

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS ECONÓMICO ENTRE CIMENTACIONES LOSA MACIZA Y "T" INVERTIDA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

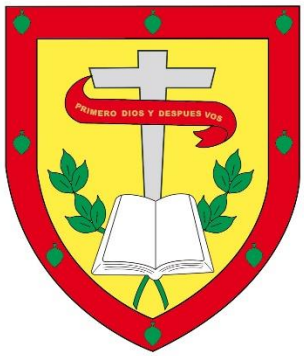
AUTOR: JESSICA ELIZABETH CASTRO GUAILLAS

DIRECTOR: ING. FLORENCIO GEOVANNY GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

AZOGUES - ECUADOR

2021

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENERÍA CIVIL

ANÁLISIS ECONÓMICO ENTRE CIMENTACIONES LOSA MACIZA Y "T" INVERTIDA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

AUTOR: JESSICA ELIZABETH CASTRO GUAILLAS

DIRECTOR: ING. FLORENCIO GEOVANNY GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

AZOGUES - ECUADOR

2021

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Jessica Elizabeth Castro Guaillas portador(a) de la cédula de ciudadanía Nº **0302209887**. Declaro ser el autor de la obra: "**Análisis económico entre cimentaciones losa maciza y "T" invertida"**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, **1 de octubre de 2021**

F: .....

Jessica Elizabeth Castro Guaillas

C.I. **0302209887**

Azogues, 29 de septiembre de 2021

Señor Ingeniero
Ricardo Romero González
DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Presente. –

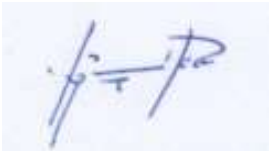
De mis consideraciones,

Luego de expresarle un cordial y atento saludo, deseándole éxitos en las funciones que acertadamente viene dirigiendo.

Por medio de la presente informo a Ud. Y por su intermedio a quien corresponda que, luego de revisar y aprobar el trabajo de Titulación "ANÁLISIS ECONÓMICO ENTRE CIMENTACIONES LOSA MACIZA Y "T" INVERTIDA" elaborado por la estudiante Jessica Elizabeth Castro Guaillas, se le designa una calificación de 42/50.

Con sentimientos de consideración y estima personal,

Atentamente,



Ing. Geovanny González Rodríguez
TUTOR DEL TRABAJO

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada con todo mi corazón a:

A Dios por su amor, por permitir aprender de mis errores cuando caigo y darme cuenta que me los pone para que sea mejor ser humano y para crecer de diferentes maneras.

A la memoria de mi abuelito Julio Guaillas, gracias por su apoyo, estímulo y por su paciencia que me brindo hasta su ultimo día, soy la persona más afortunada por el abuelo que Dios me mando porque fue padre y madre. Siempre lo agradeceré lo que ha hecho por mí nunca le olvidaré.

A mi abuela Rosa Aguaiza, a mis padres y mi hermano gracias por sus consejos, amor, confianza y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria y mi vida.

Agradecimiento

Mi profundo agradecimiento a cada uno de mis docentes que formaron parte de mi carrera universitaria, personas de gran sabiduría quienes con sus experiencias y conocimientos me han brindado sus enseñanzas para desarrollarme profesionalmente.

De manera especial agradezco a mi tutor Ing. Geovanny González Rodríguez, por su paciencia, su constante apoyo y por guiarme en el proceso de la presente tesis; quien además es un excelente docente.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación analiza dos tipos de cimentaciones: losa maciza y "T" invertida con el objetivo de establecer cuál de las dos estructuras es la más económica para un edificio de 6 pisos ubicado en la ciudad de Azogues emplazado en una zona consolidada, siguiendo especificaciones técnicas, factores y coeficientes de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 y los criterios del Código A.C.I. 318S-19. Mediante el uso del software Cypecad que permitirá conocer previamente la funcionalidad de la estructura, evaluar los criterios de torsión, cortante basal, centros de masa y deriva de piso.

Nuestro análisis nos permite discernir y dar a conocer que los criterios técnicos como: derivas de piso, torsión, asentamientos, tensiones sobre el terreno no varían en gran medida entre las alternativas de cimentación estudiadas, por lo tanto, a nivel técnico ambas propuestas cumplen con un mismo estándar de servicio.

A nivel económico encontramos una diferencia considerable de precios, la cimentación losa maciza es de 41.205,28 USD y el costo de construcción de la cimentación viga "T" invertida es de 30.080,96 USD. Una diferencia de 11124,32 USD, un 36,98% del costo de la cimentación viga "T" invertida. Por esto se concluye que es viable usar la alternativa cimentación viga "T" invertida, al ser más económica.

Palabras clave: Cimentación, cypecad, estructuras, losa, viga "T" invertida.

ABSTRACT

The present work analyzes two types of foundations: solid slab and inverted "T" with the objective of establishing which of the two structures is the most economical for a 6-story building located in the city of Azogues in a consolidated area, following technical specifications, factors and coefficients of the Ecuadorian Construction Norm NEC-15 and the criteria of the A.C.I. Code 318S-19. Through the use of Cypecad software that will allow us to know previously the functionality of the structure, evaluate the criteria of torsion, basal shear, centers of mass and floor drift.

Our analysis allows us to discern and show that the technical criteria such as: floor drifts, torsion, settlements, stresses on the ground do not vary greatly between the foundation alternatives studied, therefore, at a technical level both proposals meet the same service standard.

At the economic level we found a considerable difference in prices, the solid slab foundation is 41,205.28 USD and the construction cost of the inverted "T" beam foundation is 30,080.96 USD. A difference of 11,124.32 USD, 36.98% of the cost of the inverted "T" beam foundation. Therefore, it is concluded that it is feasible to use the inverted "T" beam foundation alternative, since it is more economical.

Keywords: **foundation, cypecad, structures, slab, inverted T-beam**

ÍNDICE

RESUMEN **1**

ABSTRACT **2**

CAPÍTULO I **8**

GENERALIDADES **8**

1.1 INTRODUCCIÓN 8
1.2 JUSTIFICACIÓN 8
1.3 HIPÓTESIS 9
1.4 OBJETIVOS 9
1.4.1 General *9*
1.4.2 Específicos *9*
1.5 METODOLOGÍA 10

