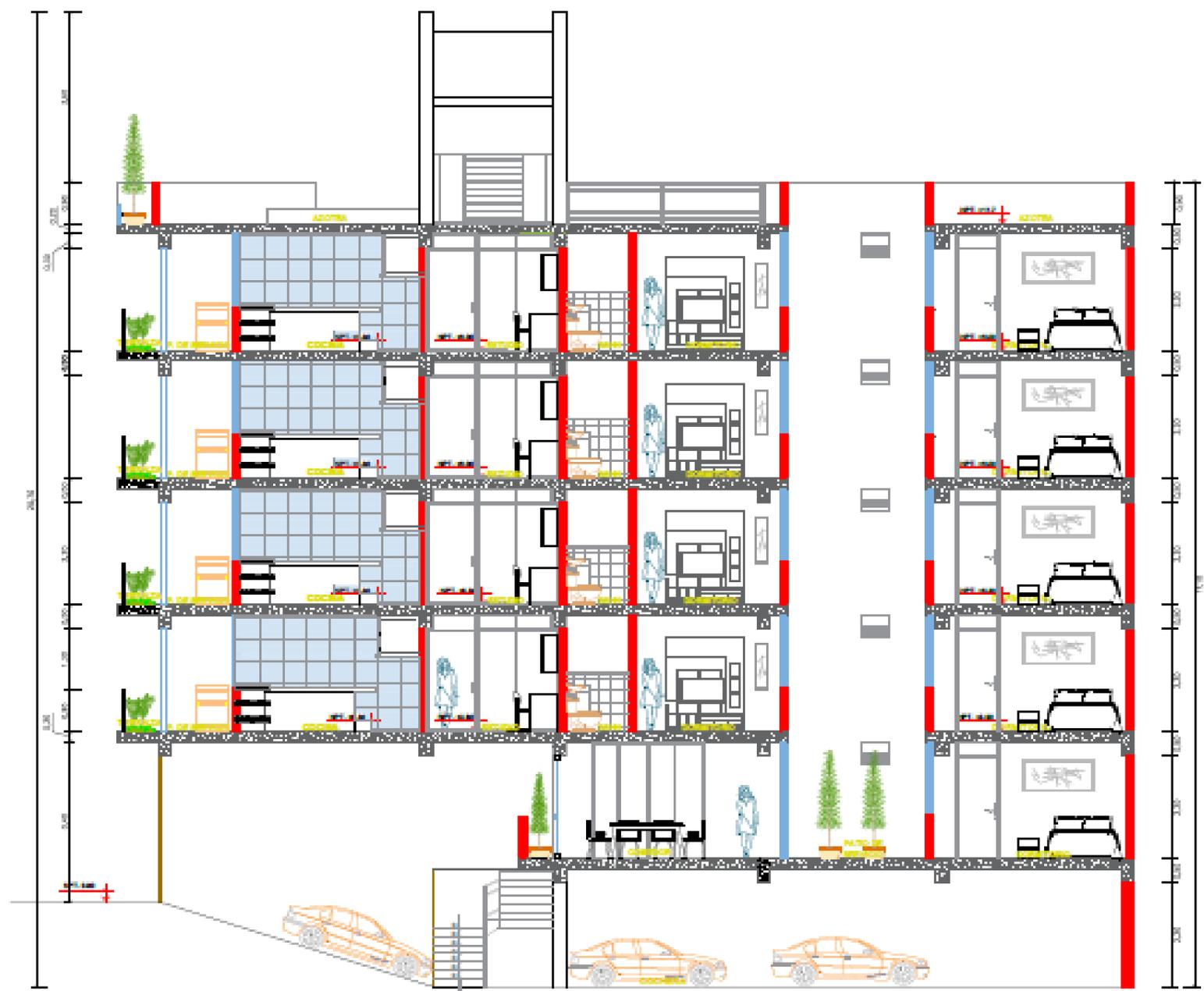
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

PROYECTO: ORGANIZACION MULTIFAMILIAR CONJUNTA

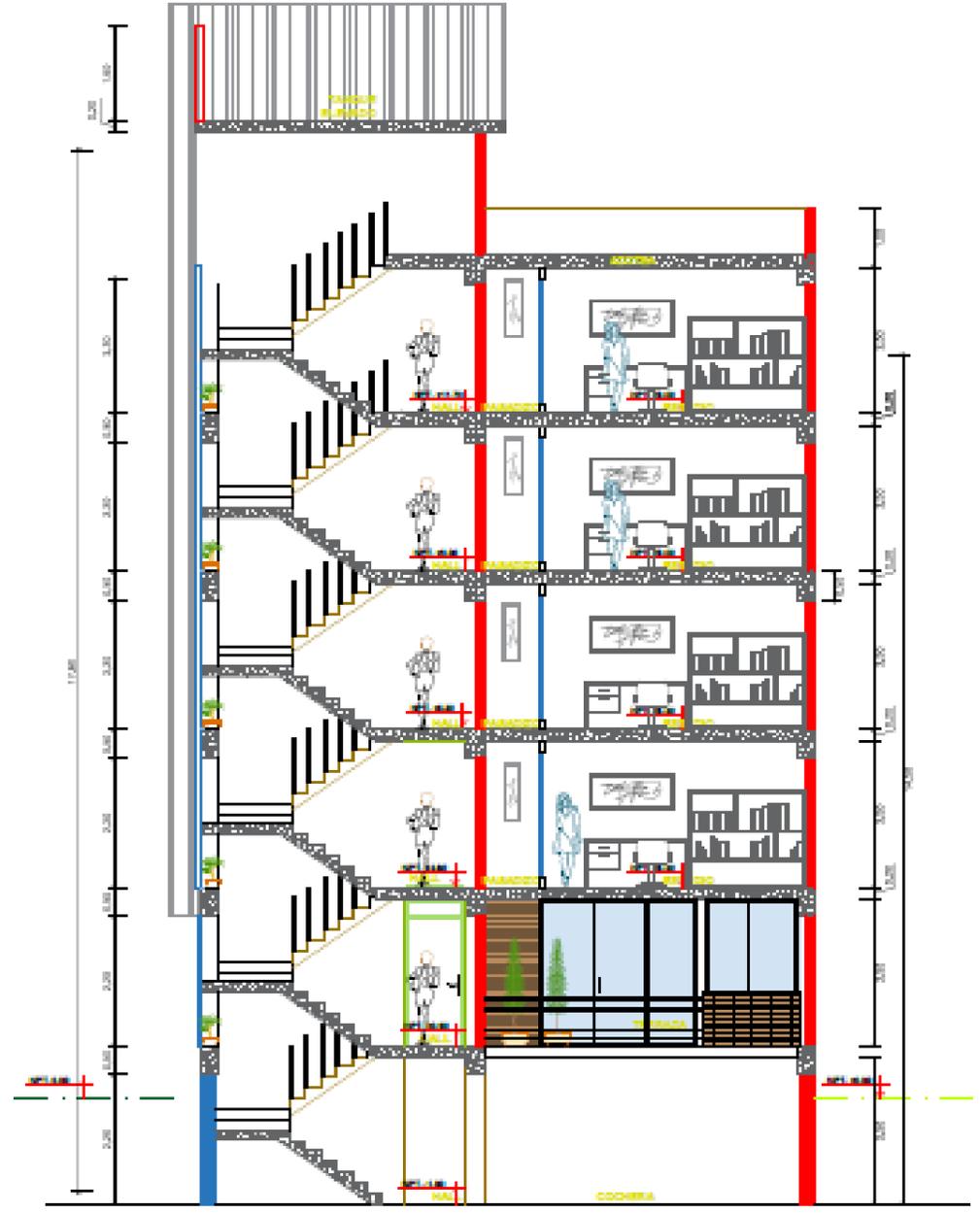
DISCIPLINA: ARQUITECTURA-PLANTAS

A-01

PROFESOR	PROFESOR	PROFESOR	PROFESOR
ALVARO	ALVARO	ALVARO	ALVARO
ALVARO	ALVARO	ALVARO	ALVARO



CORTE B - B



CORTE A - A

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

PROYECTO: **PREDICIÓN MULTIFAMILIAR CONSERVA**
ARQUITECTURA - SOBRES

PROFESOR	PROFESOR	PROFESOR	PROFESOR
ALVARO	ALVARO	ALVARO	ALVARO
ALVARO	ALVARO	ALVARO	ALVARO
ALVARO	ALVARO	ALVARO	ALVARO

A-04



FACHADA LATERAL

FACHADA FRONTAL

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES			
	PROYECTO: COMUNIDAD MULTIFAMILIAR CONSELL		
	DISCIPLINA: ARQUITECTURA-PLANIFICACION		
FECHA: 2023-08-01	PROYECTO: 0001	FOLIO: 05	TOTAL: 05
AUTOR: [Nombre]	DISEÑO: [Nombre]	DIBUJO: [Nombre]	REVISOR: [Nombre]

A-05

ANEXO N° 4

SISTEMA DE VIGUETAS PRETENSADAS TECHOMAX O FIRTH



ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL

Felix Miranda Reyes
Sr. FELIX MIRANDA REYES
FEDATARIO
Ministerio de Vivienda,
Construcción y Saneamiento

Resolución Ministerial N° 331-2005-VIVIENDA

Lima, 29 de Diciembre de 2005

Visto el Oficio N° 298-2005-VIVIENDA/SENCICO-02.00 de la Presidencia Ejecutiva del Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción – SENCICO; y,

CONSIDERANDO:

Que, con Oficio del exordio el Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción – SENCICO, solicita la ampliación del Sistema Constructivo No Convencional "SISTEMAS DE VIGUETAS PRETENSADAS FIRTH", por considerar que el mismo ha sido evaluado satisfactoriamente;



Que, de conformidad con el Decreto Supremo N° 010-71-VI de fecha 4 de marzo de 1971, las personas naturales o jurídicas que posean o representen Sistemas de Prefabricación de Viviendas y los de Construcción No Convencional, deberán obtener previamente a su utilización, en cualquier lugar de la República, la aprobación y autorización del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;



Que, el Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción – SENCICO, Institución Pública Descentralizada del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, de conformidad con su Estatuto aprobado por el Decreto Supremo N° 032-2001-MTC, tiene entre sus funciones la de proponer para su aprobación los Sistemas Constructivos No Convencionales;

Que, por Resolución Ministerial N° 092-2003-VIVIENDA del 22 de abril de 2003, se aprobó el Sistema Constructivo No Convencional "Sistemas de Viguetas Pretensadas FIRTH" consistente en espaciamentos cada 50 cm;



Que, el Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción – SENCICO, en base al expediente iniciado por FIRTH INDUSTRIES PERU S.A., da su conformidad a la ampliación del Sistema Constructivo propuesto, consistente en espaciamentos adicionales de cada 60 cm. e intermedios, al aprobado con espaciamiento a cada 50 cm., por considerar que el mismo se ajusta a las disposiciones técnicas vigentes y características, limitaciones y aplicación del referido sistema, que se dan en la correspondiente Memoria Descriptiva General de la ampliación del Sistema Constructivo No Convencional "SISTEMAS DE VIGUETAS PRETENSADAS FIRTH";

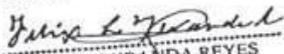


Con la opinión favorable de la Dirección Nacional de Construcción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, emitida a través del Informe N° 043-2005-VIVIENDA/MCS-DNC en el sentido que es conveniente la aprobación de dicho sistema;

De conformidad con la Ley N° 27792, Decreto Supremo N° 002-2002-VIVIENDA y Decretos Legislativos Nos. 145 y 582;



ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL


Sr. FELIX MIRANDA REYES
FEDATARIO
Ministerio de Vivienda,
Construcción y Saneamiento



SE RESUELVE:



Artículo Unico.- Aprobar la ampliación del Sistema Constructivo No Convencional "SISTEMAS DE VIGUETAS PRETENSADAS FIRTH", presentado por FIRTH INDUSTRIES PERU S.A. conforme consta en el Documento Descriptivo del Sistema, que forma parte de la presente Resolución.

Regístrese y Comuníquese.



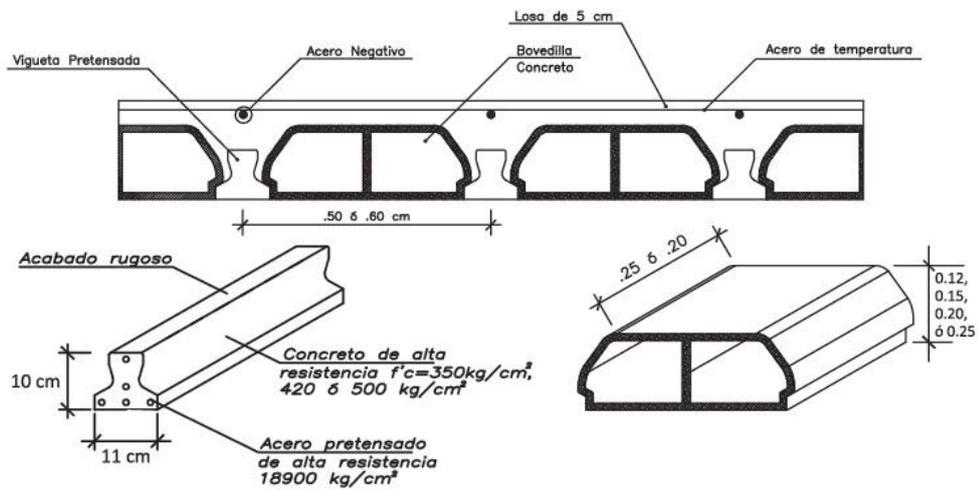

RUDECINDO VEGA
Ministro de Vivienda, Construcción
y Saneamiento





DETALLE DE LOSA CON VIGUETA TECHOMAX

VIGUETA 11 X 10: SECCION DEL ALIGERADO a 50, 60 cm



ANCLAJE MECANICO VIGUETA PRETENSADA TECHOMAX - LOSA IN SITU



12 | Descripción



ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS MATERIALES

Elementos que conforman el sistema:

- ✘ **Viguetas pretensadas** (que reemplazan al acero positivo de la losa aligerada)
- ✘ **Bovedilla de Arcilla y Accesorios :**
 - Media Bovedilla 15@50cm
 - Bandeja Arcilla Sanitaria @50 y @60cm
- ✘ **Bovedilla de Concreto (20% Bov Tapadas) y Accesorios**
 - Media Bovedilla 15@50cm
 - Bandeja Sanitaria @50cm
 - Media Bandeja Concreto @50cm
- ✘ **Mix (bandeja de Concreto más bloques de poliestireno)**
 - Poliestireno

Combinaciones de Peraltes y Espaciamientos:

Aligerado Techomax con Bovedilla de Arcilla

Peralte	Espaciamiento	Series
17 cm	@50	V101,V102,V103,V104,V105
20,25,30 cm	@50	V101,V102,V103,V104,V105

Aligerado Techomax con Bovedilla de Poliestireno

Peralte	Espaciamiento	Series
17, 20, 25, 30cm	@50 y @60	V101, V102, V103, V104, V105

Aligerado Techomax con Bovedilla de Concreto

Peralte	Espaciamiento	Series
20, 25cm	@50	V101, V102, V103, V104, V105

VIGUETAS PRETENSADAS:

Las viguetas pretensadas Techomax cumplen con los requerimientos de la Norma Peruana de Estructuras capítulo 18- Concreto Preesforzado y con el Código De Concreto Estructura ACI 318-02.

Constituidas por los sgtes. materiales:

- **Cemento:**
Cemento Portland Sol tipo I suministrado por Cementos Lima S.A., el cual cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-150 "Standard Specification for Portland Cement".
- **Arena gruesa:**
"La arena gruesa proviene de canteras ubicadas en Lima. Esta arena cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-33 "Standard Specification for Concrete Aggregates".



- Confitillo:

El agregado grueso utilizado corresponde al confitillo (huso N°8) de la norma ASTM C-33 proveniente de la cantera Flor de Nieve. Este confitillo cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-33 "Standard Specification for Concrete Aggregates".

- Acero pretensado

Alambres de 4 mm y 5mm

Acero de baja relajación

Endentados.