CAPÍTULO II **11**

MARCO TEÓRICO **11**

2.1 CIMENTACIÓN 11
2.1.1 Cimentación "T" invertida *12*
2.1.2 Losa maciza *13*
2.2 ESTRUCTURA DE UN EDIFICIO 14
2.3 NORMA Y CÓDIGOS UTILIZADOS 15
2.3.1 American Concrete Institute (ACI) *15*
2.3.2 La Norma de Construcción Ecuatoriana NEC-15 ..... *15*
2.4 CATEGORÍAS DE CARGAS 16
2.4.1 Cargas vivas *16*
2.4.2 Cargas muertas *16*
2.4.3 Combinaciones de carga. *17*
2.5 REQUERIMIENTOS PARA DISEÑOS SISMO-RESISTENTES 18
2.5.1 Análisis Estático Equivalente *18*
2.5.1.1 Espectro Sísmico en aceleraciones 18
2.5.1.2 Cortante Basal 21
2.5.1.3 Inercia de las secciones agrietadas 21
2.5.1.4 Control de la deriva de piso 22
2.5.1.5 Torsión 23
2.6 SOFTWARE CYPECAD 23
2.7 CONCEPTOS DE TÉRMINOS BÁSICOS 23
2.7.1 Vigas *23*
2.7.2 Columnas *23*
2.7.3 Losas *23*
2.7.4 Tipos de costos *23*
2.7.5 Presupuesto del Proyecto *24*

CAPÍTULO III **25**

MODELACIÓN Y DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN **25**

3.1 DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL EDIFICIO 25
3.2 DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL 27

3.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL MEDIANTE SOFTWARE 28
3.4 FACTORES QUE REDUCEN LA RESISTENCIA 29
3.5 RECUBRIMIENTO EN MIEMBROS ESTRUCTURALES 30
3.6 DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO EN CONCRETO REFORZADO 31
3.6.1 Diseño de vigas 31
3.6.1.1 Diseño a flexión. 32
3.6.1.2 Diseño a cortante. 34
3.6.1.3 Distancia entre estribos. 36
3.6.2 Diseño de columnas 37
3.6.2.1 Espaciamiento de Refuerzo longitudinal en columnas. 37
3.6.2.2 Espaciamiento de Refuerzo para corte en columnas. 38
3.6.2.3 El diámetro de estribos para elementos sometidos a compresión. 38
3.6.2.4 Flexo-compresión. 39
3.6.2.5 Columna fuerte-viga débil. 41
3.6.3 Diseño de losa nervada 41
3.6.3.1 Losa unidireccional 41
3.6.3.2 Losa bidireccional 41
3.6.4 Diseño de escaleras 44
CAPÍTULO IV 45
DISEÑO DE CIMENTACIONES VIGA "T" INVERTIDA Y LOSA MACIZA 45
4.1 DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN 45
4.1.1 Localización de zona critica para momento y corte 46
4.2 CIMENTACIÓN VIGA "T" INVERTIDA 46
4.2.1 Diseño a cortante 47
4.2.1.1 Distancia mínima entre estribos. 49
4.2.2 Diseño para Flexión 50
4.2.3 Comprobación de diseño de cimentación "T" invertida 51
4.2.3.1 Comprobación al cortante. 51
4.2.3.2 Comprobación a la flexión. 52
4.3 CIMENTACIÓN LOSA MACIZA 52
4.3.1 Diseño para Flexión 53
4.3.2 Diseño a cortante 54
4.3.3 Comprobación cimentación losa maciza 55
4.3.3.1 Comprobación a la flexión. 55
4.3.3.2 Comprobación al Cortante. 56
4.3.4 Aplastamiento 56
4.3.4.1 Comprobación al aplastamiento 58
CAPÍTULO V 59
ANÁLISIS SÍSMICO 59
5.1 DERIVAS DE PISO 59
5.2 TORSIÓN 62
5.3 CORTANTE SÍSMICO COMBINADO 66
5.4 TENSIÓN SOBRE EL SUELO 71
CAPÍTULO VI 75
ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LAS CIMENTACIONES LOSA MACIZA Y "T" INVERTIDA 75
6.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 75

6.1.1 Materiales *75*
6.1.2 Mano de obra *75*
6.1.3 Equipo y Maquinaria *75*
6.1.4 Costos Indirectos *76*
CAPÍTULO VII 81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 81
7.1 CONCLUSIONES 81
7.2 RECOMENDACIONES 82
BIBLIOGRAFÍA 83
ANEXOS 84

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Cimentación de Muro. 11
Fig. 2. Cimentación Aislada. 12
Fig. 3. a. Cimentación Combinada. b. Cimentación Combinada 12
Fig. 4. Losa de Cimentación o Maciza. 12
Fig. 5. Cimentación "T" Invertida. 13
Fig. 6. Clases de Losas de Cimentación. 14
Fig. 7. Espectro Sísmico de Aceleraciones. 19
Fig. 8. Planta Baja del Edificio. 25
Fig. 9. Elevación Frontal. 26
Fig. 10. Modelo Estructural con la Cimentación Losa Maciza. 28
Fig. 11. Modelo Estructural con la Cimentación ¨T¨ Invertida. 29
Fig. 12. Diagrama de Esfuerzos de Compresión y Tensión. 32
Fig. 13. Fuerzas Cortantes. 34
Fig. 14. Espaciamiento Mínimo de los Estribos. 36
Fig. 15. Separación de Estribos. 39
Fig. 16. Diagrama de Iteración. 40
Fig. 17. Losa Nervada. 43
Fig. 18. Fuerzas Cortantes. 47
Fig. 19. Espaciamiento Mínimo de los Estribos. 50
Fig. 20. Cimentación "T" Invertida. 51
Fig. 21. Losa Maciza. 53
Fig. 22. Sección Critica a Flexión en Losas de Cimentación. 53
Fig. 23. Refuerzo para Flexión en Losas de Cimentación. 54
Fig. 24. Sección Crítica al Corte en Losas de Cimentación 54
Fig. 25. Punzonamiento en Losas de Cimentación. 57
Fig. 26. Pirámide de Punzonamiento. 57
Fig. 27. Sección Critica al Punzonamiento en Losas de Cimentación. 57
Fig. 28. Deriva Máxima en la Dirección X para los Edificios con Losa Maciza y "T" Invertida. 61
Fig. 29. Deriva Máxima en la Dirección Y para los Edificios con Losa Maciza y "T" Invertida. 61
Fig. 30. Espectro de Diseño según X, en el Edificio con la Cimentación Losa Maciza. 63
Fig. 31. Espectro de Diseño Según Y, en el Edificio con la Cimentación Losa Maciza. 63
Fig. 32. Espectro de Diseño Según X, en el Edificio con la Cimentación Viga "T" Invertida. 65
Fig. 33. Espectro de Diseño Según Y, en el Edificio con la Cimentación Viga "T" Invertida. 65
Fig. 34. Sismo X1 Edificio con Cimentación Losa Maciza. 67
Fig. 35. Sismo Y1 Edificio con Cimentación Losa Maciza. 67
Fig. 36. Sismo X1 Edificio con Cimentación Viga "T" Invertida. 69
Fig. 37. Sismo Y1 Edificio con Cimentación Viga "T" Invertida 69
Fig. 38. Fuerza Sísmica Horizontal por Planta en la Dirección X para los Edificios con las Cimentaciones Losa Maciza y "T" Invertida. 70
Fig. 39. Fuerza Sísmica Horizontal por Planta en la Dirección Y para los Edificios con las Cimentaciones Losa Maciza y "T" Invertida. 70
Fig. 40. Asentamientos en la Cimentación Losa Maciza. 71
Fig. 41. Cimentación con Zapatas Aisladas. 74
Fig. 42. Cimentación con Zapatas Aisladas. 74
Fig. 43. Comparación del Costo entre las Cimentaciones Losa Maciza y Viga "T" Invertida 80