Cumplen con la Norma ASTM 421 y UNE-36-094Y1860

Características de las viguetas pretensadas Techomax

Serie	Area de acero (cm ²)	fpu (Kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)	ep (cm)	Volumen vigueta (m ³)	Peso vigueta kg/ml
V101	0.378	18900	350	0.54	0.0072	17.0
V102	0.504	18900	350	1.09	0.0072	17.0
V103	0.630	18900	420	1.01	0.0072	17.0
V104	0.784	18900	420	1.09	0.0072	17.0
V105	0.980	18900	500	1.31	0.0072	17.0

fpu : resistencia última del acero

f'c : resistencia especificada del concreto

ep : excentricidad del acero de la vigueta

TIPOS DE VIGUETAS				
V-101	V-102	V-103	V-104	V-105
3Æ4mm	4Æ4mm	5Æ4mm	4Æ5mm	5Æ5mm



BOVEDILLAS DE ARCILLA

Los ladrillos cumplen con los requisitos especificados en la norma Técnica Peruana Itintec 331.017 en cuanto a lo que se refiere a materia prima y con la Norma Itintec 331.040 para techos y entrepisos aligerados

Se admitirá una tolerancia de +2% de las dimensiones nominales. Los ladrillos ensayados a la flexotracción según la Norma Técnica ITINTEC 331.018 deberán cumplir con los valores sgtes:

Resistencia mínima por ladrillo = 2.00 daN/cm²

BOVEDILLAS DE CONCRETO

La materia prima utilizada en la producción de las bovedillas cumplen con las Normas Técnicas Peruananas 334.009 (cemento), 400.037 (agregados), y 334.087 (aditivos).

Características:

ALTURA DE LOSA (cm)	MATERIAL BOVEDILLA	ALTURA DE BOVEDILLA (cm)	ANCHO (cm)	APOYOS (cm)	LARGO (cm)	PESO MAXIMO (kg)	VOLUMEN (cm ³)
20 @ 50	Concreto	15	39	1.74	20	10.50	0.01148
25 @ 50	Concreto	20	39	1.74	20	12.50	0.01508
17 @ 50	Arcilla	12	39	1.74	25	9.00	0.01200
20 @ 50	Arcilla	15	39	1.74	25	9.40	0.01500
25 @ 50	Arcilla	20	39	1.74	25	12.30	0.01900
30 @ 50	Arcilla	25	39	1.74	25	15.60	0.02400
17 @ 60	Poliestireno	12	49	1.74	100	0.603	0.06030
17 @ 50	Poliestireno	12	39	1.74	100	0.483	0.04830
20 @ 50	Poliestireno	15	39	1.74	100	0.593	0.05934
25 @ 50	Poliestireno	20	39	1.74	100	0.771	0.07714
30 @ 50	Poliestireno	25	39	1.74	100	0.960	0.09596
17 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	4 + 8	39	1.74	20	8.20	0.01000
20 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	4 + 11	39	1.74	20	8.20	0.01219
25 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	4 + 16	39	1.74	20	8.20	0.01622
30 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	4 + 21	39	1.74	20	8.20	0.02025



ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SISTEMA

CUADRO COMPARATIVO DE CONSUMOS DE CONCRETO

ALTURA DE LOSA (cm)	MATERIAL	SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS TECHOMAX		LOSA TRADICIONAL	% AHORRO
		VIGUETA DOBLE (m ³ /m ²)	VIGUETA SIMPLE (m ³ /m ²)	SIMPLE a 40cm (m ³ /m ²)	
20 @ 50	Concreto	0,0900	0,0712	0,0880	19%
25 @ 50	Concreto	0,0120	0,0850	0,1000	15.0%
17 @ 50	Arcilla	0,0700	0,0616	0,0800	23%
20 @ 50	Arcilla	0,0900	0,0712	0,0880	19%
25 @ 50	Arcilla	0,1200	0,0850	0,1000	15%
30 @ 50	Arcilla	0,1500	0,0979	0,1130	13%
17 @ 60	Poliestireno	-----	0,0588	0,0800	26%
17 @ 50	Poliestireno	-----	0,0605	0,0800	24%
20 @ 50	Poliestireno	-----	0,0682	0,0880	22%
25 @ 50	Poliestireno	-----	0,0831	0,1000	17%
30 @ 50	Poliestireno	-----	0,0960	0,1130	15%
17 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,0700	0,0616	0,0800	23%
20 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,0900	0,0712	0,0880	19%
25 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,1200	0,0850	0,1000	15%
30 @ 50	Bandeja + Bloque de Poliestireno	0,1500	0,0979	0,1130	13%

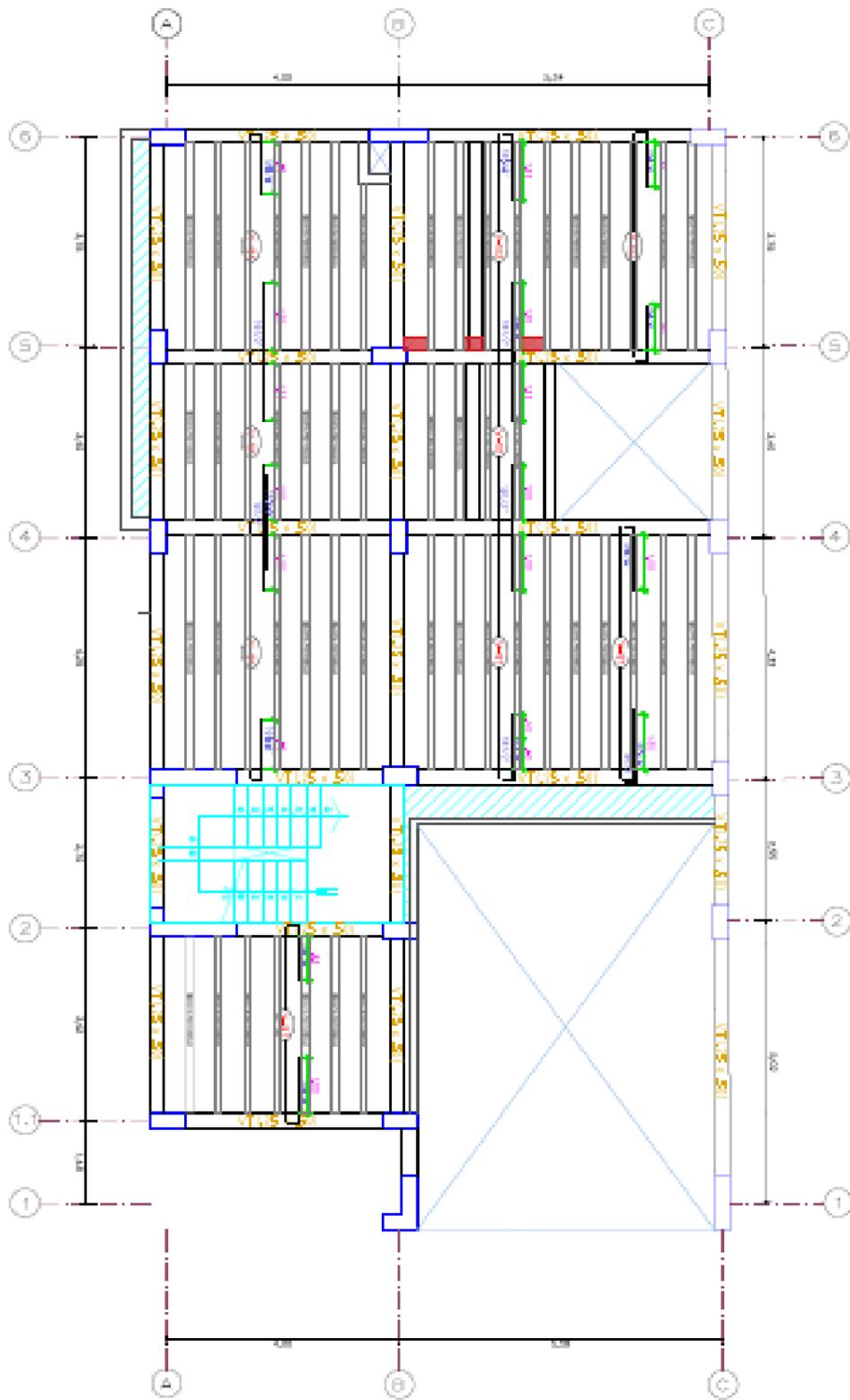
* Se recomienda Utilizar Bovedilla de Poliestireno para losas Aligeradas que van a Utilizar Falso Cielo Raso

Nota: En caso que en el techo hayan ensanches y/o bandejas sanitarias, habrá que restar al volumen de la losa, el volumen que ocupan las viguetas y los elementos que conforman la losa (bandeja, bovedillas, etc.).

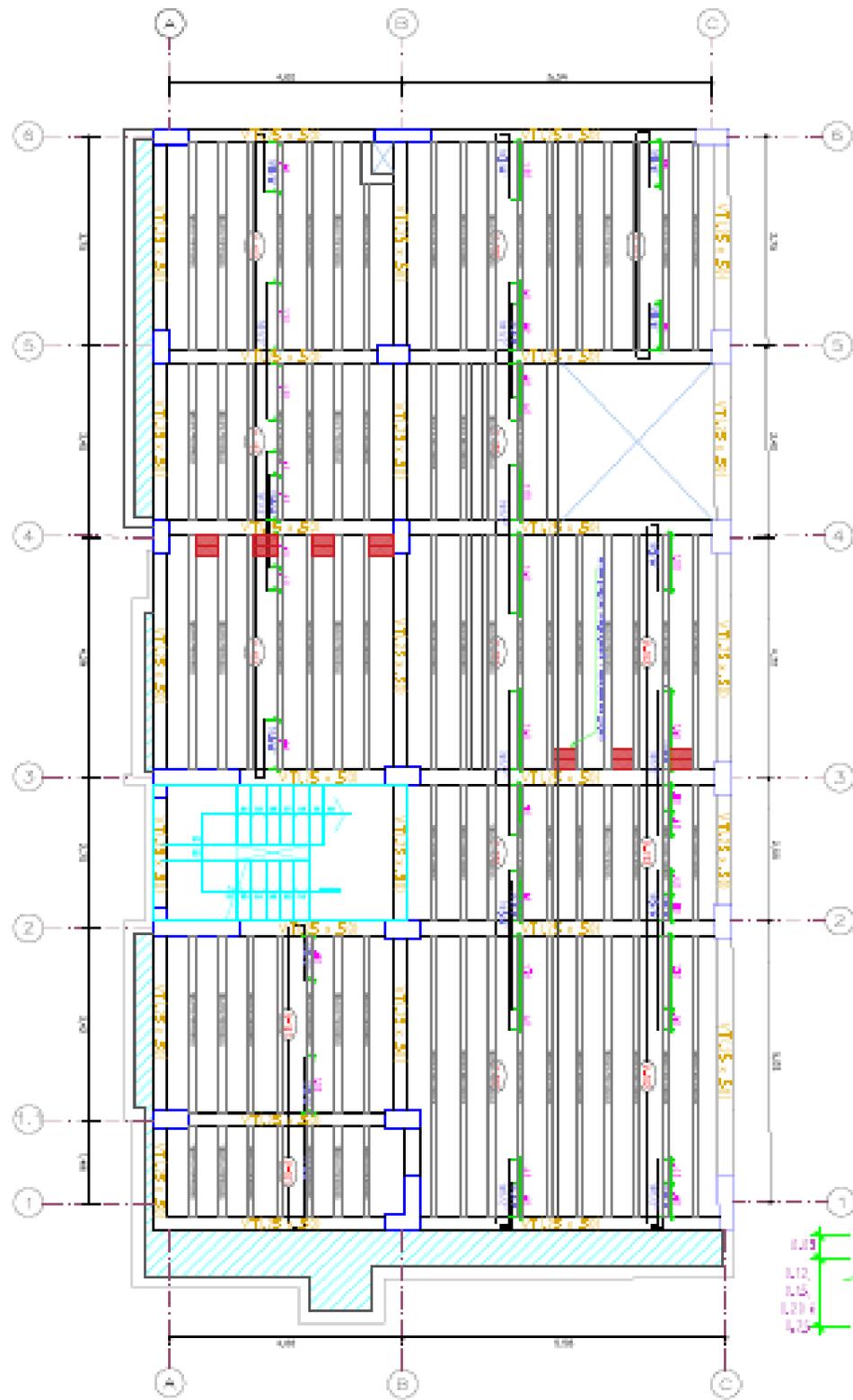
CUADRO COMPARATIVO DE PESOS DE LOSA

ALTURA DE LOSA (cm)	LOSA TRADICIONAL	SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS TECHOMAX					
	ARCILLA A 40cm (kg/m ²)	LOSA CON VIGUETAS SIMPLES				LOSA CON VIGUETAS DOBLES	
		ARCILLA A 50cm (kg/m ²)	POLIESTIRENO A 50cm (kg/m ²)	CONCRETO A 50cm (kg/m ²)	BANDEJA + BLOQUE POLA 50cm (kg/m ²)	ARCILLA A 50cm (kg/m ²)	POLIESTIRENO A 50cm (kg/m ²)
17 @ 60	270	-----	180	-----	-----	-----	-----
17 @ 50	270	265	190	-----	260.02	290	230
20 @ 60	300	-----	195	-----	-----	-----	-----
20 @ 50	300	280	210	315	277.53	345	280
25 @ 60	350	-----	225	-----	-----	-----	-----
25 @ 50	350	335	250	375	306.23	430	350
30 @ 60	400	-----	255	-----	-----	-----	-----
30 @ 50	400	400	300	-----	335.89	515	420

ANEXO N° 5
PLANOS ESTRUCTURALES DE LOSAS



LOSA DE SEMISOTANO
ESCALA: 1/50

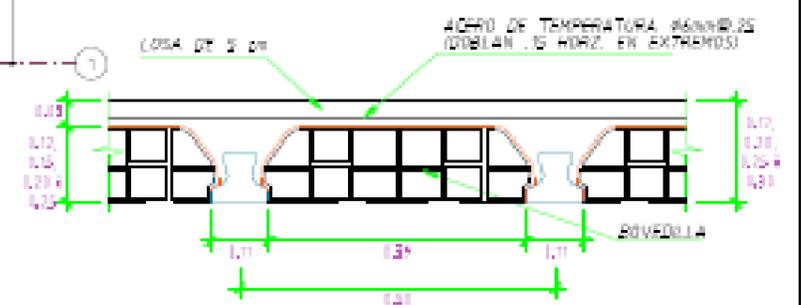
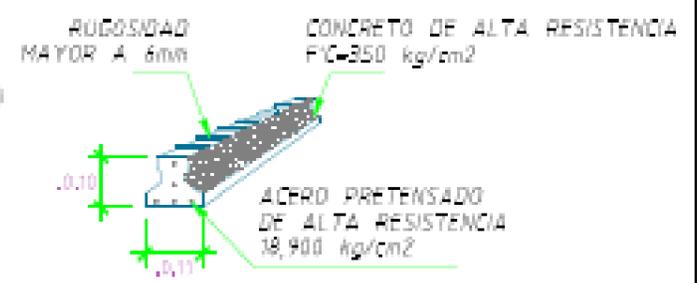
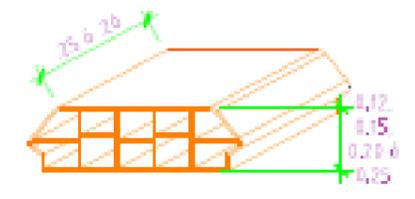


1RO - 5TO LOSA ALIGERADA
ESCALA: 1/50

ENCOFRADO DE TECHO TIPICO

$f'c = 3000 \text{ kg/cm}^2$

- LOSA ALIGERADA CON VIGUETA PRETENSADA DE $f'c = 3000 \text{ kg/cm}^2$ EN PISO Y EN TECHO.
- LOSA HAZA HACER.



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

PROYECTO: FEDERACION MULTICOMUNAL DONCELL

OPERA: ESTRUCTURAS-LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS

NO. DISEÑO: E-01

ANEXO N° 6
ESTUDIO DE SUELOS



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUC: 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES
DE CIMENTACION**

PROYECTO:

**“EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR
CONSELL”.**

INFORME TECNICO

SOLICITANTE:

BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL

HUANGAYO

2018



JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANGAYO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20601140846

CEL: 985428278

RPM: #985428278



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUCI 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME TECNICO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

“EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL”.

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO

EL OBJETIVO DEL PRESENTE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ES ESTABLECER LAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO DONDE SE CIMENTARA LA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL PROYECTADA. PARA TAL EFECTO, SE HA EFECTUADO UNA INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA QUE INCLUYE TRABAJOS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO NECESARIOS PARA DEFINIR LA ESTRATIGRAFÍA, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PREDOMINANTES, SUS PROPIEDADES DE RESISTENCIA Y ESTIMACIÓN DE ASENTAMIENTOS.

1.2. NORMATIVIDAD

EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN SE HA EFECTUADO EN CONCORDANCIA CON LA NORMA TÉCNICA E-050 “SUELOS Y CIMENTACIONES” DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

1.3. UBICACIÓN

DISTRITO : HUANGAYO
PROVINCIA : HUANGAYO
DEPARTAMENTO : JUNIN



JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANGAYO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20601140846

CEL: 985428278

RPM: #985428278



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUC: 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

2.1. GEOLOGIA

2.1.1. GEOLOGIA REGIONAL

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

LOS RASGOS GEOMORFOLÓGICOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y ALREDEDORES HAN SIDO MODELADOS POR EVENTOS DE GEODINÁMICA INTERNA Y EXTERNA. LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EXISTENTES SON CLASIFICADAS COMO VALLES - QUEBRADAS Y ESTRIBACIONES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL.

ASPECTOS LITOSTRATIGRAFICOS.

LA SECUENCIA LITOSTRATIGRAFICA, ESTÁ DADA POR LA OCURRENCIA DE AFLORAMIENTOS Y DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS CON EDADES QUE SE INICIAN EN EL CRETÁCEO INFERIOR, HASTA LA ACTUALIDAD.

MORFOGÉNESIS Y PROCESOS GEODINÁMICAS

LA CONFIGURACIÓN DEL RELIEVE EN LA REGIÓN ESTÁ SUBORDINADA A PROCESOS MORFOGENETICOS QUE HAN OCURRIDO EN EL PASADO GEOLÓGICO

2.1.2. GEOLOGIA LOCAL

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

EL ÁREA DE ESTUDIO SE ENCUENTRA EN EL CAUCE DE QUEBRADAS ANTIGUAS.

ASPECTOS LITOSTRATIGRAFICOS.

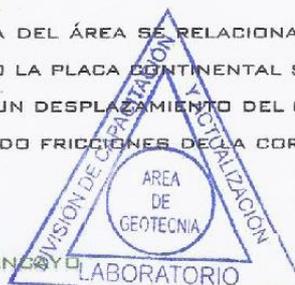
EL ÁREA DE ESTUDIO ESTÁ ASOCIADA A DEPÓSITOS ALUVIALES DE QUEBRADAS.

2.2. SISMICIDAD

EN GENERAL, LA ZONA DE ESTUDIO SE HALLA EN UNA REGIÓN DE MEDIANA ACTIVIDAD SÍSMICA, DONDE SE PUEDEN ESPERAR LA OCURRENCIA DE SISMOS DE INTENSIDAD MEDIA DURANTE DURANTE LA VIDA ÚTIL DE LA EDIFICACIÓN PROYECTADA.

LA ACTIVIDAD SÍSMICA DEL ÁREA SE RELACIONA CON LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA OCEÁNICA BAJO LA PLACA CONTINENTAL SUDAMERICANA, SUBDUCCIÓN QUE SE REALIZA CON UN DESPLAZAMIENTO DEL ORDEN DE DIEZ CENTÍMETROS POR AÑO, OCASIONANDO FRICCIONES DE LA CORTEZA, CON LA CONSIGUIENTE

JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANGUAYO
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20601140846



LUIS PARIONA QUINTANA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 168413

CEL: 985428278

RPM: #985428278



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUCI 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

PROPAGACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE SISMOS, LOS CUALES SON EN GENERAL TANTO MÁS VIOLENTOS CUANDO MENOS PROFUNDOS SON EN SU ORIGEN.

COMO LOS SISMOS DE LA REGIÓN SE ORIGINAN EN LAS FRICCIONES CORTICALES DEBIDAS A LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA OCEÁNICA BAJO LA CONTINENTAL, RESULTA QUE A IGUALDAD DE CONDICIONES LOS SISMOS RESULTAN MÁS INTENSOS EN LAS REGIONES COSTERAS, DECRECIENDO GENERALMENTE HACIA LA SIERRA Y SELVA, DONDE LA SUBDUCCIÓN Y FRICCIÓN CORTICAL ES PAULATINAMENTE MÁS PROFUNDA. LAS ZONAS ALEJADAS DEL ORIENTE AMAZÓNICO SUFREN DE POCOS EVENTOS SÍSMICOS PRECISAMENTE POR LA GRAN PROFUNDIDAD EN QUE SE PRODUCE LA SUBDUCCIÓN BAJO ESTA REGIÓN, EN COMPARACIÓN A LO QUE OCURRE BAJO LA COSTA.

SEGÚN LOS MAPAS DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y MAPA DE MÁXIMAS INTENSIDADES SÍSMICAS DEL PERÚ Y DE ACUERDO A LAS NORMAS SISMO-RESISTENTES DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, EL PROYECTO SE ENCUENTRA COMPRENDIDO EN LA ZONA 3.

EN LA FIGURA N°3, SE PRESENTA EL MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE MÁXIMAS INTENSIDADES SÍSMICAS OBSERVADAS EN EL PERÚ REALIZADO POR ALVA ET AL (1984), EL CUAL SE BASÓ EN MAPAS DE ISOSISTAS DE SISMOS PERUANOS Y DATOS DE INTENSIDADES PUNTUALES DE SISMOS HISTÓRICOS RECIENTES. EN LA FIGURA N°4, SE PRESENTA EL MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA CONSIDERANDO POR LA NORMA TECNICA E-030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.

LOS PARÁMETROS SÍSMICOS A USARSE SON:

PARAMETRO	VALOR
FACTOR DE ZONA(Z)	0.35
FACTOR DE AMPLIACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS(S)	1.15
PERIODO DE VIBRACIÓN PREDDOMINANTE(TP)	0.6
PERIODO DE VIBRACIÓN PREDDOMINANTE(TL)	2.0

VER MAPAS ADJUNTOS.



JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANDAY
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20601140846

CEL: 985428278
RPM: #985428278



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUC: 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INVESTIGACION GEOTECNICA EFECTUADA

3.1. EXPLORACIONES

LAS EXPLORACIONES DEL SUBSUELO SE REALIZARON MEDIANTE 01 EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO O CALICATA UBICADAS ESTRATÉGICAMENTE DE TAL MANERA DE CUBRIR TODO EL TERRENO EN ESTUDIO. LA PROFUNDIDAD MÁXIMA EXPLORADA FUE 3.00 M.

- C-1

3.2. MUESTREO DISTURBADO

SE EXTRAJERON MUESTRAS DISTURBADAS REPRESENTATIVAS DE LOS ESTRATOS TÍPICOS EN CANTIDAD SUFICIENTE PARA LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS ESTÁNDAR Y ESPECIALES.

3.3. REGISTRO DE EXPLORACIONES

PARALELAMENTE AL MUESTREO SE EFECTUÓ EL REGISTRO DE CADA UNA DE LAS EXPLORACIONES ANOTÁNDOSE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS TALES COMO ESPESOR, COLOR, HUMEDAD, COMPACTIDAD, ETC.

CADA UNA DE LAS CALICATAS EXPLORADAS, PRESENTAN UN REGISTRO DE EXCAVACIÓN, SE PRESENTA EL RESUMEN DE LOS MATERIALES ENCONTRADOS EN LAS CALICATAS EXPLORADAS.

- C-1 LIMOS ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD



LUIS PARIONA QUINTANA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 106413

JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANGAYO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20601140846

CEL: 985428278

RPM: #985428278



4. ENSAYOS DE LABORATORIO

LOS ENSAYOS SE EFECTUARON EN EL ÁREA DE CAPACITACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE GEOTECNIA EN LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO DE LA EMPRESA ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA E.I.R.L, SIGUIENDO LAS NORMAS DE LA AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS(ASTM) Y FUERON LOS SIGUIENTES:

4.1. ENSAYOS ESTANDAR

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422
- LIMITE LIQUIDO ASTM D-4318
- LIMITE PLASTICO ASTM D-2216

4.2. ENSAYOS ESPECIALES

- CORTE DIRECTO ASTM D-3080
- HUMEDAD ASTM D-2216

4.3. CLASIFICACION DE SUELOS

LOS SUELOS REPRESENTATIVOS ENSAYADOS SE HAN CLASIFICADO DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS). EN EL CUADRO SIGUIENTE SE PRESENTA LA CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES:

POZO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION AASTHO
C-1 CERCO PERIMÉTRICO	ML	-----

5. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

LA ESTRATIGRAFÍA SE DEFINIÓ MEDIANTE LA INTERPRETACIÓN DE LOS REGISTROS ESTRATIGRÁFICOS DE LAS EXPLORACIONES EFECTUADAS, LAS CUALES SE MUESTRAN EN EL "PERFIL ESTATIGRAFICO" VER ANEXO DE PERFIL ESTRATIGRAFICO.



JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANGAYO
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 RUC: 20601140846

CEL: 985428278
 RPM: #985428278



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUC: 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS				REGISTRO DE EXCAVACION	
EXPEDIENTE N° : 10003082018				ASTM D2486 - 09a - Práctica estándar para la descripción e identificación de los Suelos (Procedimiento Visual-Manual)	
PETICIONARIO : BACIL KELLY LISSETII APAZA RAFAEL				EXCAVACION : CALICATA N°1	
PROYECTO : "EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL".				NIVEL FREATICO : No se encontro a 3.00 m	
UBICACIÓN : JR. ANGARAES Y PASAJE SEBASTIÁN LORENTE - HUANCAYO - JUNIN.				TAMAÑO EXCAVACION : 1.50 x 2.00 x3.00 m.	
METODO DE EXCAVACION : Manual				INICIO : 01/08/2018	
				TERMINO : 04/08/2018	
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMETRICO (g/cm3)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
	SIMBOLOS	GRAFICO			
0.10 0.30	Re				material de relleno con presencia de ladrillo, plastico y material organico de consistencia suave.
0.50 1.00	ML		5.49	1.867	Limosa arenosa con finos, estado humedo, color marron oscuro de consistencia suave con presencia de botoneria aisladas sub redondeado
3.00	IDENTIFICACION DE MUESTRAS				OBSERVACIONES : Calicata : CALICATA N°1 Ubicación : JR. ANGARAES Y PASAJE SEBASTIÁN LORENTE - HUANCAYO -
	Re: Material de relleno				
	S/M: Sin muestra				
	M-1: Muestra alterada N°1				

Bryan Briceño Chiruan
Bryan Briceño Chiruan
 Ing. Exp. en Mecánica de Suelos y Concreto
 DNI 72126271



Luis Partona Quintana
LUIS PARTONA QUINTANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 169413

JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANCAYO
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 RUC: 20601140846

CEL: 985428278
 RPM: #985428278



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUC: 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE N° : 10003082018
 PETICIONARIO : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
 ATENCIÓN : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
 PROYECTO : "EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL".
 UBICACIÓN : JR. ANGARAES Y PASAJE SEBASTIÁN LORENTE - HUANCAYO - JUNIN.
 FECHA DE RECEPCIÓN : miércoles, 1 de agosto de 2018
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 4 de agosto de 2018

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E107 // ASTM D - 422

NORMA : ASTM D422-2007 (Reapproved 1990) Standard test Method for Particle-size Analysis of Soils.

DATOS DE LA MUESTRA

Pag. 01 de 03

CALICATA : C-1
 MUESTRA : M-1
 PROGRESIVA : 0+000
 MARGEN : -----
 COORDENADAS UTM : -----
 PROFUNDIDAD(m) : 0.00 - 3.00

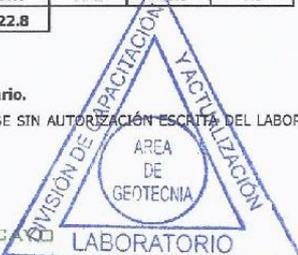
PESO INICIAL SECO (gr)		:	3722.8		
PESO LAVADO Y SECO (gr)		:	1742.3		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	
				Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	62.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	59.6	1.6	1.6	98.4
1/2"	12.500	152.6	4.1	5.7	94.3
3/8"	9.500	115.4	3.1	8.8	91.2
1/4"	6.300	134.0	3.6	12.4	87.6
Nº4	4.750	189.9	5.1	17.5	82.5
Nº10	2.000	143.7	3.9	21.4	78.6
Nº20	0.850	154.1	4.1	25.5	74.5
Nº40	0.425	227.1	6.1	31.6	68.4
Nº60	0.250	234.5	6.3	37.9	62.1
Nº140	0.106	294.1	7.9	45.8	54.2
Nº200	0.075	37.2	1.0	46.8	53.2
FONDO		1980.5	53.2	100.0	0.0
TOTAL		3722.8			

CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Norma ASTM D422 (Análisis Granulométrico)		
Grava	(%)	17.5
Arena	(%)	29.3
Finos	(%)	53.2
Norma ASTM D4318 (Límites de Consistencia)		
Límite Líquido (LL)	(%)	20.1
Límite Plástico (LP)	(%)	14.4
Índice de Plasticidad (IP)	(%)	5.7
Norma ASTM D2216 (Contenido de Humedad)		
Contenido de Humedad (CH)	(%)	5.49
Norma ASTM D2487 (Clasificación SUCS)		
ML	LIMO ARENOSO	
Norma ASTM D3282 (Clasificación AASTHO)		
A-4 (1)		

OBSERVACION : Muestras remitidas por el peticionario.

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP/EP/2006/1993)

Bryan Briceno Chihuan
 Ing. Esp. en Mecánica de Suelos y Concreto



LUIS PARIONA QUINTANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 169413

JR. PANAMA N° 962 EL TAMBO HUANCAYO
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 RUC: 20601140846

CEL: 985428278
 RPM: #985428278



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE N° : 10103082018
 PETICIONARIO : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
 ATENCIÓN : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
 PROYECTO : "EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL".
 UBICACIÓN : JR. ANGARAES Y PASAJE SEBASTIÁN LORENTE - HUANCAYO - JUNIN.
 FECHA DE RECEPCIÓN : miércoles, 1 de agosto de 2018
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 4 de agosto de 2018

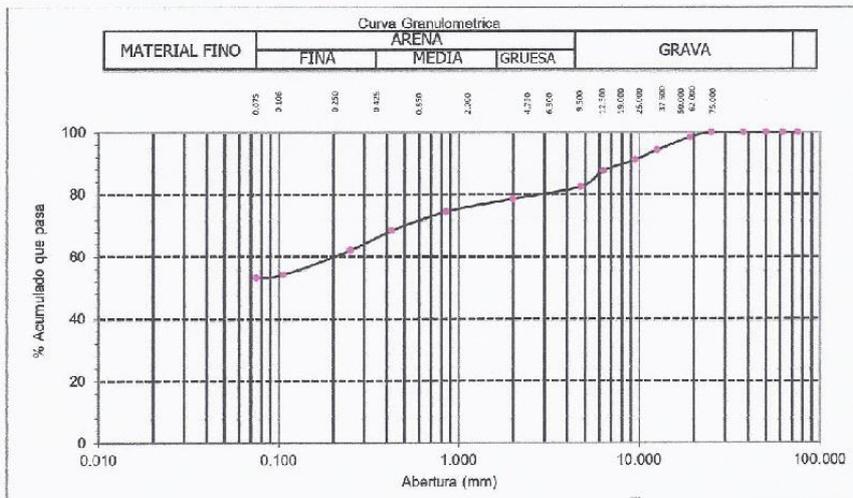
ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO
MTC E107 // ASTM D-422

NORMA : ASTM D422-2007 (Reapproved 1990) Standard test Method for Particle-size Analysis of Soils.
 N.T.P. 339.128

Pag. 02 de 03

CALICATA	C-1
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+000
MARGEN	-----
COORDENADAS UTM	-----
PROFUNDIDAD(m)	0.00 - 3.00

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACION : Muestras remitidas por el peticionario.
 * EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI, GP-004: 1993)

Bryan Espinoza Chihuan
 Exp. en Mecánica de Suelos y Concreto
 DNI 72126271



LUIS PARIONA QUINTANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 169413

JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANCAYO
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 RUC: 20601140846