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I CARGAS VIVAS..... 16
TABLA II. CARGAS MUERTAS..... 17
TABLA III. VALORES DE ΔM MÁXIMOS..... 22
TABLA IV DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS EN HORMIGÓN ARMADO..... 27
TABLA V DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS EN HORMIGÓN ARMADO..... 27
TABLA VI FACTORES QUE REDUCEN LA RESISTENCIA SEGÚN EL CÓDIGO ACI 318S-19. 30
TABLA VII RECUBRIMIENTO EN MIEMBROS ESTRUCTURALES..... 31
TABLA VIII ALTURA MÍNIMA DE VIGAS NO PRE-ESFORZADAS..... 31
TABLA IX COEFICIENTES PARA DISEÑAR LOSAS NERVADAS..... 42
TABLA X ZONA CRITICA EN LA CIMENTACIÓN..... 46
TABLA XI RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO..... 56
TABLA XII DERIVA MÁXIMA EN LA DIRECCIÓN X E Y EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA..... 59
TABLA XIII DERIVA MÁXIMA EN LA DIRECCIÓN X E Y EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA “T” INVERTIDA..... 60
TABLA XIV COEFICIENTES DE PARTICIPACIÓN DE MASA EN EL EDIFICIO CON LA CIMENTACION LOSA MACIZA..... 62
TABLA XV COEFICIENTES DE PARTICIPACIÓN DE MASA EN EL EDIFICIO CON LA CIMENTACION VIGA “T” INVERTIDA..... 64
TABLA XVI HIPÓTESIS SÍSMICA: SISMO X1 EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA..... 66
TABLA XVII HIPÓTESIS SÍSMICA: SISMO Y1 EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA..... 66
TABLA XVIII HIPÓTESIS SÍSMICA: SISMO X1 EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA “T” INVERTIDA..... 68
TABLA XIX HIPÓTESIS SÍSMICA: SISMO Y1 EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA “T” INVERTIDA..... 68
TABLA XX TENSIONES SOBRE EL SUELO CIMENTACIÓN LOSA MACIZA..... 71
TABLA XXI TENSIONES Y ASENTAMIENTO SOBRE EL TERRENO CIMENTACIÓN VIGA “T” INVERTIDA..... 72
TABLA XXII ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO, RUBRO REPLANTEO Y NIVELACIÓN..... 77
TABLA XXIII PRESUPUESTO CIMENTACIÓN LOSA MACIZA..... 78
TABLA XXIV PRESUPUESTO CIMENTACIÓN VIGA “T” INVERTIDA..... 78

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción

Es importante trabajar con cimentaciones superficiales que transmitan adecuadamente las cargas hacia el terreno. Existe terrenos no edificados en zonas consolidadas, por lo que en este tipo de terreno es probable que cimentaciones de tipo zapatas aisladas lleguen a traslaparse en estos casos es necesario optar por otras alternativas de diseño, para asegurar la estabilidad de una estructura. El presente trabajo de titulación analizará dos tipos de cimentaciones: losa maciza y "T" invertida con la finalidad de establecer cuál de las dos estructuras es la más económica para una estructura con seis plantas ubicado en la urbe de Azogues siguiendo especificaciones técnicas, factores y coeficientes de la Norma de Construcción Ecuatoriana NEC-15 y los criterios del Código A.C.I. 318S-19.

En el lugar de emplazamiento, se analizará el diseño estructural del edificio de seis pisos de hormigón armado y las cimentaciones losa maciza y "T" invertida de acuerdo a normas y códigos vigentes en el país. Los modelos estructurales se desarrollarán con la ayuda del software Cypecad para evaluar criterios de torsión y deriva de piso. Con el diseño estructural completo se obtendrán presupuestos de las dos estructuras a través de un análisis de precios por unidad, cuantificando precios de: acero de refuerzo, excavación, hormigón, etc. Estos valores pueden definir la solución más factible.

El resultado de este análisis es un aporte a los constructores, ingenieros estructurales, estudiante e instituciones ligadas a la ingeniería civil, que deban dar una solución viable a proyectos ubicados en zonas consolidadas.

1.2 Justificación

Las construcciones en general, por más económicas y sociales que sean, deben ser siempre seguras y durables. En nuestro entorno, las cimentaciones superficiales son las más utilizadas en diseños estructurales; en ciertas zonas consolidadas al no ser posible el uso de zapatas aisladas, se puede optar por el diseño de cimentaciones tipo losas macizas o "T" invertida.

El trabajo de titulación tiene la finalidad de determinar la solución más económica de cimentación para una estructura de seis plantas emplazado en una zona consolidada, mediante

el uso del software Cypecad que permitirá conocer previamente la funcionalidad de la estructura. Las cimentaciones tipo losa maciza o "T" invertida, trasmiten adecuadamente las cargas hacia el terreno.

El análisis de estos diseños de cimentación en terrenos no edificados en zonas consolidadas son un aporte a los constructores e ingenieros estructurales, que deban dar una solución técnica y demostrada, reduciendo costos y brindando seguridad a los ocupantes. También será fuente de información para estudiantes o instituciones ligadas a ingeniería civil que deseen conocer más sobre posibilidades económicamente viables a ejecutar en sectores consolidados.

1.3 Hipótesis

El uso de cimentaciones superficiales como losas macizas y "T" invertida pueden generar resultados favorables en relación al aspecto económico de la estructura. El empleo de las mismas permite la distribución adecuada de las cargas hacia el suelo en zonas consolidadas.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Analizar el aspecto económico entre cimentaciones tipo losa maciza y "T" invertida en un edificio de seis pisos de concreto armado cumpliendo los criterios de la Norma de Construcción NEC-15 y del código A.C.I. 318-19S mediante el software CypeCad para recomendar opciones viables de diseño de cimentaciones superficiales.

1.4.2 Específicos

- Recopilar base conceptual para el cálculo y diseño de cimentaciones superficiales tipo losa maciza y "T" invertida mediante el uso de libros, códigos y normas vigentes en el país.
- Diseñar cimentaciones tipo losa maciza y "T" invertida para una estructura de seis plantas en una zona consolidada empleando el software Cypecad.
- Evaluar precios unitarios obtenidos a partir del diseño de las cimentaciones sometidas a estudio.
- Analizar resultados finales para conocer cuál es la alternativa más factible entre las cimentaciones: losa maciza y "T" invertida en relación al aspecto económico.

1.5 Metodología

El trabajo de titulación se basa en un enfoque cuantitativo, se fundamenta en un análisis económico entre cimentaciones: losa maciza y "T" invertida. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Se recopila información bibliográfica relacionada al diseño estructural de cimentaciones, para ello se emplean: libros, repositorios, normas y códigos que serán el eje base para el correcto desarrollo del tema de investigación.
- Se establecen los parámetros del suelo en el cuál se emplazará la estructura, empleando datos obtenidos del informe geotécnico: "Determinación de la capacidad admisible del suelo", realizado en la zona de ubicación del proyecto por Laboratorio de Suelos R&R del Ing. Iván Riquetti e Ing. Juan Pablo Riquetti.
- En el pre-dimensionamiento de las alternativas de cimentación, para el edificio de hormigón de seis pisos, se aplica la Norma de Construcción Ecuatoriana NEC-15 y el código A.C.I. 318-19S, donde se identifican los criterios que deben cumplir los miembros estructurales (losas, columnas, escalera, vigas, cimentación, etc.) para su correcto desempeño. El espectro de diseño se desarrolla de acuerdo a los parámetros correspondientes al Cantón Azogues y a las características del suelo de fundación para ello se desarrollarán hojas de cálculo, a través del software Excel.
- El uso del software Cypecad con licencia temporal (184200) otorgada y aprobada por Cype Ingenieros España, permite desarrollar el modelo del diseño estructural de la cimentación, además analizar el modo de vibrar, torsión y derivas del edificio, se encuentren en el rango que permite la Norma Técnica Ecuatoriana.
- Al obtener los diseños estructurales (planos estructurales), se calcula el presupuesto de cada estructura; se determina la cantidad de cada rubro que interviene en la construcción y al multiplicarlo por su respectivo precio unitario nos dará el presupuesto de cada estructura, para facilitar esta operación se hará uso de hojas de cálculo.
- Finalmente, se analiza el costo de las dos cimentaciones diseñadas, para establecer la alternativa de cimentación más económica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Cimentación

La cimentación es un elemento muy importante en una estructura porque cumple la función de distribuir el peso de la construcción sobre el suelo de cimentación y da estabilidad a la superestructura. Existen varios tipos de cimentaciones en hormigón armado de uso frecuente, incluyen: cimentación de muro, cimentación aislada, cimentación combinada, losas de cimentación y pilotes [1].

- **Cimentación de muro:** Como se muestra en la figura 1, la cimentación es solo la expansión de la parte inferior del muro, el propósito es distribuir adecuadamente la carga en el piso de cimentación.
- **Cimentación aislada:** Se representa este elemento en la figura 2, la zapata soporta la carga de una sola columna. Éstas son las bases más utilizadas, especialmente cuando la carga es relativamente ligera y las columnas no están demasiado cerca unas de otras.
- **Cimentación Combinada:** Se utiliza para distribuir la carga generada de dos o varias columnas, como se muestra en la figura 3. Cuando dos o más columnas de servicio pesado están separadas entre sí de modo que sus respectivos cimientos se superponen, las zapatas combinadas pueden ser económicos. Generalmente, si se utilizan para pilares ubicados en los límites del terreno.
- **La losa de cimentación o losa maciza:** Como se muestra en la figura 4, consiste en una losa de concreto armado continuo de gran área que se utiliza para soportar muchas columnas y muros [1].



Fig. 1. Cimentación de Muro.
Fuente: Elaboración propia.



Fig. 2. Cimentación Aislada.
Fuente: Elaboración propia.



Fig. 3. a. Cimentación Combinada. b. Cimentación Combinada
Fuente: Elaboración propia.

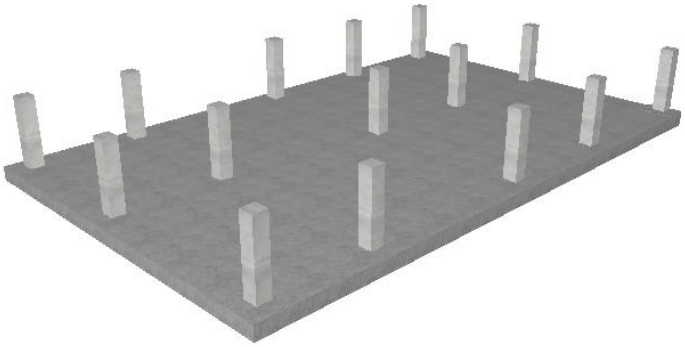


Fig. 4. Losa de Cimentación o Maciza.
Nota. Fuente: Elaboración propia.

El presente estudio se enfocará en la cimentación combinada "T" invertida y losa maciza, las cuales se detalla a continuación.

2.1.1 Cimentación "T" invertida

Este tipo de zapatas se utilizan en suelos de capacidad admisible bajas, estos suelos son pocos resistentes, pueden soportar dos o más columnas sobre una base rectangular, que de

manera general se llama vigas de cimentación. Los cimientos combinados pueden soportar múltiples pilares. Una situación en la que se pueden utilizar es cuando la distancia entre las dos columnas es tan estrecha que los distintos puntos de apoyo interfieren entre sí. Otro uso común de la base combinada es cuando una columna está muy cerca del límite del terreno, por lo que la base aislada excederá el lindero [1].

Cuando se conectan las columnas por medio de vigas de cimentación, a lo largo y ancho se genera una malla en la cimentación. Se recomienda usar losas de cimentación cuando la superficie de las zapatas aisladas exceda el 25% del área total, [2].

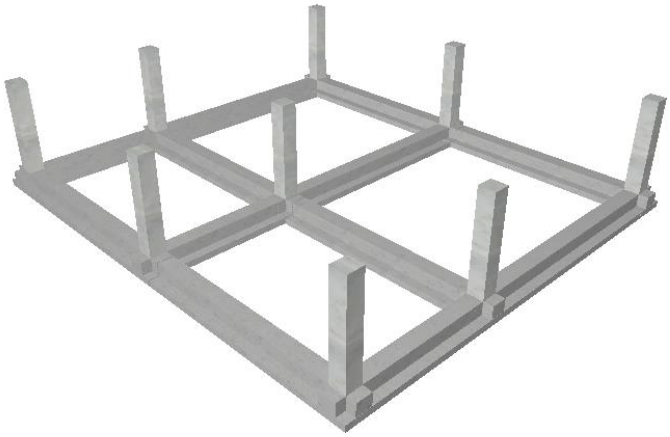


Fig. 5. Cimentación "T" Invertida.
Nota. Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Losa maciza

También conocido como losa de cimentación, este tipo de cimentación es adecuado para situaciones en las que la resistencia del suelo es baja o las cargas de las columnas son altas, pero no se utilizan pilotes o cajas de cimentación. En este caso, la base del aislamiento será tan grande que resultará más económico utilizar una losa continua en toda el área. El costo del encofrado para el piso de cimentación es mucho menor que el costo del encofrado para una gran cantidad de cimientos aislantes. Este tipo de cimentación es particularmente útil para reducir el asentamiento diferencial entre columnas. Esta disminución puede ser de 50% o mayor [1].