DEL: 985428278
 RPM: #985428278



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE N° : J0203082018
 PETICIONARIO : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
 ATENCIÓN : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
 PROYECTO : "EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELI"
 UBICACIÓN : JR. ANGARAES Y PASAJE SEBASTIÁN LORENTE - HUANCAYO - JUNIN.
 FECHA DE RECEPCIÓN : miércoles, 1 de agosto de 2018
 FECHA DE EMISIÓN : sábado, 4 de agosto de 2018

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
MTC E110 // MTC E111 // ASTM 4318

NORMA : ASTM D4318 - 2010 Standard test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
 N.T.P. 339.125

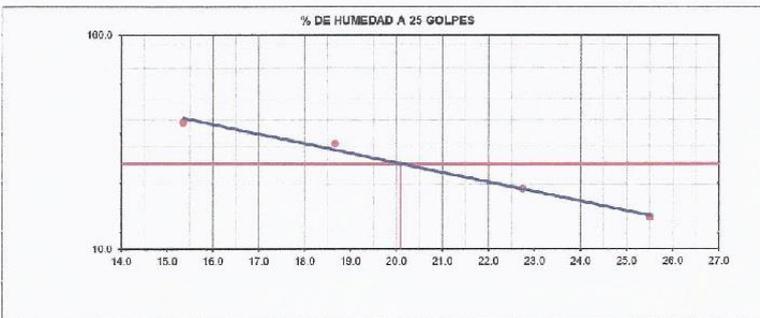
Pag. 03 de 03

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1
 MUESTRA : M-1
 PROGRESIVA : 0+000
 MARGEN :
 COORDENADAS UTM :
 PROFUNDIDAD(m) : 0.00 - 3.00

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	1	2	3	4
TARRO + SUELO HUMEDO	52.02	71.13	91.40	05.75
TARRO + SUELO SECO	46.02	62.12	80.61	59.98
AGUA	5.00	9.01	10.85	5.77
PESO DEL TARRO	22.50	22.50	22.50	22.40
PESO DEL SUELO SECO	23.52	39.62	58.11	37.58
% DE HUMEDAD	25.51	22.74	18.67	15.35
N° DE GOLPES	14	10	31	30

LÍMITE PLÁSTICO		
N° TARRO	25	26
TARRO + SUELO HUMEDO	52.04	45.03
TARRO + SUELO SECO	48.27	42.25
AGUA	3.77	2.80
PESO DEL TARRO	22.50	22.50
PESO DEL SUELO SECO	25.77	19.73
% DE HUMEDAD	14.63	14.19



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO (%)	20.1	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	14.4	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5.68	

OBSERVACION : Muestras remitidas por el peticionario.
 * EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

Bryan Briceño Chihuan
Bryan Briceño Chihuan
 Exp. en: Mecánica de Suelos y Concreto
 DNI: 72126271



Luis Pariona Quintana
LUIS PARIONA QUINTANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 169413

JR. PANAMA N° 962 EL TAMBO HUANCAYO
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 RUC: 20601140846

CEL: 985428278
 RPM: #985428278



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUC: 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 010003082018
PETICIONARIO : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
ATENCIÓN : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
PROYECTO : "EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL".
UBICACIÓN : JR. ANGARAES Y PASAJE SEBASTIÁN LORENTE - HUANCAYO - JUNIN.
FECHA DE RECEPCIÓN : 01/08/2018
FECHA DE EMISIÓN : 04/08/2018

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UNA
MUESTRA DE SUELO
NTP 339.127**

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	RESULTADO (%)
C-1	3.00 m	M-1	5.49

OBSERVACIONES: MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO,
SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)


Bryan Briceño Chihuan
Esp. en Mecánica de Suelos y Concreto
DNI: 72126271




LUIS PARIONA QUINTANA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 169413

JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANCAYO
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20601140846

CEL: 985428278
RPM: #985428278



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUC: 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 010003082018
PETICIONARIO : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
ATENCIÓN : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
PROYECTO : "EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL".

UBICACIÓN : JR. ANGARAES Y PASAJE SEBASTIÁN LORENTE - HUANCAYO - JUNIN.
FECHA DE RECEPCIÓN : 01/08/2018
FECHA DE EMISIÓN : 04/08/2018

DENSIDAD NATURAL NTP 339.143

Calicata	C-1
Muestra	M-1
Prof. (m)	3.00 m

DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)
1.867	5.49	1.770

OBSERVACIONES: MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO.
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)


Bryan Briceño Chihuan
Espec. Esp. en Mecánica de Suelos y Concreto
DNI 72126271




LUIS PARIONA QUINTANA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 169413

JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANCAYO
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20601140846

DEL: 985428278
RPM: #985428278



II. ENSAYO DE CORTE DIRECTO N.T.P. 339.171

Estado : Alterado
Muestra : M-1
Profundidad : 3.00 m

Página 2 de 3

Especimen N°	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Densidad Húmeda Inicial (gr/cm ³)	1.867	1.867	1.867
Densidad Seca Inicial (gr/cm ³)	1.770	1.770	1.770
Contenido Humedad Inicial (%)	5.49	5.49	5.49
Densidad Húmeda Final (gr/cm ³)	2.241	2.253	2.248
Densidad Seca Final (gr/cm ³)	1.695	1.702	1.699
Contenido Humedad Final (%)	32.24	32.41	32.35
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de Corte Maximo (kg/cm ²)	0.297	0.595	0.821
Angulo de Friccion Interna	: 21.68		
Cohesión (kg/cm ²)	: 0.09		

OBSERVACIONES: MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO.


Bryan Briceño Chihuan
Esp. en Mecánica de Suelos y Concreto
DNI 72126271




LUIS PARIONA QUINTANA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 166413



ANÁLISIS DE LA CIMENTACION

DE ACUERDO A LOS TRABAJOS DE CAMPO, ENSAYOS DE LABORATORIO Y LA ESTRATIGRAFÍA DEL SUBSUELO, SE EVALUÓ LA CAPACIDAD PORTANTE, TENIENDO EN CUENTA LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES:

SE EFECTUÓ 1 ENSAYOS DE CORTE DIRECTO EN LABORATORIO, OBTENIÉNDOSE LOS SIGUIENTES PARÁMETROS DE RESISTENCIA:

	ANGULO DE FRICCION INTERNA ϕ	COHESION, C (KG/CM ²)
C-1 CERCO PERIMETRICO	21.68	0.09

7. CAPACIDAD PORTANTE

7.1. CAPACIDAD DE CARGA

EL INGENIERO ESTRUCTURAL VERIFICARA LAS CARGAS TRANSMITIDAS AL TERRENO POR UNIDAD DE ÁREA. EN EL PRESENTE, SE HA REALIZADO EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA CAPACIDAD DE CARGA, EN LA CUAL SE HA DETERMINADO CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS ASUMIDAS.

SI BIEN ES CIERTO, LA EXPRESIÓN QUE DETERMINA LA CAPACIDAD ADMISIBLE, ESTARÁ AFECTADA POR UN FACTOR DE SEGURIDAD DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DE DISEÑO EMPLEADOS EN EL PAÍS (LÉASE COMO $Q_{ADM} \equiv Q_{ULT} / FS$), EN EL CÁLCULO DE HAN EMPLEADO FACTORES DE SEGURIDAD QUE RESPONDEN A CADA UNO DE LOS PARÁMETROS QUE PARTICIPEN EN EL DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS.

SI LUEGO SE DESEA EFECTUAR EL ANÁLISIS DINÁMICO, SE RECOMIENDA EMPLEAR LA METODOLOGÍA POR ESTADO LIMITE, EN EL CUAL LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA SON MINDRADOS Y LAS CARGAS ACTUANTES MAYORADAS.



JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANGAYO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20601140846

CEL: 985428278

RPM: #985428278

ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

ATENCION : BACH. KELLY LISSETH APAZA RAFAEL
 PROYECTO : "EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL".

UBICACIÓN : JR. ANGARAES Y PASAJE SEBASTIÁN LORENTE - HUANCAYO - JUNIN.

FECHA : 01/09/2018

Nº DE MUESTRA :

Nº DE CALICATA :

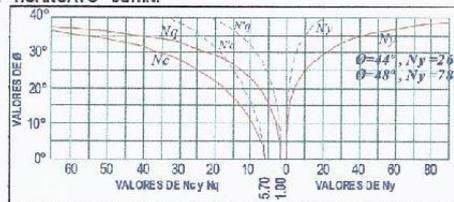
CLASIFICACION SUCS:

Peso Especifico

Angulo de Friccion

Cohesion

M-1	γm	1.770	gr/cm ³
C-1	φ	21.68	°
CL-ML	c	0.09	Kg/cm ²



Según Terzagui

Capacidad de Carga Ultima para Cimentaciones Cuadradas

qc = Capacidad de Carga Ultima
 qd = Capacidad Admisible

$$q_c = 1.3C_{nc} + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE CIMENTACION

TIPO DE FALLA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA

P. ESPECIFICO (Kg/cm ³)	φ	C (kg/cm ²)	Nc	Nq	Ny
0.0018	21.68	0.00	16.54	7.58	6.83

Página 3 de 3

ZAPATA CUADRADA			
FACTOR DE SEGURIDAD F.S 3.0			
Base (cm)	Prof. (cm)	qc (kg/cm ²)	qd (kg/cm ²)
150	100	4.00	1.33
150	110	4.14	1.38
150	120	4.27	1.42
150	130	4.40	1.47
150	140	4.54	1.51
150	150	4.67	1.56
150	160	4.81	1.60
200	100	4.24	1.41
200	110	4.38	1.46
200	120	4.51	1.50
200	130	4.65	1.55
200	140	4.78	1.59
200	150	4.91	1.64
200	160	5.05	1.68
250	100	4.49	1.50
250	110	4.62	1.54
250	120	4.75	1.58
250	130	4.89	1.63
250	140	5.02	1.67
250	150	5.16	1.72
250	160	5.29	1.76
300	100	4.73	1.58
300	110	4.86	1.62
300	120	5.00	1.67
300	130	5.13	1.71
300	140	5.26	1.75
300	150	5.40	1.80
300	160	5.53	1.84

ZAPATA CUADRADA			
FACTOR DE SEGURIDAD F.S 3.5			
Base (cm)	Prof. (cm)	qc (kg/cm ²)	qd (kg/cm ²)
150	100	4.00	1.14
150	110	4.14	1.18
150	120	4.27	1.22
150	130	4.40	1.26
150	140	4.54	1.30
150	150	4.67	1.34
150	160	4.81	1.37
200	100	4.24	1.21
200	110	4.38	1.25
200	120	4.51	1.29
200	130	4.65	1.33
200	140	4.78	1.37
200	150	4.91	1.40
200	160	5.05	1.44
250	100	4.49	1.28
250	110	4.62	1.32
250	120	4.75	1.36
250	130	4.89	1.40
250	140	5.02	1.44
250	150	5.16	1.47
250	160	5.29	1.51
300	100	4.73	1.35
300	110	4.86	1.39
300	120	5.00	1.43
300	130	5.13	1.47
300	140	5.26	1.50
300	150	5.40	1.54
300	160	5.53	1.58

ZAPATA CUADRADA			
FACTOR DE SEGURIDAD F.S 4.0			
Base (cm)	Prof. (cm)	qc (kg/cm ²)	qd (kg/cm ²)
150	100	4.00	1.00
150	110	4.14	1.03
150	120	4.27	1.07
150	130	4.40	1.10
150	140	4.54	1.13
150	150	4.67	1.17
150	160	4.81	1.20
200	100	4.24	1.06
200	110	4.38	1.09
200	120	4.51	1.13
200	130	4.65	1.16
200	140	4.78	1.20
200	150	4.91	1.23
200	160	5.05	1.26
250	100	4.49	1.12
250	110	4.62	1.16
250	120	4.75	1.19
250	130	4.89	1.22
250	140	5.02	1.26
250	150	5.16	1.29
250	160	5.29	1.32
300	100	4.73	1.18
300	110	4.86	1.22
300	120	5.00	1.25
300	130	5.13	1.28
300	140	5.26	1.32
300	150	5.40	1.35
300	160	5.53	1.38


 Bryan Briceño Chihuan
 Exp. Esp. en Mecanica de Suelos y Concreto
 JR. PANAMA N.º 962 EL TAMBO HUANCAYO
 DNI: 72126271




 LUIS PARIONA QUINTANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N.º 169413
 CEL: 985428278

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RPM: #985428278

RUC: 20601140846



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUC: 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LOS FACTORES DE FORMA SON PARÁMETROS ADIMENSIONALES QUE DEPENDEN PRINCIPALMENTE DEL ÁNGULO DE RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE ϕ DEL SUELO Y DE LA GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN. PARA LA EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE TENEMOS LOS DATOS BRINDADOS POR EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA EMPRESA ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA E.I.R.L.:

VER : CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE
PODEMOS APRECIAR UN RANGO DE VALORES QUE SE ENCUENTRA COMPRENDIDO ENTRE:

CALICATA	CAPACIDAD PORTANTE
C-1	1.47

VALORES QUE VARÍAN DE ACUERDO A LA PROFUNDIDAD Y GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN ADEMÁS A MAYOR PROFUNDIDAD NOTAMOS QUE SE VA GANANDO PROPIEDADES DE RESISTENCIA

7.3. PARAMETROS DE OBRAS DE SOSTENIMIENTO

LA EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUD SE DEBERÁ REFERIR A LA ZONA DE RELLENO EN CUYA PARTE ALTA SE PROCEDERÁ AL CORTE, DEJANDO PAREDES EXPUESTAS DE MATERIAL DELEZNABLE.

LAS NECESIDADES DEL PROYECTO Y AL REQUERIMIENTO DE GANAR TERRENO A DESNIVEL, SE TENDRÁ QUE EMPLEAR UN MURO DE CONTENCIÓN, DISEÑADO ADECUADAMENTE SEGÚN EL PROYECTO INTEGRAL. LOS EMPUJES DE TIERRA, PRESENTADA POR LA DISTRIBUCIÓN DE CARGAS GEOESTATICAS COMO DE CARGAS INDUCIDAS (ESTRUCTURAS), PROPICIARAN EMPUJES QUE GENERAN INESTABILIDAD DEL TALUD Y A PARTIR DEL CUAL SE PERMITIRÁ EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN.



JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANGAYO
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20601140846

CEL: 985428278
RPM: #985428278



ALTA INGENIERIA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUC: 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CALICATA C-1 FOTO N°01



CALICATA C-1 FOTO N°02



[Signature]
Bryan Ericano Chihuan
Tec. Esp. en Mecánica de Suelos y Concreto
DNI: 72126271



[Signature]
LUIS PARRONA QUINTANA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 105413

JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANGAY
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20601140846

CEL: 985428278
RPM: #985428278



ALTA INGENIERÍA DE CALIDAD ESPECIALIZADA

RUC: 20601140846

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CALICATA C-1 FOTO N°03



CALICATA C-1 FOTO N°04



[Signature]
Bryan Briceño Chihuan
Téc. Esp. en Mecánica de Suelos y Concreto
DNI: 72126271

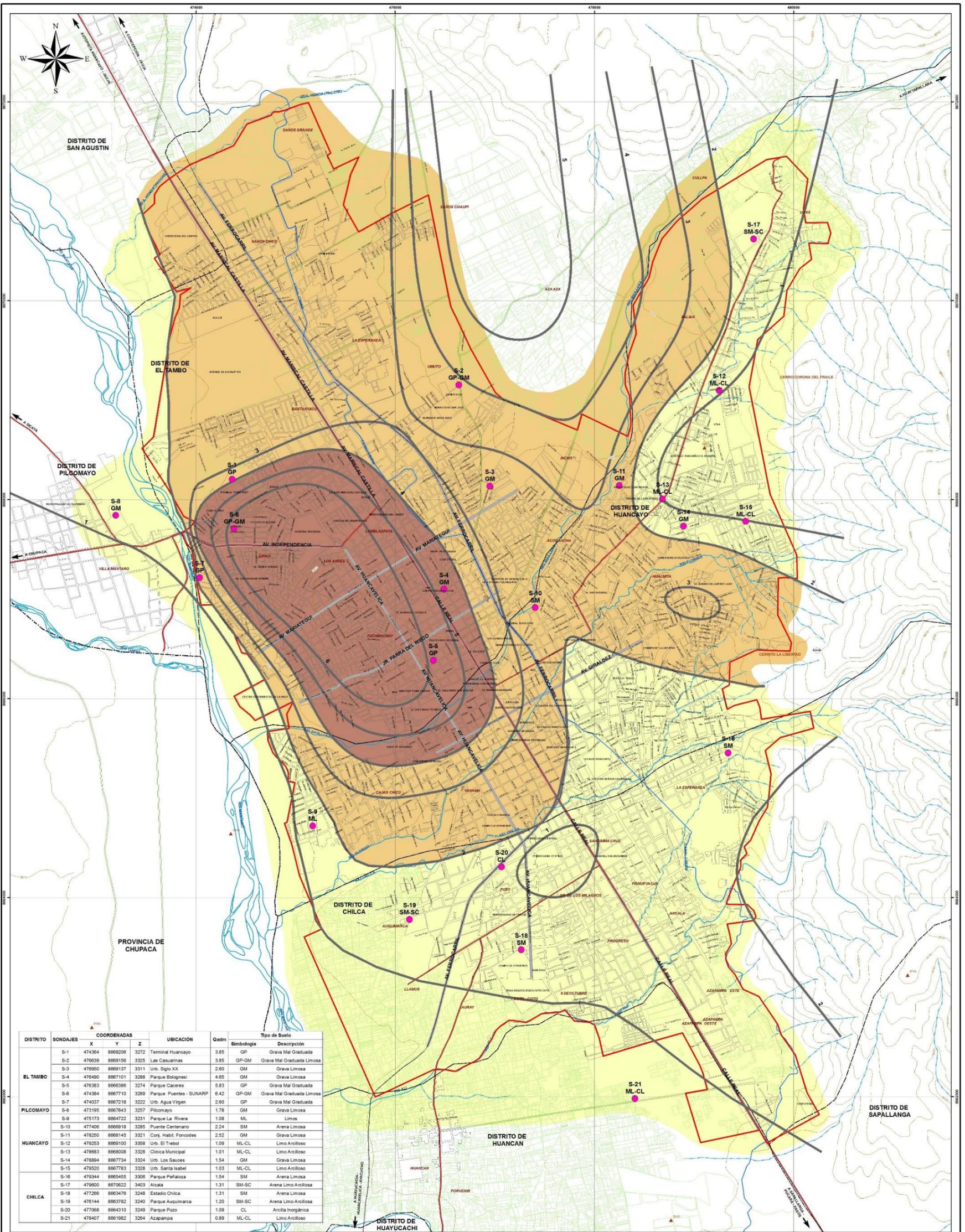
JR. PANAMA N°962 EL TAMBO HUANCAYO
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20601140846



[Signature]
LUIS PARIONA QUINTANA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 169413
CEL: 985428278
RPM: #985428278

ANEXO N° 7

MAPA DE PELIGROS Y CAPACIDAD PORTANTE DEL INDECI



DISTRITO	SONDAJES	COORDENADAS	UBICACIÓN	Qadm	Simbología	Tipo de Suelo
		X Y Z				
EL TAMBO	S-1	474364 8668208 3272	Terminal Huancayo	3.85	GP	Grava Mal Graduada
	S-2	476939 8669156 3235	Lav. Cisneros	3.85	GP-GM	Grava Mal Graduada Limosa
	S-3	476950 8669137 3311	Urb. Siglo XX	2.60	GM	Grava Limosa
	S-4	476490 8667101 3289	Parque Biológico	4.85	GM	Grava Limosa
	S-5	476383 8666386 3274	Parque Cáceres	5.83	GP	Grava Mal Graduada
	S-6	474384 8667710 3269	Parque Puentes - SUNARP	6.42	GP-GM	Grava Mal Graduada Limosa
	S-7	474037 8667218 3222	Urb. Agua Virgen	2.60	GP	Grava Mal Graduada
PILCOMAYO	S-8	473195 8667843 3257	Pilcomayo	1.78	GM	Grava Limosa
	S-9	475173 8664722 3231	Parque La Rivera	1.08	ML	Limos
	S-10	477406 8666918 3285	Puente Centenario	2.24	SM	Arena Limosa
	S-11	478250 8668145 3321	Conj. Habit. Foncodes	2.52	GM	Grava Limosa
HUANCAYO	S-12	479253 8669100 3358	Urb. El Trébol	1.09	ML-CL	Limo Arcilloso
	S-13	478683 8668008 3328	Clinica Municipal	1.01	ML-CL	Limo Arcilloso
	S-14	478894 8667734 3324	Urb. Los Sauces	1.54	GM	Grava Limosa
	S-15	479520 8667783 3328	Urb. Santa Isabel	1.03	ML-CL	Limo Arcilloso
	S-16	479344 8665455 3306	Parque Peñafloza	1.54	SM	Arena Limosa
CHILCA	S-17	479650 8670622 3403	Alcala	1.31	SM-SC	Arena Limo Arcillosa
	S-18	477266 8663476 3248	Estado Chilca	1.31	SM	Arena Limosa
	S-19	476144 8663762 3240	Parque Auquimarca	1.20	SM-SC	Arena Limo Arcillosa
	S-20	477068 8664310 3249	Parque Pizzo	1.09	CL	Arcilla Inorgánica
	S-21	476407 8661982 3254	Azapampa	0.89	ML-CL	Limo Arcilloso

SIGNOS CONVENCIONALES

HIDROGRAFÍA

- RÍO
- QUEBRADA
- CANAL CIMIRIM

TOPOGRAFÍA

- CURVAS DE NIVEL
- COTAS

VÍAS

- VÍA DEL FERROCARRIL
- VÍA ASFALTADA
- VÍA SIN ASFALTAR
- VÍAS PRINCIPALES

LÍMITES

- PARCELAS
- ÁREA URBANA
- ÁREA DE ESTUDIO
- LÍMITE PROVINCIAL
- LÍMITE DISTRITAL

LEYENDA

ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA (CAPACIDAD PORTANTE)

- ZONA I : Suelos de Qadm Mayor a 4kg/cm²
- Suelos de Grava Mal Graduada y Grava Mal Graduada Limosa.
- ZONA II : Suelos de Qadm Entre 2 a 4kg/cm²
- Suelos de Grava Mal Graduada, Grava Limosa y Arena Limosa.
- ZONA III : Suelos de Qadm Menor a 2 kg/cm²
- Suelos Limosos, Limo Arcillosos, Arena Limo Arcillosa y Arcillas Inorgánicas.

DATOS DE ANÁLISIS

- UBICACIÓN DE SONDAJES
- ISOLINEAS DE Q adm



INDECI - PNUD PER/02/051 00014428
PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES
MAPA DE PELIGROS, PLAN DE USOS DEL SUELO
ANTE DESASTRES Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN
CIUDAD DE HUANCAYO

MAPA DE PELIGROS Y CAPACIDAD PORTANTE

Escala Numérica: 1:17,500
Escala Gráfica: 0 200 400 600 metros
Fecha: JUNIO 2011

Fuente:
- CARTA NACIONAL DEL ORO ESCALA 1:100,000
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCAYO
- ADMINISTRACIÓN LOCAL DEL AGUA HUANCAYO
- COPOM
- SERVICIO DE CAMPO DEL EQUIPO TÉCNICO PCS HUANCAYO

Elaborado por:
EQUIPO TÉCNICO
PCS HUANCAYO 2011

Proyección / Datum:
UTM - ZONA 18 SUR
WGS 84

Mapa N°
28

ANEXO N° 8

CÁLCULO DEL ESPECTRO DE ACELERACIONES

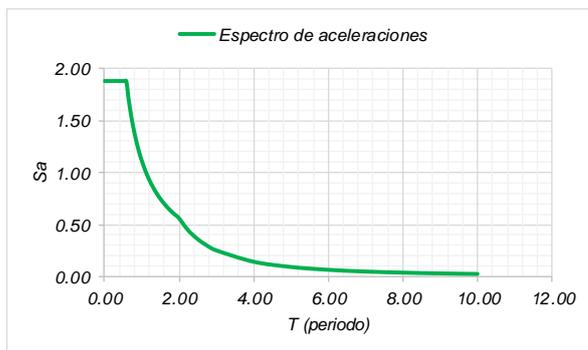


ANALISIS DEL SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS FRENTE AL DE LOSA CONVENCIONAL PARA LA EDIFICACIÓN CONSELL, HUANCAYO

Tesista: Kelly Lisseth Apaza Rafael

Ficha de elaboración del Espectro de aceleraciones aplicando con la norma E030-2016

Factor de zona				Periodo	E030-2016		
Z1	0.1			T (seg)	C*S	Sa x	Sa y
Z2	0.25			0	2.88	1.88	1.88
Z3	0.35			0.02	2.88	1.88	1.88
Z4	0.45			0.04	2.88	1.88	1.88
Parametros del suelo				0.06	2.88	1.88	1.88
S2	1.15			0.08	2.88	1.88	1.88
TP(s)	0.6			0.10	2.88	1.88	1.88
TL(s)	2			0.12	2.88	1.88	1.88
Factor de amplificación sismica				0.14	2.88	1.88	1.88
C=2.5 ; T<TP				0.16	2.88	1.88	1.88
C=2.5 x TP/ T ; TP<T<TL				0.18	2.88	1.88	1.88
C= 2.5 x (TP x TL/T^2) ; T>TL				0.20	2.88	1.88	1.88
Factor de Uso de la edificación				0.25	2.88	1.88	1.88
Edificación esencial	U=1.5			0.30	2.88	1.88	1.88
Edificación importante	U=1.3			0.35	2.88	1.88	1.88
Edificación comun	U=1.0			0.40	2.88	1.88	1.88
Edificaciones temporales	Norma E030-2016			0.45	2.88	1.88	1.88
Factor de Reducción				0.50	2.88	1.88	1.88
Rox	7	Roy	7	0.55	2.88	1.88	1.88
lax	1	lay	0.75	0.60	2.88	1.88	1.88
lpx	0.75	lpy	1	0.65	2.65	1.74	1.74
Rx	5.25	Ry	5.25	0.70	2.46	1.61	1.61
Gravedad				0.75	2.30	1.50	1.50
g	9.81			0.80	2.16	1.41	1.41
Factor de escala SD x;y				0.85	2.03	1.33	1.33
ZU/R * g				0.90	1.92	1.25	1.25
				0.95	1.82	1.19	1.19
Se tiene				1.00	1.73	1.13	1.13
Factor X	0.654	Factor Y	0.654	1.10	1.57	1.03	1.03
				1.20	1.44	0.94	0.94
				1.30	1.33	0.87	0.87
				1.40	1.23	0.81	0.81
				1.50	1.15	0.75	0.75
				1.60	1.08	0.71	0.71
				1.70	1.01	0.66	0.66
				1.80	0.96	0.63	0.63
				1.90	0.91	0.59	0.59
				2.00	0.86	0.56	0.56
				2.25	0.68	0.45	0.45
				2.50	0.55	0.36	0.36
				2.75	0.46	0.30	0.30
				3.00	0.38	0.25	0.25
				4.00	0.22	0.14	0.14
				5.00	0.14	0.09	0.09
				6.00	0.10	0.06	0.06
				7.00	0.07	0.05	0.05
				8.00	0.05	0.04	0.04
				9.00	0.04	0.03	0.03
				10.00	0.03	0.02	0.02



ANEXO N° 9

HOJA DE METRADOS DE CADA SISTEMA

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DEL SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS FRENTE AL DE LOSA CONVENCIONAL PARA LA EDIFICACIÓN CONSELL, HUANCAYO

Tesisista:

Kelly Lisseth Apaza Rafael

Ficha de elaboración de planilla de metrados

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCION	UBICACIÓN	N° VECES	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	UND
01.00.00	SISTEMA LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL										
01.01.00	ESTRUCTURAS										
01.01.01	CONCRETO ARMADO										
01.01.01.01	CONCRETO PARA LOSA ALIGERADA $f_c=210$ kg/cm ²								Desperdicio del 1%	74.36	M3
										73.62	M3
	Losa de semisótano	EJE A-B	EJE 6-5	LOSA	1	1.00	3.70	3.90	0.05	0.72	
				VIGUETAS	1	10.00	3.70	0.10	0.15	0.56	
				DUCTO	1	1.00	0.75	0.55	0.09	-0.04	
		EJE A-B	EJE 5-4	LOSA	1	1.00	2.80	3.90	0.05	0.55	
				VIGUETAS	1	10.00	2.80	0.10	0.15	0.42	
		EJE A-B	EJE 4-3	LOSA	1	1.00	4.22	3.90	0.05	0.82	
				VIGUETAS	1	10.00	4.22	0.10	0.15	0.63	
		EJE A-B	EJE 2-1.1	LOSA	1	1.00	3.17	3.90	0.05	0.62	
				VIGUETAS	1	10.00	3.17	0.10	0.15	0.48	
		EJE B-C	EJE 6-5	LOSA	1	1.00	3.70	1.13	0.05	0.21	
				VIGUETAS	1	3.00	3.70	0.10	0.15	0.17	
			EJE 6-5	LOSA	1	1.00	3.70	3.96	0.05	0.73	
				VIGUETAS	1	10.00	3.70	0.10	0.15	0.56	
		EJE B-C	EJE 5-4	LOSA	1	1.00	2.80	1.08	0.05	0.15	
				VIGUETAS	1	3.00	2.80	0.10	0.15	0.13	
			EJE 5-4	LOSA	1	1.00	2.80	1.13	0.05	0.16	
				VIGUETAS	1	3.00	2.80	0.10	0.15	0.13	
		EJE B-C	EJE 4-3	LOSA	1	1.00	4.22	5.32	0.05	1.12	
				VIGUETAS	1	13.00	4.22	0.10	0.15	0.82	
	Losa del 1 -5 piso	EJE A-B	EJE 6-5	LOSA	5	1.00	3.70	3.90	0.05	3.61	
				VIGUETAS	5	10.00	3.70	0.10	0.15	2.78	
				DUCTO	5	1.00	0.75	0.55	0.09	-0.18	
		EJE A-B	EJE 5-4	LOSA	5	1.00	2.80	3.90	0.05	2.73	
				VIGUETAS	5	10.00	2.80	0.10	0.15	2.10	
		EJE A-B	EJE 4-3	LOSA	5	1.00	4.22	3.90	0.05	4.11	
				VIGUETAS	5	10.00	4.22	0.10	0.15	3.17	
		EJE A-B	EJE 2-1.1	LOSA	5	1.00	3.17	3.90	0.05	3.09	
				VIGUETAS	5	10.00	3.17	0.10	0.15	2.38	
			EJE 1.1-1	LOSA	5	1.00	1.60	4.10	0.05	1.64	
				VIGUETAS	5	10.00	1.60	0.10	0.15	1.20	
		EJE B-C	EJE 6-5	LOSA	5	1.00	3.70	5.28	0.05	4.88	
				VIGUETAS	5	13.00	3.70	0.10	0.15	3.61	
		EJE B-C	EJE 5-4	LOSA	5	1.00	2.80	1.08	0.05	0.76	
				VIGUETAS	5	3.00	2.80	0.10	0.15	0.63	
				LOSA	5	1.00	2.80	1.13	0.05	0.79	
				VIGUETAS	5	3.00	2.80	0.10	0.15	0.63	
		EJE B-C	EJE 3-4	LOSA	5	1.00	4.22	1.08	0.05	1.14	
				VIGUETAS	5	3.00	4.22	0.10	0.15	0.95	
			EJE 3-4	LOSA	5	1.00	4.22	4.04	0.05	4.26	
				VIGUETAS	5	10.00	4.22	0.10	0.15	3.17	
		EJE B-C	EJE 3-2	LOSA	5	1.00	2.45	5.33	0.05	3.26	
				VIGUETAS	5	13.00	2.45	0.10	0.15	2.39	
		EJE B-C	EJE 2-1	LOSA	5	1.00	5.02	5.35	0.05	6.71	
				VIGUETAS	5	13.00	5.02	0.10	0.15	4.89	
01.01.01.02	ENCONFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA									841.53	M2
	Losa de semisótano	EJE A-B	EJE 6-5		1	1.00	3.70	3.90		14.43	
		EJE A-B	EJE 5-4		1	1.00	2.80	3.90		10.92	
		EJE A-B	EJE 4-3		1	1.00	4.22	3.90		16.46	
		EJE A-B	EJE 2-1.1		1	1.00	3.17	3.90		12.36	

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DEL SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS FRENTE AL DE LOSA CONVENCIONAL PARA LA EDIFICACIÓN CONSELL, HUANCAYO

Tesista:

Kelly Lisseth Apaza Rafael

Ficha de elaboración de planilla de metrados

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCION	UBICACIÓN	N° VECES	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	UND
		EJE B-C	EJE 6-5	1	1.00	3.70	1.13		4.18		
			EJE 6-5	1	1.00	3.70	3.96		14.65		
		EJE B-C	EJE 5-4	1	1.00	2.80	1.08		3.02		
			EJE 5-4	1	1.00	2.80	1.13		3.16		
		EJE B-C	EJE 4-3	1	1.00	4.22	5.32		22.45		
	Losa del 1 -5 piso	EJE A-B	EJE 6-5	5	1.00	3.70	3.90		72.15		
		EJE A-B	EJE 5-4	5	1.00	2.80	3.90		54.60		
		EJE A-B	EJE 4-3	5	1.00	4.22	3.90		82.29		
		EJE A-B	EJE 2-1.1	5	1.00	3.17	3.90		61.82		
			EJE 1.1-1	5	1.00	1.60	4.10		32.80		
		EJE B-C	EJE 6-5	5	1.00	3.70	5.28		97.68		
		EJE B-C	EJE 5-4	5	1.00	2.80	1.08		15.12		
				5	1.00	2.80	1.13		15.82		
		EJE B-C	EJE 4-3	5	1.00	4.22	1.08		22.79		
				5	1.00	4.22	4.04		85.24		
		EJE B-C	EJE 3-2	5	1.00	2.45	5.33		65.29		
		EJE B-C	EJE 2-1	5	1.00	5.02	5.35		134.29		
01.01.01.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 P/LOSA ALIGERADA		VER CUADRO DE METRADOS							4,678.32	KG
01.01.01.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15cm PARA TECHO ALIGERADO							Desperdicio del 3%		7,219.00	UND
										7,009.00	UND
	Losa de semisótano	EJE A-B	EJE 6-5	1	1.00	3.70	3.90	8.33	120.20		
		EJE A-B	EJE 5-4	1	1.00	2.80	3.90	8.33	90.96		
		EJE A-B	EJE 4-3	1	1.00	4.22	3.90	8.33	137.10		
		EJE A-B	EJE 2-1.1	1	1.00	3.17	3.90	8.33	102.98		
		EJE B-C	EJE 6-5	1	1.00	3.70	1.13	8.33	34.83		
			EJE 6-5	1	1.00	3.70	3.96	8.33	122.05		
		EJE B-C	EJE 5-4	1	1.00	2.80	1.08	8.33	25.19		
			EJE 5-4	1	1.00	2.80	1.13	8.33	26.36		
		EJE B-C	EJE 4-3	1	1.00	4.22	5.32	8.33	187.01		
	Losa del 1 -5 piso	EJE A-B	EJE 6-5	5	1.00	3.70	3.90	8.33	601.01		
		EJE A-B	EJE 5-4	5	1.00	2.80	3.90	8.33	454.82		
		EJE A-B	EJE 4-3	5	1.00	4.22	3.90	8.33	685.48		
		EJE A-B	EJE 2-1.1	5	1.00	3.17	3.90	8.33	514.92		
			EJE 1.1-1	5	1.00	1.60	4.10	8.33	273.22		
		EJE B-C	EJE 6-5	5	1.00	3.70	5.28	8.33	813.67		
		EJE B-C	EJE 5-4	5	1.00	2.80	1.08	8.33	125.95		
				5	1.00	2.80	1.13	8.33	131.78		
		EJE B-C	EJE 3-4	5	1.00	4.22	1.08	8.33	189.82		
				5	1.00	4.22	4.04	8.33	710.08		
		EJE B-C	EJE 3-2	5	1.00	2.45	5.32	8.33	542.87		
		EJE B-C	EJE 2-1	5	1.00	5.02	5.35	8.33	1,118.59		

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DEL SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS FRENTE AL DE LOSA CONVENCIONAL PARA LA EDIFICACIÓN CONSELL, HUANCAYO

Tesisista:

Kelly Lisseth Apaza Rafael

Ficha de elaboración de planilla de metrados

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCION	TIPO Ø	LONG. PARCIAL (ML)	CANT. DE ELEM.	Nº DE VECES	Ø 1"	Ø 3/4"	Ø 5/8"	Ø 1/2"	Ø 3/8"	Ø 1/4"
01.01.01.03	ACERO FY=4200KG/CM2,GRADO 60											
	Losa de semisotano											
	EJE A-B	PAÑO A (TRAMO 6-3)										
		VIGUETAS										
		ACERO SUPERIOR	Ø 3/8"	2.56	10.00	1.00					25.60	
		ACERO SUPERIOR	Ø 1/2"	4.70	10.00	1.00				47.00		
		ACERO INFERIOR	Ø 1/2"	11.98	10.00	1.00				119.80		
		ACERO DE TEMPERATURA	Ø 1/4"	4.40	43.00	1.00						189.20
	EJE B-C	PAÑO B (TRAMO 6-4)										
		VIGUETAS										
		ACERO SUPERIOR	Ø 3/8"	2.38	6.00	1.00					14.28	
		ACERO SUPERIOR	Ø 1/2"	2.45	6.00	1.00				14.70		
		ACERO INFERIOR	Ø 1/2"	7.13	6.00	1.00				42.78		
		ACERO DE TEMPERATURA	Ø 1/4"	2.60	26.00	1.00						67.60
		PAÑO B (TRAMO 4-3)										
		VIGUETAS										
		ACERO SUPERIOR	Ø 3/8"	1.65	7.00	1.00					11.55	
		ACERO SUPERIOR	Ø 1/2"	1.78	7.00	1.00				12.46		
		ACERO INFERIOR	Ø 1/2"	4.85	7.00	1.00				33.95		
		ACERO DE TEMPERATURA	Ø 1/4"	2.60	17.00	1.00						44.20
	EJE B-C	PAÑO C (TRAMO 4-3)										
		VIGUETAS										
		ACERO SUPERIOR	Ø 3/8"	1.38	7.00	1.00					9.66	
		ACERO SUPERIOR	Ø 1/2"	1.78	7.00	1.00				12.46		
		ACERO INFERIOR	Ø 1/2"	4.98	7.00	1.00				34.86		
		ACERO DE TEMPERATURA	Ø 1/4"	2.96	17.00	1.00						50.32
	EJE B-C	PAÑO D (TRAMO 6-5)										
		VIGUETAS										
		ACERO SUPERIOR	Ø 3/8"	2.56	7.00	1.00					17.92	
		ACERO INFERIOR	Ø 1/2"	4.46	7.00	1.00				31.22		
		ACERO DE TEMPERATURA	Ø 1/4"	2.93	15.00	1.00						43.95
	EJE A-B	PAÑO E (TRAMO 2-1.1)										
		VIGUETAS										
		ACERO SUPERIOR	Ø 3/8"	2.56	10.00	1.00					25.60	
		ACERO INFERIOR	Ø 1/2"	3.93	10.00	1.00				39.30		
		ACERO DE TEMPERATURA	Ø 1/4"	4.40	13.00	1.00						57.20
	Losa del 1-5 piso											
	EJE A-B	PAÑO A (TRAMO 6-3)										
		VIGUETAS										
		ACERO SUPERIOR	Ø 3/8"	6.46	10.00	5.00					323.00	
		ACERO SUPERIOR	Ø 1/2"	2.45	10.00	5.00				122.50		
		ACERO INFERIOR	Ø 1/2"	11.98	10.00	5.00				599.00		
		ACERO DE TEMPERATURA	Ø 1/4"	4.40	43.00	5.00						946.00
	EJE B-C	PAÑO B (TRAMO 6-5)										
		VIGUETAS										
		ACERO SUPERIOR	Ø 3/8"	1.38	7.00	5.00					48.30	
		ACERO SUPERIOR	Ø 1/2"	1.20	7.00	5.00				42.00		
		ACERO INFERIOR	Ø 1/2"	4.08	7.00	5.00				142.80		
		ACERO DE TEMPERATURA	Ø 1/4"	2.60	15.00	5.00						195.00
		PAÑO B (TRAMO 5-3)										
		VIGUETAS										
		ACERO SUPERIOR	Ø 1/2"	5.30	6.00	5.00				159.00		
		ACERO INFERIOR	Ø 1/2"	7.52	6.00	5.00				225.60		
		ACERO DE TEMPERATURA	Ø 1/4"	2.60	28.00	5.00						364.00
		PAÑO B (TRAMO 3-1)										
		VIGUETAS										
		ACERO SUPERIOR	Ø 3/8"	1.08	7.00	5.00					37.80	
		ACERO SUPERIOR	Ø 1/2"	5.48	7.00	5.00				191.80		
		ACERO INFERIOR	Ø 1/2"	8.35	7.00	5.00				292.25		
		ACERO DE TEMPERATURA	Ø 1/4"	2.60	30.00	5.00						390.00

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES												
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL												
ANALISIS DEL SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS FRENTE AL DE LOSA CONVENCIONAL PARA LA EDIFICACIÓN CONSELL, HUANCAYO												
Tesisista:					Kelly Lisseth Apaza Rafael							
Ficha de elaboración de planilla de metrados												
ITEM	PARTIDA	DESCRIPCION	UBICACIÓN	N° VECES	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	UND	
01.00.00	SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS											
01.01.00	ESTRUCTURAS											
01.01.01	CONCRETO ARMADO											
01.01.01.01	CONCRETO PARA LOSA ALIGERADA fc=210 kg/cm2								Desperdicio del 1%	52.89	M3	
	Losa de semisótano	EJE A-B	EJE 6-5	CONCRETO /M2	1	1.00	3.70	3.90	0.06	0.89		
				DUCTO	1	1.00	0.75	0.55	0.06	-0.03		
		EJE A-B	EJE 5-4	CONCRETO /M2	1	1.00	2.80	3.90	0.06	0.67		
		EJE A-B	EJE 4-3	CONCRETO /M2	1	1.00	4.22	3.90	0.06	1.01		
		EJE A-B	EJE 2-1.1	CONCRETO /M2	1	1.00	3.17	3.90	0.06	0.76		
		EJE B-C	EJE 6-5	CONCRETO /M2	1	1.00	3.70	1.13	0.06	0.26		
				CONCRETO POR BOV.	1	1.50	0.20	0.39	0.12	0.01		
			EJE 6-5	CONCRETO /M2	1	1.00	3.70	3.96	0.06	0.90		
				CONCRETO POR BOV.	1	1.00	0.20	0.39	0.12	0.01		
		EJE B-C	EJE 5-4	CONCRETO /M2	1	1.00	2.80	1.08	0.06	0.19		
			EJE 5-4	CONCRETO /M2	1	1.00	2.80	1.13	0.06	0.19		
		EJE B-C	EJE 4-3	CONCRETO /M2	1	1.00	4.22	5.32	0.06	1.38		
	Losa del 1 -5 piso	EJE A-B	EJE 6-5	CONCRETO /M2	5	1.00	3.70	3.90	0.06	4.44		
				DUCTO	5	1.00	0.75	0.55	0.06	-0.13		
		EJE A-B	EJE 5-4	CONCRETO /M2	5	1.00	2.80	3.90	0.06	3.36		
		EJE A-B	EJE 4-3	CONCRETO /M2	5	1.00	4.22	3.90	0.06	5.07		
				CONCRETO POR BOV.	5	4.00	0.40	0.39	0.12	0.37		
		EJE A-B	EJE 2-1.1	CONCRETO /M2	5	1.00	3.17	3.90	0.06	3.81		
			EJE 1.1-1	CONCRETO /M2	5	1.00	1.60	4.10	0.06	2.02		
		EJE B-C	EJE 6-5	CONCRETO /M2	5	1.00	3.70	5.28	0.06	6.02		
		EJE B-C	EJE 5-4	CONCRETO /M2	5	1.00	2.80	1.08	0.06	0.93		
				CONCRETO /M2	5	1.00	2.80	1.13	0.06	0.97		
		EJE B-C	EJE 3-4	CONCRETO /M2	5	1.00	4.22	1.08	0.06	1.40		
			EJE 3-4	CONCRETO /M2	5	1.00	4.22	4.04	0.06	5.25		
				CONCRETO POR BOV.	5	3.00	0.40	0.39	0.12	0.28		
		EJE B-C	EJE 3-2	CONCRETO /M2	5	1.00	2.45	5.33	0.06	4.02		
		EJE B-C	EJE 2-1	CONCRETO /M2	5	1.00	5.02	5.35	0.06	8.27		
01.01.01.02	ENCONFRADO Y DESENCFRADO DE LOSA ALIGERADA									841.53	M2	
	Losa de semisótano	EJE A-B	EJE 6-5		1	1.00	3.70	3.90		14.43		
		EJE A-B	EJE 5-4		1	1.00	2.80	3.90		10.92		
		EJE A-B	EJE 4-3		1	1.00	4.22	3.90		16.46		
		EJE A-B	EJE 2-1.1		1	1.00	3.17	3.90		12.36		
		EJE B-C	EJE 6-5		1	1.00	3.70	1.13		4.18		
			EJE 6-5		1	1.00	3.70	3.96		14.65		
		EJE B-C	EJE 5-4		1	1.00	2.80	1.08		3.02		
			EJE 5-4		1	1.00	2.80	1.13		3.16		
		EJE B-C	EJE 4-3		1	1.00	4.22	5.32		22.45		
	Losa del 1 -5 piso	EJE A-B	EJE 6-5		5	1.00	3.70	3.90		72.15		
		EJE A-B	EJE 5-4		5	1.00	2.80	3.90		54.60		
		EJE A-B	EJE 4-3		5	1.00	4.22	3.90		82.29		
		EJE A-B	EJE 2-1.1		5	1.00	3.17	3.90		61.82		

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES												
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL												
ANALISIS DEL SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS FRENTE AL DE LOSA CONVENCIONAL PARA LA EDIFICACIÓN CONSELL, HUANCAYO												
Tesista:					Kelly Lisseth Apaza Rafael							
Ficha de elaboración de planilla de metrados												
ITEM	PARTIDA	DESCRIPCION	UBICACIÓN	N° VECES	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	UND	
			EJE 1.1-1	5	1.00	1.60	4.10			32.80		
		EJE B-C	EJE 6-5	5	1.00	3.70	5.28			97.68		
		EJE B-C	EJE 5-4	5	1.00	2.80	1.08			15.12		
				5	1.00	2.80	1.13			15.82		
		EJE B-C	EJE 3-4	5	1.00	4.22	1.08			22.79		
				5	1.00	4.22	4.04			85.24		
		EJE B-C	EJE 3-2	5	1.00	2.45	5.33			65.29		
		EJE B-C	EJE 2-1	5	1.00	5.02	5.35			134.29		
01.01.01.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 P/LOSA ALIGERADA		VER CUADRO DE METRADOS							2,076.67	KG	
01.01.01.04	BOVEDILLA DE ARCILLA h=12 cm PARA TECHO ALIGERADO								Desperdicio del 3%	6,887.00	UND	
										6,686.00	UND	
	Losa de semisótano	EJE A-B	EJE 6-5	1	1.00	3.70	3.90	8.00		115.44		
		EJE A-B	EJE 5-4	1	1.00	2.80	3.90	8.00		87.36		
		EJE A-B	EJE 4-3	1	1.00	4.22	3.90	8.00		131.66		
		EJE A-B	EJE 2-1.1	1	1.00	3.17	3.90	8.00		98.90		
		EJE B-C	EJE 6-5	1	1.00	3.70	1.13	8.00		33.45		
			EJE 6-5	1	1.00	3.70	3.96	8.00		117.22		
			Quitar bovedilla	1	2.50	0.20	0.39	8.00		-1.56		
		EJE B-C	EJE 5-4	1	1.00	2.80	1.08	8.00		24.19		
			EJE 5-4	1	1.00	2.80	1.13	8.00		25.31		
		EJE B-C	EJE 4-3	1	1.00	4.22	5.32	8.00		179.60		
	Losa del 1 -5 piso	EJE A-B	EJE 6-5	5	1.00	3.70	3.90	8.00		577.20		
		EJE A-B	EJE 5-4	5	1.00	2.80	3.90	8.00		436.80		
		EJE A-B	EJE 4-3	5	1.00	4.22	3.90	8.00		658.32		
			Quitar bovedilla	5	4.00	0.40	0.39	8.00		-24.96		
		EJE A-B	EJE 2-1.1	5	1.00	3.17	3.90	8.00		494.52		
			EJE 1.1-1	5	1.00	1.60	4.10	8.00		262.40		
		EJE B-C	EJE 6-5	5	1.00	3.70	5.28	8.00		781.44		
		EJE B-C	EJE 5-4	5	1.00	2.80	1.08	8.00		120.96		
				5	1.00	2.80	1.13	8.00		126.56		
		EJE B-C	EJE 4-3	5	1.00	4.22	1.08	8.00		182.30		
				5	1.00	4.22	4.04	8.00		681.95		
			Quitar bovedilla	5	3.00	0.40	0.39	8.00		-18.72		
		EJE B-C	EJE 3-2	5	1.00	2.45	5.32	8.00		521.36		
		EJE B-C	EJE 2-1	5	1.00	5.02	5.35	8.00		1,074.28		
01.01.01.05	COLOCACIÓN DE VIGUETA V-101									323.55	ML	
	Losa de semisótano	EJE A-B	EJE 6-5	1	6.00	3.76				22.56		
			EJE 6-5	1	1.00	3.01				3.01		
		EJE A-B	EJE 5-4	1	7.00	2.86				20.02		
		EJE A-B	EJE 4-3	1	7.00	4.28				29.96		
		EJE A-B	EJE 2-1.1	1	7.00	3.23				22.61		
		EJE B-C	EJE 5-4	1	4.00	2.86				11.44		
		EJE B-C	EJE 4-3	1	10.00	4.28				42.80		
	1 -5 piso	EJE A-B	EJE 2-1.1	5	7.00	3.23				113.05		
			EJE 1.1-1	5	7.00	1.66				58.10		