Clases de losas de cimentación

Losa maciza, es una base combinada que cubre toda el área de cimentación, sustenta las cargas de varias columnas y muros. Es adecuado para suelos con pequeña capacidad de portante, pero sobre el cual actúan cargas elevadas, como columnas o paredes, como pilares o

paredes. En algunos casos, la cimentación expandida tendrá que cubrir un área mayor a la mitad de la superficie de la estructura y la losa de cimentación puede resultar más económica. En la actualidad se utilizan varios tipos de cimentaciones. La Figura 6 muestra esquemáticamente las más comunes, que incluyen en [3]:

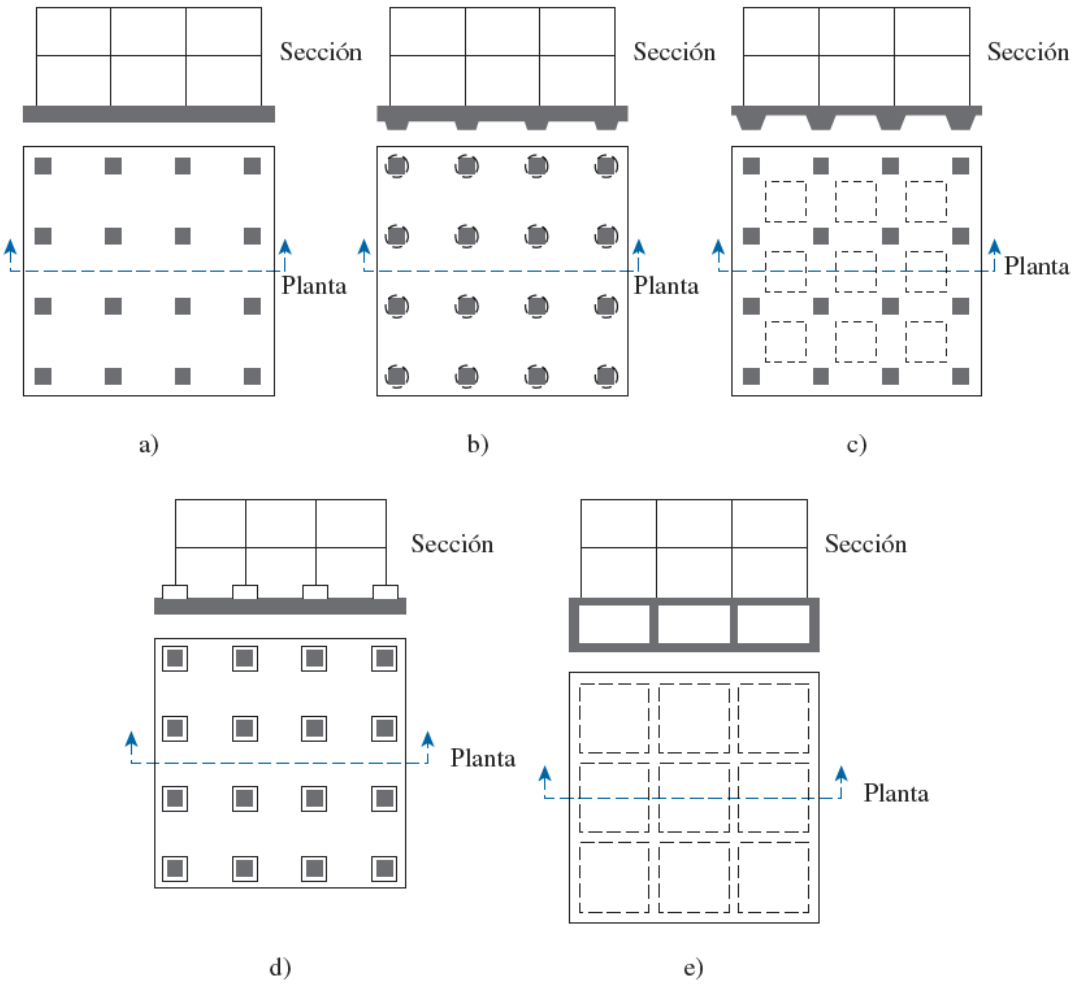


Fig. 6. Clases de Losas de Cimentación.

Nota. a) Losa lisa, de grosor constante. b) Losa lisa con un grosor mayor debajo de los pilares. c) De losas y vigas, las vigas se distribuyen en los dos sentidos y los pilares se encuentran en la intersección de las mismas. d) Losa lisa con pedestales. e) Losas de piso con muros de sótano como elemento de la cimentación. Estos muros se utilizan como refuerzo para las losas. Fuente: [3].

2.2 Estructura de un edificio

Una estructura es un conjunto de elementos estructurales (losas, vigas, columnas, zapatas, muros) conectados para soportar diferentes cargas: sísmicas, gravitacionales, viento y de cualquier otro tipo. [4].

El diseño sismo resistente consiste en otorgar a una estructura las propiedades necesarias para que esta no colapse durante un evento sísmico, entre las propiedades podemos mencionar la rigidez, ductilidad, geometría, etc. Es deber del calculista efectuar un diseño viable, que cumpla estos requerimientos, para tal objetivo se han desarrollado normas y códigos de diseño en los cuales se definen los parámetros que debe cumplir una estructura, [4].

2.3 Norma y códigos utilizados

2.3.1 American Concrete Institute (ACI)

El Instituto Americano del Concreto A.C.I ha formulado algunas especificaciones para diseñar miembros de hormigón reforzado, su control y construcción en sitio, el código A.C.I 318S-19 se basa en la siguiente expresión:

Resistencia de diseño ≥ Resistencia requerida

$$\emptyset S_n \geq U \tag{1}$$

Como se muestra en la expresión anterior, el factor Ø se refiere al factor de resistencia de acuerdo al esfuerzo actuante, *Sn* es la resistencia nominal y *U* es la resistencia requerida, que se determina de acuerdo a la función que cumple el miembro a diseñar. Existen cargas: vivas y muertas. [5]

2.3.2 La Norma de Construcción Ecuatoriana NEC-15

La finalidad de establecer la NEC-15 [4], es implementar nuevos estándares de acuerdo con el progreso tecnológico para mejorar el desempeño estructural y controlar la tecnología de construcción. La norma NEC-15 define un espectro de diseño, que representa la probabilidad de un evento sísmico, que se ha superado en un 10% en cincuenta años, basado en un análisis que incluye: La clase de suelo donde se implantara la estructura, la forma geométrica del edificio, aceleración sísmica, etc. El espectro de respuesta de aceleración sísmica representa el sismo diseñado y sus resultados dinámicos se muestran en la estructura analizada.

Requisitos de diseño:

- Durante su vida útil, los edificios pueden sufrir pequeños terremotos, y cuando estos eventos ocurren, la norma tiene como objetivo evitar daños a componentes estructurales y no estructurales.

- Durante su vida útil, los edificios pueden estar sujetos a sismos moderados, por lo que, cuando estos eventos ocurren, la norma tiene como objetivo evitar daños severos a los componentes estructurales y controlar los daños a los componentes no estructurales.
- Durante su vida útil, los edificios pueden sufrir terremotos severos, en el caso de estos eventos, la norma intenta evitar el derrumbe del edificio y salvar la vida de sus ocupantes.
- Los requisitos de diseño se pueden lograr si se cumplen los siguientes requisitos que especifica el NEC-SE-DS [4]:
  - La estructura debe estar diseñada para soportar la carga especificada en la norma.
  - El desplazamiento lateral de cada piso de la estructura debe ser menor al valor especificado por la norma.
  - El objetivo de diseño por capacidad o empleando sistemas de control para eventos sísmicos, la estructura debe tener la capacidad de eliminar la energía sísmica dentro del rango de deformación más allá del límite elástico.

2.4 Categorías de cargas

2.4.1 Cargas vivas

Según el código [6], las cargas producidas por personas, los equipos, el mobiliario, los bienes en transición, etc. Se consideran cargas vivas y sus valores de carga varían según el tipo de estructura utilizada.

TABLA I
CARGAS VIVAS.

Cargas Vivas	**Peso Unitario**	**Unidad**
Locales comerciales	480.0	kg/m^2
Departamentos	200.0	kg/m^2

Nota. Valores a utilizarse en el estudio. Fuente: [6].

2.4.2 Cargas muertas

Cualquier componente estructural, eléctrico, sanitario, mecánico, instalaciones de extinción de incendios y cualquier componente o maquinaria que permanezca permanentemente en la estructura se consideran cargas estáticas, [6].

TABLA II.
CARGAS MUERTAS.

Cargas Muertas	Peso Unitario	Unidad
Hormigón armado	2400.0	kg/m^3
Bloque de cemento	1200.0	kg/m3
Bloque de cemento alivianado	850.0	kg/m3
Acero	7850.0	kg/m3
Baldosa de cerámica, con mortero de pega: por cada cm, de espesor	20.0	kg/m2
Cielorrasos de mortero de pega compuesto de cal y arena	55.0	kg/m2

Nota. Valores definidos por la NEC-SE-CG, obligatorios para el diseño estructural. Fuente: [6]

2.4.3 Combinaciones de carga.

Para someter a la estructura a diferentes daños, como viento o terremoto, estos últimos no deben ser analizados al mismo tiempo, se emplean combinaciones de carga. En la estructura la resistencia de diseño debe ser igual o mayor que la fuerza generada por la combinación de carga, como se muestra a continuación [6]:

Primera Combinación

$$\boldsymbol{C1} = 1.4\ D \tag{2}$$

Segunda Combinación

$$\boldsymbol{C2} = 1.2\ D\ +\ 1.6\ L\ +\ 0.5 max\ (Lr;\ S;\ R) \tag{3}$$

Tercera Combinación

$$\boldsymbol{C3} = 1.2\ D\ +\ 1.6\ max\ (Lr;\ S;\ R)\ +\ max\ (L;\ 0.5W) \tag{4}$$

Cuarta Combinación

$$\boldsymbol{C4} = 1.2\ D\ +\ 1.0\ W\ +\ L\ +\ 0.5\ max\ (Lr;\ S;\ R) \tag{5}$$

Quinta Combinación

$$\boldsymbol{C5} = 1.2\ D\ +\ 1.0\ E\ +\ L\ +\ 0.2\ S \tag{6}$$

Sexta Combinación

$$\boldsymbol{C6} = 0.9\ D\ +\ 1.0\ W \tag{7}$$

Séptima Combinación

$$\boldsymbol{C7} = 0.9\ D\ +\ 1.0\ E \tag{8}$$

Donde:

C: Combinación

D: Carga constante

E: Carga sísmica

W: Carga generada por viento

L: Carga no permanente (carga viva)

S: Carga generada por granizo

Lr: Sobrecarga cubierta (carga viva)

2.5 Requerimientos para diseños sismo-resistentes

Se deben considerar varios parámetros, como el tipo de suelo, la zona de construcción del edificio, la importancia del edificio, la configuración estructural, el uso de la estructura, materiales, etc. Para que la estructura soporte un sismo. Estas estructuras serán emplazadas en la capital del Cañar, la ciudad de Azogues, en la calle Heriberto Rojas C. El lugar está considerado como zona residencial y comercial que permiten la construcción de edificaciones de 6 pisos. El diseño sísmico se realiza conforme a las recomendaciones técnicas que la norma de construcción ecuatoriana nombra en su apartado para diseño sísmico para la ciudad de Azogues y el tipo de suelo en el cual se cimentarán los edificios.

2.5.1 Análisis Estático Equivalente

2.5.1.1 Espectro Sísmico en aceleraciones

Para desarrollar el espectro sísmico **Sa**, se deben considerar varios parámetros, pero en combinación, aparece como parte de la aceleración gravitacional. De acuerdo con el nivel sísmico considerado en el diseño, el espectro se muestra en la figura 7 y tiene los siguientes parámetros [4]: coeficiente de lugar sísmico Z, la categoría del suelo donde se ubica la estructura y factores de incremento del suelo Fa, Fd y Fs.

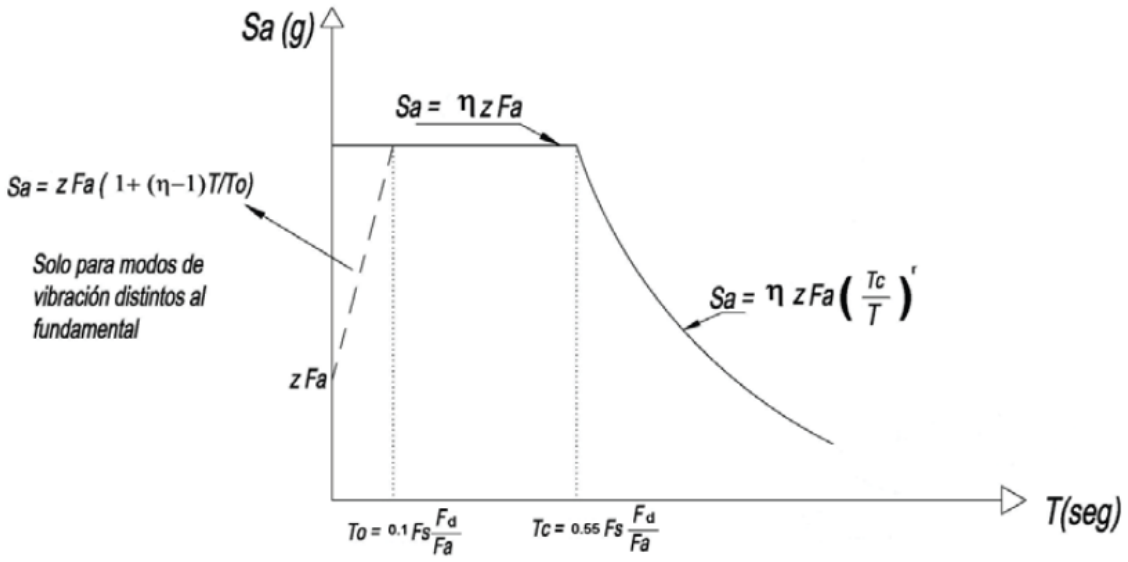


Fig. 7. Espectro Sísmico de Aceleraciones.