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DEL SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS FRENTE AL DE LOSA CONVENCIONAL PARA LA EDIFICACIÓN CONSELL, HUANCAYO

Tesisista:

Kelly Lisseth Apaza Rafael

Ficha de elaboración de planilla de metrados

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCION	UBICACIÓN	N° VECES	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	UND
01.01.01.06	COLOCACIÓN DE VIGUETA V-102									1,254.05	ML
	Losa de semisótano	EJE B-C	EJE 6-5	1	10.00	3.76			37.60		
	1 -5 piso	EJE A-B	EJE 6-5	5	6.00	3.76			112.80		
			EJE 6-6	5	1.00	3.01			15.05		
		EJE A-B	EJE 5-4	5	7.00	2.86			100.10		
		EJE A-B	EJE 4-3	5	7.00	4.28			149.80		
		EJE B-C	EJE 6-5	5	10.00	3.76			188.00		
		EJE B-C	EJE 5-4	5	4.00	2.86			57.20		
		EJE B-C	EJE 3-4	5	10.00	4.28			214.00		
		EJE B-C	EJE 3-2	5	10.00	2.51			125.50		
		EJE B-C	EJE 2-1	5	10.00	5.08			254.00		

ANEXO N° 10

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE CADA SISTEMA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102004 EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL
 Subpresupuesto 001 SISTEMA LOSA CONVENCIONAL Fecha presupuesto 28/08/2018

Partida 01.01.01 CONCRETO PARA LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m3 318.50

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.9600	11.57	11.11
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	9.31	5.96
0101010005	PEON	hh	11.0000	3.5200	8.43	29.67
46.74						
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5300	72.03	38.18
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5200	50.85	26.44
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.7300	19.92	193.82
258.44						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.74	1.40
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.0000	0.3200	10.17	3.25
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.3200	16.95	5.42
0301290004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.3200	10.17	3.25
13.32						

Partida 01.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA

Rendimiento m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : m2 30.94

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	11.57	6.17
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	9.31	4.97
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	8.43	2.25
13.39						
Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.1000	2.97	0.30
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg		0.1100	2.97	0.33
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.1051	5.32	16.52
17.15						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.39	0.40
0.40						

Partida 01.01.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 4.22

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	11.57	0.37
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	9.31	0.30
0.67						
Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0600	2.97	0.18
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.13	3.35
3.53						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.67	0.02
0.02						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0102004	EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL					
Subpresupuesto	001	SISTEMA LOSA CONVENCIONAL		Fecha presupuesto 28/08/2018			
Partida	01.01.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : und			2.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	11.57	0.06	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	9.31	0.05	
0101010005	PEON	hh	9.0000	0.0450	8.43	0.38	
	Materiales						0.49
02160100040005	LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	und		1.0000	2.20	2.20	
	Equipos						2.20
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.49	0.01	
							0.01
Partida	02.01	FLETE TERRETRE					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			598.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0203010007	FLETE TERRESTRE LOCAL HACIA LA OBRA	glb		1.0000	598.36	598.36	
							598.36

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0102004	EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL		Fecha presupuesto	28/08/2018		
Subpresupuesto	002	SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS					
Partida	01.01.01	CONCRETO PARA LOSA ALIGERADA f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			318.50
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	3.0000	0.9600	11.57	11.11
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.6400	9.31	5.96
0101010005	PEON		hh	11.0000	3.5200	8.43	29.67
							46.74
	Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5500	72.03	38.18
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.5200	50.85	26.44
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.7300	19.92	193.82
							258.44
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	46.74	1.40
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES		hm	1.0000	0.3200	10.17	3.25
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1.0000	0.3200	16.95	5.42
0301290004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.3200	10.17	3.25
							13.32
Partida	01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 130.0000	EQ. 130.0000	Costo unitario directo por : m2			3.78
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0615	9.31	0.57
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0615	8.43	0.52
							1.09
	Materiales						
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		kg		0.0172	2.97	0.05
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.4912	5.32	2.61
							2.66
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.09	0.03
							0.03
Partida	01.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			4.22
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	11.57	0.37
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	9.31	0.30
							0.67
	Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0600	2.97	0.18
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	3.13	3.35
							3.53
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.67	0.02
							0.02

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0102004 EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL							
Subpresupuesto	002 SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS			Fecha presupuesto 28/08/2018				
Partida	01.01.04	BOVEDILLA DE ARCILLA h=12 cm PARA TECHO ALIGERADO						
Rendimiento	und/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : und				3.17
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0040	11.57	0.05	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0040	9.31	0.04	
0101010005	PEON		hh	9.0000	0.0360	8.43	0.30	
							0.39	
	Materiales							
0216010017	BOVEDILLA 0.12 x 0.39 x 0.25		und		1.0000	2.77	2.77	
							2.77	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.39	0.01	
							0.01	
Partida	01.01.05	COLOCACIÓN VIGUETA V-101						
Rendimiento	m/DIA	MO. 260.0000	EQ. 260.0000	Costo unitario directo por : m				13.12
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0308	11.57	0.36	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1231	8.43	1.04	
							1.40	
	Materiales							
0216020011	VIGUETA V-101		m		1.0000	11.68	11.68	
							11.68	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.40	0.04	
							0.04	
Partida	01.01.06	COLOCACIÓN VIGUETA V-102						
Rendimiento	m/DIA	MO. 260.0000	EQ. 260.0000	Costo unitario directo por : m				14.62
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0308	11.57	0.36	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1231	8.43	1.04	
							1.40	
	Materiales							
0216020012	VIGUETA V-102		m		1.0000	13.18	13.18	
							13.18	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.40	0.04	
							0.04	
Partida	02.01	CAPACITACION A PERSONAL						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb				1,000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales							
0216020013	CAPACITACIÓN		glb		1.0000	1,000.00	1,000.00	
							1,000.00	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0102004	EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL						
Subpresupuesto	002	SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS						Fecha presupuesto 28/08/2018
Partida	03.01	FLETE TERRESTRE						
Rendimiento	g/b/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : g/b		8,264.10
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales							
0203010008	FLETE TERRESTRE DE LIMA-HUANCAYO		g/b		1.0000	7,959.90	7,959.90	
0203010009	FLETE TERRESTRE LOCAL		g/b		1.0000	304.20	304.20	
								8,264.10

ANEXO N° 11

LISTA DE INSUMOS PARA CADA SISTEMA

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 0102004 EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL.
 Subpresupuesto 001 SISTEMA LOSA CONVENCIONAL
 Fecha 28/08/2018
 Lugar 120101 JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	705.9747	11.57	8,168.13
0101010004	OFICIAL	hh	682.1795	9.31	6,351.09
0101010005	PEON	hh	811.0391	8.43	6,837.06
					21,356.28
MATERIALES					
0203010007	FLETE TERRESTRE LOCAL HACIA LA OBRA	glb	1.0000	598.36	598.36
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	364.8522	2.97	1,083.61
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	5,005.8024	3.13	15,668.16
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	92.5683	2.97	274.93
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	39.4108	72.03	2,838.76
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	38.6672	50.85	1,966.23
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	723.5228	19.92	14,412.57
02160100040005	LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	und	7,219.0000	2.20	15,881.80
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	2,613.0348	5.32	13,901.35
					66,625.77
EQUIPOS					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			642.46
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	23.7952	10.17	242.00
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	23.7952	16.95	403.33
0301290004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	23.7952	10.17	242.00
					1,529.79
Total				S/.	89,511.84

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 0102004 EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR CONSELL
 Subpresupuesto 002 SISTEMA LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS
 Fecha 28/08/2018
 Lugar 120101 JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA						
0101010003	OPERARIO	hh	193.3665	11.57	2,237.25	
0101010004	OFICIAL	hh	179.6051	9.31	1,672.12	
0101010005	PEON	hh	680.0629	8.43	5,732.93	
					9,642.30	
MATERIALES						
0203010008	FLETE TERRESTRE DE LIMA-HUANCAYO	glb	1.0000	7,959.90	7,959.90	
0203010009	FLETE TERRESTRE LOCAL	glb	1.0000	304.20	304.20	
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	124.6002	2.97	370.06	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,222.0369	3.13	6,954.98	
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	14.4743	2.97	42.99	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	28.0317	72.03	2,019.12	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	27.5028	50.85	1,398.52	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	514.6197	19.92	10,251.22	
0216010017	BOVEDILLA 0.12 x 0.39 x 0.25	und	6,887.0000	2.77	19,076.99	
0216020011	VIGUETA V-101	m	323.5500	11.68	3,779.06	
0216020012	VIGUETA V-102	m	1,254.0500	13.18	16,528.38	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	413.3595	5.32	2,199.07	
					70,884.49	
EQUIPOS						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			290.26	
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	16.9248	10.17	172.13	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	16.9248	16.95	286.88	
0301290004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	16.9248	10.17	172.13	
					921.40	
				Total	S/.	81,448.19

ANEXO N° 12

CÁLCULO DEL FLETE TERRESTRE PARA CADA SISTEMA

CÁLCULO DE FLETE DE HUANCAYO A OBRA

El cálculo del flete a obra se elaboró por el método de tarifas de cargas del MTC, usando el D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06, y el D.S. N° 049-2002-MTC del 19.12.02.

CALCULO DE LA DISTANCIA VIRTUAL

El cálculo de la distancia virtual se basa en el método de Tarifas de cargas del MTC - 1991, publicadas por el MTC.

LUGAR DE ORIGEN : HUANCAYO

LUGAR DE DESTINO : C.G. OBRA

VIA : HUANCAYO - OBRA

INICIO	FINAL	REGION	ALTITUD (m.s.n.m.)	TIPO CARRETERA	DISTANCIA (km)	F.C.	D.V. (kmv)	
HUANCAYO	OBRA	SIERRA	3280	Asfaltado	3.00	1.00	3.00	
						D.V. AL C.G.	(kmv)	3.00

CALCULO DE FLETE

El cálculo del flete se basa en el anexo III "Costos km/virtual para transporte de carga en camión por carretera en nuevos soles", del Decreto Supremo N° 049-2002-MTC.

TIPO DE TRANSPORTE	CARGA UTIL (Ton)	D.V. (km)	Norm N.S.	FRV	N.S. x TM	REAJUSTE K	SUBTOTAL (N.S./TM)
Normal	15	3.00	3.75	1.00	0.25	1.266	0.32

FACTOR DE REAJUSTE (K2)

$$K \text{ actual} = \frac{(32) \text{ AGOSTO 2018}}{(32) \text{ DICIEM. 2005}} = \frac{470.47}{371.50} = 1.266$$

Nota:

(*) FRV : Factor de Retorno al Vacío igual a 1 para transporte normal y a 1.4 para transporte especial (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Transporte Especial : Se denomina al transporte usando contenedores, cargas peligrosas, cargas líquidas (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Factor de Reajuste (k) (De acuerdo al D.S. N° 011-79-VC del 02.03.79 y sus modificatorias, ampliatorias y complementarias.)

COSTO DE MATERIALES E INSUMOS PUESTO EN OBRA: HUANCAYO - OBRA

N°	Insumo	Und	Precio Uni. Insumo SIN/IGV	Costo Transporte				COSTO EN OBRA SIN/IGV
				Origen	Costo Unit./flete	Peso/ und	Costo Transporte	
1.00	Alambre negro recocido N° 16	Kg	2.97	Huancayo	0.3200	1.00	0.32	0.32
2.00	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	3.13	Huancayo	0.3200	1.00	0.32	0.32
3.00	Clavos para madera con cabeza de 2 1/2"	kg	2.97	Huancayo	0.3200	1.00	0.32	0.32
4.00	Cemento portannd tipo I	bls	19.92	Huancayo	0.3200	42.50	13.60	13.60
5.00	Ladrillo para techo 8H 15x30x30	und	2.20	Huancayo	0.3200	7.80	2.50	2.50
6.00	Madera Tornillo	P2	5.32	Huancayo	0.3200	26.64	8.52	8.52

CALCULO DE FLETE TERRESTRE

N°	INSUMO	UND	PESO (Kgr)	CANTIDAD	PESO (TN)	COSTO EN OBRA SINIGV	COSTO x PESO
1.00	Alambre negro recocido N° 16	Kg	1.00	364.8522	0.36	0.32	0.12
2.00	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	1.00	5,005.8024	5.01	0.32	1.60
3.00	Clavos para madera con cabeza de 2 1/2"	kg	1.00	92.5683	0.09	0.32	0.03
4.00	Cemento portannd tipo I	bls	42.50	723.5228	30.75	13.60	418.20
5.00	Ladrillo para techo 8H 15x30x30	und	7.80	7,219.0000	56.31	2.50	140.55
6.00	Madera Tornillo	P2	1.70	2,613.0348	4.44	8.52	37.87
COSTO DIRECTO DE FLETE DE MATERIALES - COMPRA EN HUANCAYO					96.96		598.36
Capacidad del Camion 15 tn							15.00
Numero de viajes							6.46

RESUMEN DE FLETE

N°	DESCRIPCION	Peso (Tn)	precio unitario (Costo/tn)	TOTAL SOLES S/IGV
1.00	Flete de material compra Huancayo	96.9633	6.17	598.36
COSTO DIRECTO POR FLETE				598.36

CÁLCULO DE FLETE DE LIMA A HUANCAYO (OBRA)

El cálculo del flete se basa en lo establecido en el D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06 que establecen en costo del servicio de transporte de bienes en el ámbito local y por carretera para diversas rutas y distancias virtuales establecidas previamente

TIPO TRANSPORTE : NORMAL

RUTA : LIMA - LA OROYA - CONCEPCION - HUANCAYO

ORIGEN	DESTINO	D.V. (kmv)	S/. X TM	FRV (*)	S/. X TM	REAJUSTE K1	SUBTOTAL S/. X TM
Lima	Huancayo	395.32	70.78	1.00	70.78	1.266	89.64
SUB TOTAL		395.32					89.64

FACTOR DE REAJUSTE (K1)

$$K \text{ actual} = \frac{(32) \text{ AGOSTO } 2018}{(32) \text{ DICIEM. } 2005} = \frac{470.47}{371.50} = 1.266$$

Nota:

(*) FRV : Factor de Retorno al Vacío igual a 1 para transporte normal y a 1.4 para transporte especial (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Transporte Especial : Se denomina al transporte usando contenedores, cargas peligrosas, cargas líquidas (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Factor de Reajuste (k) (De acuerdo al D.S. N° 011-79-VC del 02.03.79 y sus modificatorias, ampliatorias y complementarias.)

CÁLCULO DE FLETE DE HUANCAYO A OBRA

El cálculo del flete a obra se elaboró por el método de tarifas de cargas del MTC, usando el D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06, y el D.S. N° 049-2002-MTC del 19.12.02.