Nota. Esta figura ilustra un temblor de diseño. Dónde: η: La relación entre la aceleración del espectro Sa (T = 0,1 s) y el PGA para el período de retorno definido. Fa: El factor de aumento del terreno en el período de pequeño. Fd: factor de aumento del suelo. Fs: factor de incremento del suelo. Para el espectro de frecuencias de aceleración y desplazamiento, se tiene en cuenta el comportamiento no lineal del suelo, que obedece a la intensidad y la frecuencia de la excitación del sísmo y la degradación del período del sitio debido al desplazamiento relativo del suelo. Sa: El espectro elástico de aceleración (ilustrado como parte de la aceleración causada por la fuerza de la gravedad g). Esto obedece al período de vibración de la edificación. T: fase básica de oscilación estructural. To: representa la fase límite de oscilación en el espectro sísmico del terremoto de diseño. Tc: El espectro de frecuencia sísmica representa la fase de oscilación límite del terremoto para el diseño. Z: La aceleración limite sobre la roca esperada para el terremoto de diseño, definida como parte de la aceleración generada por la fuerza de la gravedad g, Fuente: *[4]*.

El espectro se desarrolla por medio de las siguientes expresiones, que son permitidas para el período T de oscilaciones estructurales pertenecientes a 2 lapsos: [4]

$$\boldsymbol{Sa} = Z * \eta * Fa \quad para\ 0 \leq T \leq Tc$$

$$\boldsymbol{Sa} = Z * \eta * Fa * \left(\frac{Tc}{T}\right)^{r} \ para\ Tc < T$$

Dónde:

r: Este factor depende del lugar de emplazamiento de la estructura. Para todos los suelos, r = 1 y para suelo tipo E, r = 1,5.

Sa: El espectro elástico de aceleración (definido como parte de la aceleración generada por la fuerza de la gravedad). Esto depende de la fase de oscilación del proyecto.

De manera similar, a partir del análisis de ordenadas del espectro de peligro uniforme en rocas con una probabilidad de más del 10% en 50 años, se determina el valor de η (relación entre S / Z). El cual obedece a la región del país, se utilizan los siguientes valores [4]:

- Región Costa (excepto el estado de Esmeraldas), η = 1,80.
- Región Sierra, Galápagos y Esmeraldas, η = 2,48.
- Región Oriental, η = 2,60 [4].

El límite de la fase de oscilación ***Tc***, se determina mediante la expresión:

$$\boldsymbol{Tc} = 0.55 * Fs * \frac{Fd}{Fa}$$

Donde:

Fa: El factor de aumento del suelo en el período de corto.

Fd: factor de incremento del suelo.

Fs: factor de incremento del suelo. Para el espectro de frecuencias de aceleración y desplazamiento, se tiene en cuenta el comportamiento no lineal del suelo, que obedece a la intensidad y la frecuencia de la oscilación sísmica y la degradación del período del sitio debido al desplazamiento relativo del suelo.

En el análisis dinámico solo se considera la respuesta estructural, a razón que dentro de un rango de valores de fase de vibración menor que **To**, una estructura tiene múltiples modos de vibración, y estos no son iguales al modo de vibración fundamental. Para determinar el valor de **Sa** se usa la fórmula: [4]

$$\boldsymbol{Sa} = Z * Fa[1 + (\eta - 1)] * \frac{T}{To}\ para\ T \leq To \qquad (9)$$

$$\boldsymbol{To} = 0.10 * Fs * \frac{Fd}{Fa}$$

Donde:

Sa: El espectro elástico de aceleración (definido como parte de la aceleración generada por la fuerza de la gravedad). Esto depende de la fase de oscilación del proyecto.

T: fase básica de oscilación estructural.

To: representa la fase límite de oscilación en el espectro sísmico del terremoto de diseño.

Tc: El espectro de frecuencia sísmica representa la fase de oscilación límite del terremoto para el diseño, [4].

2.5.1.2 Cortante Basal.

Basado en el análisis estático equivalente, el cortante basal para edificios de mediana altura. El efecto sísmico puede considerarse como la fuerza horizontal total, que es la misma que la fuerza horizontal aplicada a los pies del edificio. Al determinar la fuerza cortante de cimentación **V**, se considera la combinación de cargas y su acción ocurre en una determinada dirección, utilizando la presente formula [4]:

$$\boldsymbol{V} = \frac{I * Sa_{(Ta)}}{R * \emptyset_P * \emptyset_E} * W \tag{10}$$

Dónde:

$Sa_{(Ta)}$: Espectro de diseño símico, que es una función del período de vibración.

$Ø_E$ y $Ø_P$: factor de forma tanto en elevación como en planta.

I: Factor de importancia de la estructura.

R: Coeficiente que reduce la resistencia al sismo.

V: Fuerza cortante o cortante basal.

W: carga sísmica reactiva.

Ta: fase de oscilación.

2.5.1.3 Inercia de las secciones agrietadas

Para inferir el máximo desplazamiento y rigidez del edificio, en estructuras de concreto reforzado y de muros de albañilería, siempre se debe utilizar la inercia agrietada de los elementos estructurales. Para calcular la rigidez y la deriva máxima, se deben emplear estos valores de reducción de inercia, tanto en estructuras de concreto reforzado como en estructuras con muros de albañilería.

Para una estructura de hormigón armado, la inercia agrietada se consigue multiplicando la inercia total del elemento estructural por su coeficiente correspondiente. Los coeficientes son: 0,5, 0,8 y 0,6 en vigas, pilares y muros de cortante, en su orden. [4]

2.5.1.4 Control de la deriva de piso

Durante un terremoto, los edificios se deformarán y deben controlarse estos desplazamientos, calculando el desplazamiento inelástico máximo de cada piso. Es necesario verificar que la deformación inelástica de la estructura sea menor al máximo permitido. Para determinar el valor máximo de la deriva del piso inelástica, se debe utilizar la inercia agrietada [4].

La norma NEC-SE-DS, 2015 estipula que para determinar la deriva del piso hay que considerar:

- Deformación por traslación y torsión.
- Efecto de segundo orden P-Δ.

$$\Delta_{\mathbf{M}} = 0.75R\Delta_E$$

Donde:

ΔM: deriva máxima inelástica

ΔE: Desplazamiento encontrado al aplicar una fuerza lateral reducida

R: coeficiente que menora la resistencia.