CALCULO DE LA DISTANCIA VIRTUAL

El cálculo de la distancia virtual se basa en el método de TARIFAS DE CARGA DEL MTC - 1991, publicadas por el MTC.

LUGAR DE ORIGEN : HUANCAYO

LUGAR DE DESTINO : C.G. OBRA

VIA : HUANCAYO - OBRA

INICIO	FINAL	REGION	ALTITUD (m.s.n.m.)	TIPO CARRETERA	DISTANCIA (km)	F.C.	D.V. (kmv)
HUANCAYO	KM 3	SIERRA	3280	Asfaltada	3.00	1.00	3.00
D.V. AL C.G.						(kmv)	3.00

CALCULO DE FLETE

El cálculo del flete se basa en el anexo III "Costos km/virtual para transporte de carga en camión por carretera en nuevos soles", del Decreto Supremo N° 049-2002-MTC.

TIPO DE TRANSPORTE	CARGA UTIL (Ton)	D.V. (kmv)	Norm N.S.	FRV	N.S. x TM	REAJUSTE K	SUBTOTAL (N.S./TM)
Normal	15	3.00	3.75		0.25	1.266	0.32

FACTOR DE REAJUSTE (K2)

$$K \text{ actual} = \frac{(32) \text{ AGOSTO } 2018}{(32) \text{ DICIEM. } 2005} = \frac{470.47}{371.50} = 1.266$$

Nota:

(*) FRV : Factor de Retorno al Vacío igual a 1 para transporte normal y a 1.4 para transporte especial (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Transporte Especial : Se denomina al transporte usando contenedores, cargas peligrosas, cargas líquidas (de acuerdo al D.S. N° 010-2006-MTC del 25.03.06)

Factor de Reajuste (k) (De acuerdo al D.S. N° 011-79-VC del 02.03.79 y sus modificatorias, ampliatorias y complementarias.)

COSTO DE MATERIALES E INSUMOS PUESTO EN OBRA: LIMA - HUANCAYO (OBRA)

N°	Insumo	Und	Precio Uni. Insumo SINIGV	Costo Transporte				COSTO EN OBRA SINIGV
				Origen	Costo Unit./flete	Peso/ und	Costo Transporte	
1.00	Bovedilla 0.12 x 0.39 x 0.25	Und	2.77	Lima	89.64	1.00	89.636	89.64
2.00	Vigueta V-101	m	11.68	Lima	89.64	1.00	89.636	89.64
3.00	Vigueta V-102	m	13.18	Lima	89.64	1.00	89.636	89.64

COSTO DE MATERIALES E INSUMOS PUESTO EN OBRA: HUANCAYO - OBRA

N°	Insumo	Und	Precio Uni. Insumo SINIGV	Costo Transporte				COSTO EN OBRA SINIGV
				Origen	Costo Unit./flete	Peso/ und	Costo Transporte	
1.00	Alambre negro recocido N° 16	Kg	2.97	Huancayo	0.3200	1.00	0.32	0.32
2.00	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	3.13	Huancayo	0.3200	1.00	0.32	0.32
3.00	Clavos para madera con cabeza de 2 1/2"	kg	2.97	Huancayo	0.3200	1.00	0.32	0.32
4.00	Cemento portannd tipo I	bls	19.92	Huancayo	0.3200	42.50	13.60	13.60
5.00	Madera Tornillo	P2	5.32	Huancayo	0.3200	26.64	8.52	8.52

CALCULO DE FLETE TERRESTRE

N°	INSUMO	UND	PESO Kgr/ml	CANTIDAD	PESO (TN)	COSTO EN OBRA SINIGV	COSTO x PESO
1.00	Bovedilla 0.12 x 0.39 x 0.25	Und	9.0000	6,887.0000	61.98	89.64	5,555.92
2.00	Vigueta V-101	m	17.0000	323.5500	5.50	89.64	493.03
3.00	Vigueta V-102	m	17.0000	1,254.0500	21.32	89.64	1,910.94
COSTO DIRECTO DE FLETE DE MATERIALES - COMPRA EN LIMA					88.80		7,959.90
capacidad del camion 15 tn							15.00
Numero de viajes							5.92

N°	INSUMO	UND	PESO (Kgr)	CANTIDAD	PESO (TN)	COSTO EN OBRA SINIGV	COSTO x PESO
1.00	Alambre negro recocido N° 16	Kg	1.00	124.60	0.12	0.32	0.04
2.00	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	1.00	2,222.04	2.22	0.32	0.71
3.00	Clavos para madera con cabeza de 2 1/2"	kg	1.00	14.47	0.01	0.32	0.00
4.00	Cemento portannd tipo I	bls	42.50	514.62	21.87	13.60	297.45
5.00	Madera Tornillo	P2	1.70	413.36	0.70	8.52	5.99
COSTO DIRECTO DE FLETE DE MATERIALES - COMPRA EN HUANCAYO					24.94		304.20
Capacidad del Camion 15 tn							15.00
Numero de viajes							1.66

RESUMEN DE FLETE

N°	DESCRIPCION	Peso (Tn)	precion unitario (Costo/tn)	TOTAL
1.00	Flete de material compra Huancayo	24.9352	12.20	304.20
2.00	Flete de material compra Lima	88.8022	89.64	7,959.90
COSTO DIRECTO POR FLETE				8,264.09

ANEXO N° 13
COTIZACIONES

Lima, 25 de Julio del 2018

COTIZACIÓN Nº 2473-2018-CONCREMAX

SEÑOR(A): KELLY APAZA RAFAEL

LISTA DE PRECIOS DE VIGUETAS PRETENSADAS Y BOVEDILLAS
(En Nuevos Soles No Incluye I.G. V.)

Tipo de Vigueta	Precio puesto en planta Villa (ml) en nuevos soles	PU. VENTA
V101	S/. 11.15	S/. 11.68
V102	S/. 12.65	S/. 13.18
V103	S/. 14.05	S/. 14.58
V104	S/. 14.76	S/. 15.29
V105	S/. 16.05	S/. 16.58

Tipo de bovedilla de Arcilla (SIN GRUA)	Precio puesto en fábrica de ladrillos(und) en Nuevos Soles	PU. VENTA
12 cm.@ 50 cm.	S/. 2.46	S/. 2.77
15 cm.@ 50 cm.	S/. 2.46	S/. 2.77
20 cm.@ 50 cm.	S/. 3.12	S/. 3.49
25 cm.@ 50 cm.	S/.4.12	S/. 4.52
Media bovedilla 15 cm. @ 50 cm.	S/. 1.96	S/. 2.27
Bandeja @ 50 cm.	S/. 2.11	S/. 2.42

Tipo de bovedilla de concreto (CON GRUA)	Precio puesto en planta Ancieta (und) en Nuevos Soles	PU. VENTA
Bovedilla de concreto 15@50 cm.	S/. 1.82	S/. 2.28
Bovedilla de concreto 20@50 cm.	S/. 2.14	S/. 2.76
Media bovedilla de concreto 15@50 cm.	S/. 1.32	S/. 1.78
Bandeja de concreto @ 50 cm.	S/. 1.53	S/. 1.99
Media bandeja de concreto @50 cm.	S/. 0.94	S/. 1.40



Ing. Manuel Salas
Jefe de área
Central: 217-2700 Anexo: 2725
msalas@concremax.com.pe
www.concremax.compe

Certificado por:



ANEXO N° 14
TIEMPO DE EJECUCIÓN

TIEMPO DE EJECUCIÓN

1.- Programación de actividades

El número de días está en función del metrado, rendimiento y cuadrilla para cada partida.

Sistema losa convencional

Actividad	Unidad	Metrado	Rendimiento	Cálculo de días	Tiempo Unitario
ESTRUCTURAS					
CONCRETO ARMADO					
Concreto para losa aligerada f'c=210 kg/cm ²	m ³	74.36	25.00	2.97	03 días
Encofrado y desencofrado de losa aligerada	m ²	841.53	15.00	56.10	56 días
Acero corrugado FY= 4200 kg/cm ² grado 60	kg	4,678.32	250.00	18.71	19 días
Ladrillo hueco de arcilla h = 15 cm para techo aligerado	und	7,219.00	1,600.00	4.51	05 días

Sistema losa con viguetas pretensadas

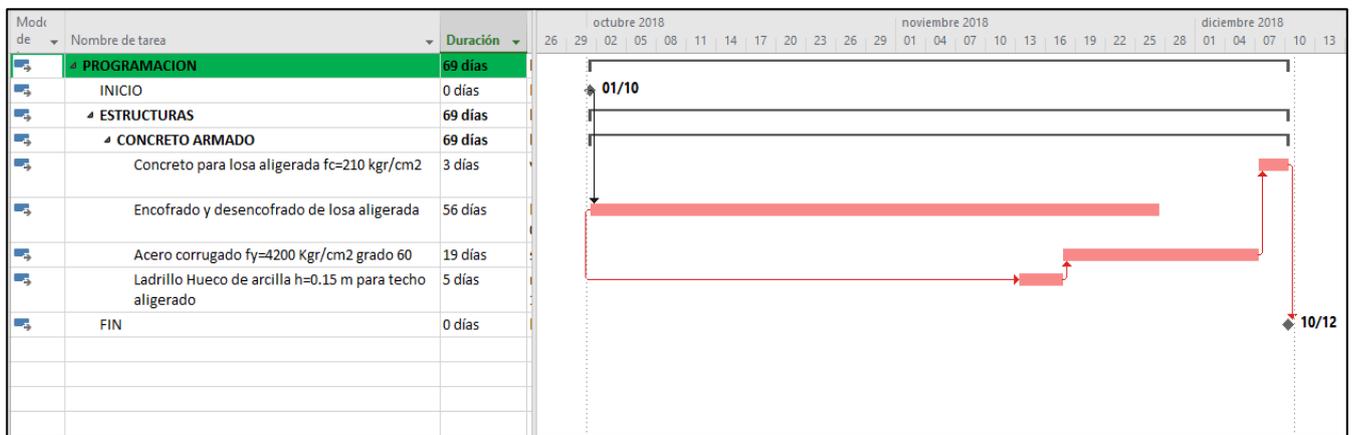
Actividad	Unidad	Metrado	Rendimiento	Cálculo de días	Tiempo Unitario
ESTRUCTURAS					
CONCRETO ARMADO					
Concreto para losa aligerada f'c=210 kg/cm ²	m ³	52.89	25.00	2.12	02 días
Encofrado y desencofrado de losa aligerada	m ²	841.53	130.00	6.47	06 días
Acero corrugado FY= 4200 kg/cm ² grado 60	kg	2,076.67	250.00	8.31	08 días
Bovedilla de arcilla h=12 cm para techo aligerado	und	6,887.00	2,000.00	3.44	03 días
Colocación vigueta V-101	m	323.55	260.00	1.24	01 días
Colocación vigueta V-102	m	1,254.05	260.00	4.82	05 días

2.- Programación con Ms Project

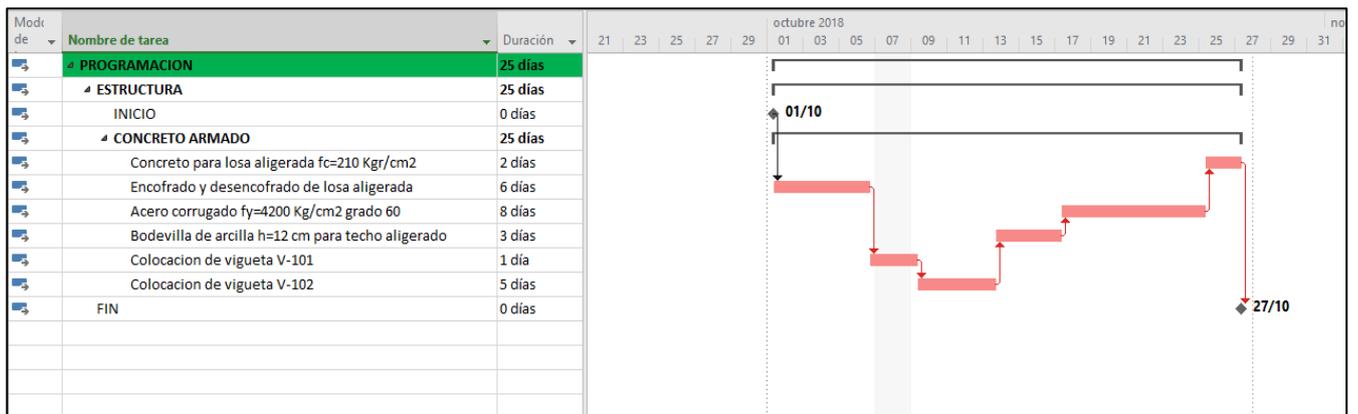
La programación se realizará con el programa MS Project, donde las secuencias de actividades, se representará gráficamente con el diagrama de Gantt.

Inicio de la ejecución de obra: 01/10/2018

Programación del sistema losa convencional



Programación del sistema losa con viguetas pretensadas



ANEXO N° 15

PRODUCCIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS (ARTESANALMENTE)

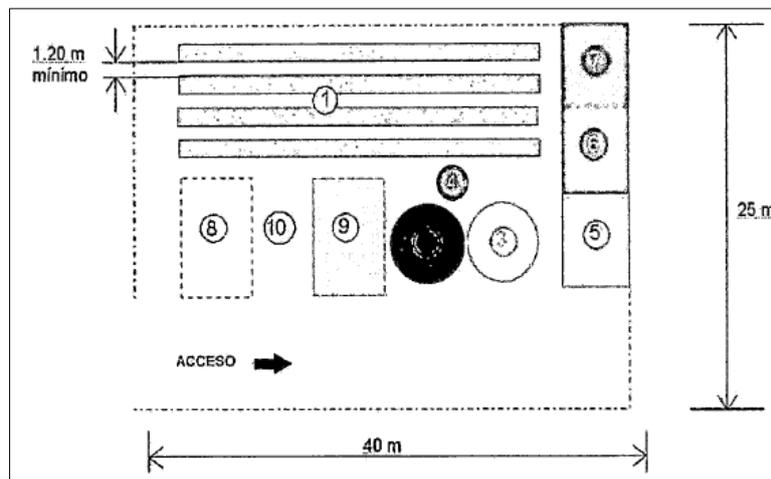
PRODUCCIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS (ARTESANALMENTE)

Para instalar una planta de fabricación de vigueta pretensada, se requiere de un terreno con el área suficiente para construir una instalación preferentemente techada.

Un criterio para definir el tamaño necesario de terreno, es estimando 2 m² de terreno por cada metro lineal de vigueta a producir por día; por ejemplo, si se desea producir 500 ml de vigueta diariamente, se necesita un terreno de 1,000 m².

Los principales componentes que se requieren para poner en funcionamiento son:

- 1.- Mesas de fabricación
- 2.- Almacén de grava
- 3.- Almacén de arena
- 4.- Mezcladora de concreto
- 5.- Almacén de cemento
- 6.- Almacén de armadura
- 7.- Mesas de habilitado de armaduras
- 8.- Almacén de producto terminado
- 9.- Almacén de producto terminado
- 10.- Área para carga de viguetas a camión



Como por ejemplo se desea producir 1000 ml de viguetas pretensadas diarias, entonces se requerirá lo siguiente:

EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
MESA DE FABRICACIÓN			
Molde para vigueta de 9mt	112.00	500.00	56,000.00
Separador para vigueta a cada 3.00 mt (son dos pares por separación de viguetas)	667.00	7.20	4,802.40
Placa de soporte (cabezal) de 2" x 12" x 48" para 5 mesas	10.00	2,160.00	21,600.00
SISTEMA HIDRAULICO PARA TENSADO DE ALAMBRE			
Unidad de potencia hidráulica con motos de 2HP/60 Hz, bomba de engranes, válvula de calibración de presión, tanque hidráulico con accesorios, manómetro y válvula hidráulica + gato hidráulico para tensado de alambre con carrera de 100 mm, incluye manquera, conexiones y mordaza para alambre de 5mm.	1.00	21,600.00	21,600.00
Juego de cuñas y barriletes	1.00	9,000.00	9,000.00
PARA LA PRODUCCIÓN			
Mezcladora de concreto	1.00	3,600.00	3,600.00
Vibradora eléctrica	1.00	1,800.00	1,800.00
Amoladora	1.00	1,200.00	1,200.00
PRECIO TOTAL (sin IGV)			S/119,602.40
PRECIO TOTAL (con IGV)			S/141,130.83