Deben cumplirse que la deformación inelástica de la estructura sea menor al máximo permitido:

$$\Delta_M < \Delta_M \text{ máxima}$$

La norma ecuatoriana de la construcción, define el límite máximo del desplazamiento, en la siguiente tabla III, se da a conocer estos valores:

TABLA III.
VALORES DE ΔM MÁXIMOS.

Estructura de:	**Δ_M máxima (sin unidad)**
Concreto armado, estructuras de metal y de madera	0.02
Muros de albañilería	0.01

Nota. Los valores se definen como relación de la altura de la planta. ΔM, deformación inelástica. Fuente: [4].

2.5.1.5 Torsión

En esta sección, se considerarán todos los efectos, incluida la torsión por accidente. En modelos 3D, la influencia de la torsión debe considerarse a través de la posición adecuada del centro de masa. Esta no deber ser superior al 20%. [4].

2.6 Software CYPECAD

El análisis estructural empleando el software Cypecad, este programa se fundamenta en los criterios de elementos finitos y análisis matricial, los cuales son fundamentales para determinar los esfuerzos que actúan en la estructura y su magnitud. Además, el software tiene incorporado en su base de datos la NEC-15, y las especificaciones del código A.C.I 318S, [7].

2.7 Conceptos de términos básicos

2.7.1 Vigas

Son miembros de una estructura de hormigón armado sujetos a flexión principalmente y otros esfuerzos como son corte y torsión, sirven para conectar columnas y dan soporte a las losas, [1].

2.7.2 *Columnas*

Estos miembros estructurales están sometidos a esfuerzos de compresión, debido a cargas axiales, suele existir cierta excentricidad lo que genera momentos flectores. Se tiene la ventaja que el hormigón armado trabaja de manera eficiente frente a los esfuerzos de compresión, [1].

2.7.3 Losas

Una losa es un elemento bidimensional y tiene un grosor pequeño en comparación con la longitud y el ancho de la placa plana. Las losas soportan específicamente cargas de gravedad que actúan verticalmente sobre sus superficies principales, el esfuerzo principal es la flexión. Por su comportamiento, se clasifican en unidireccionales y bidireccionales [2].

2.7.4 Tipos de costos

- **Costos directos:** Son todos los gastos que se producen por la construcción del proyecto, estructuralmente es el producto de los costos unitarios por los metrados [8].

Costo unitario: Es el valor que resulta de considerar los costos de la mano de obra, acero, hormigón, equipos, etc. [8].

- **Costos indirectos:** Estos valores no se pueden identificarse físicamente en la ejecución del proyecto, se calcula en función del costo directo. Se dividen en: utilidades y gastos generales [8].

Gastos generales: Son derivados de las actividades de los contratistas, que no pueden ser incluidos en los costos directos.

Utilidad: Es un valor que percibe el contratista, se estima en función de: la competencia, del factor de riesgo, del tipo de proyecto a ejecutarse.

2.7.5 Presupuesto del Proyecto

Es el valor aproximado de un proyecto, en relación al capital humano, concreto, acero, equipos, herramienta menor, costos indirectos, etc. En base a estos parámetros se puede definir los diferentes rubros, que intervienen en la ejecución de los edificios, los volúmenes de obra, para poder determinar el presupuesto de cada construcción, No hay un formato único para determinar el costo total de un proyecto, pero debe contener: el tipo de obra y el proceso constructivo [9].

CAPÍTULO III

MODELACIÓN Y DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN

3.1 Descripción arquitectónica del edificio

La edificación tiene una geometría en planta rectangular con luces entre 3,30 y 4,55 metros. Las columnas y las vigas son rectangulares, está conformado por seis pisos, con una altura de 3,06 metros del primero al sexto piso y 2,60 metros la luz del tapa gradas. En la figura 8 y 9 revelan los detalles del proyecto. El anexo 1 presenta los planos arquitectónicos.

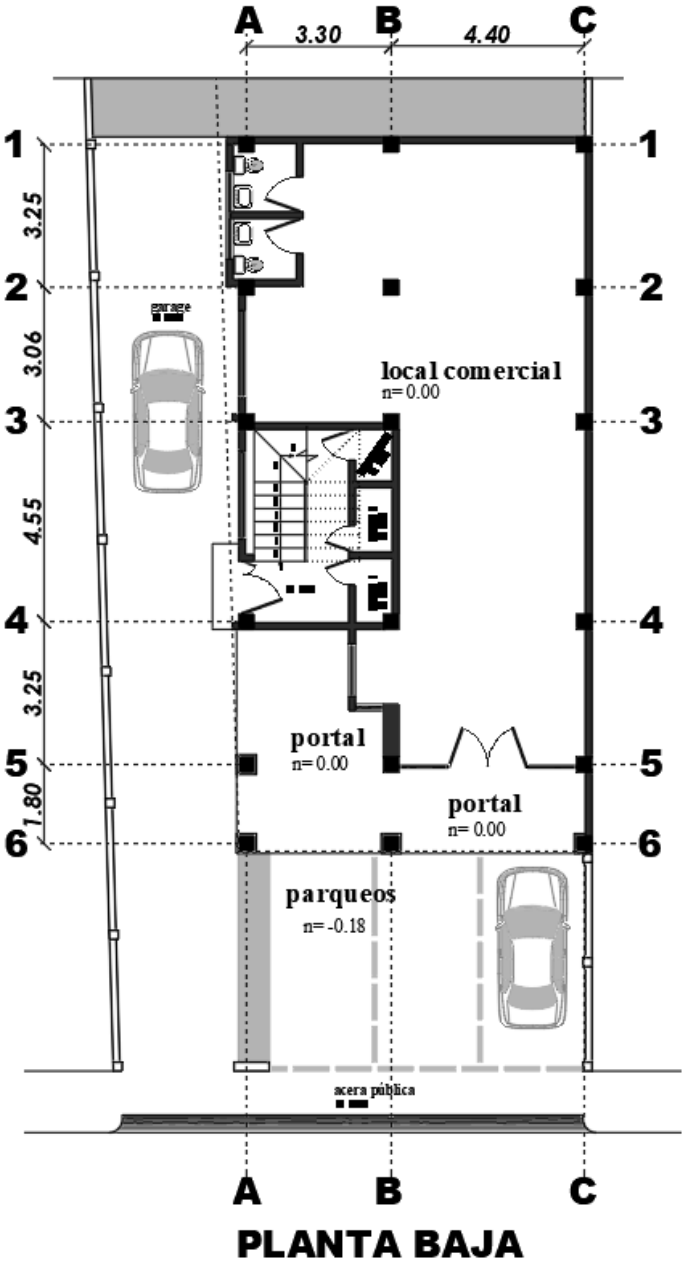


Fig. 8. Planta Baja del Edificio.
Nota: Planta arquitectónica. Fuente: Elaboración propia.

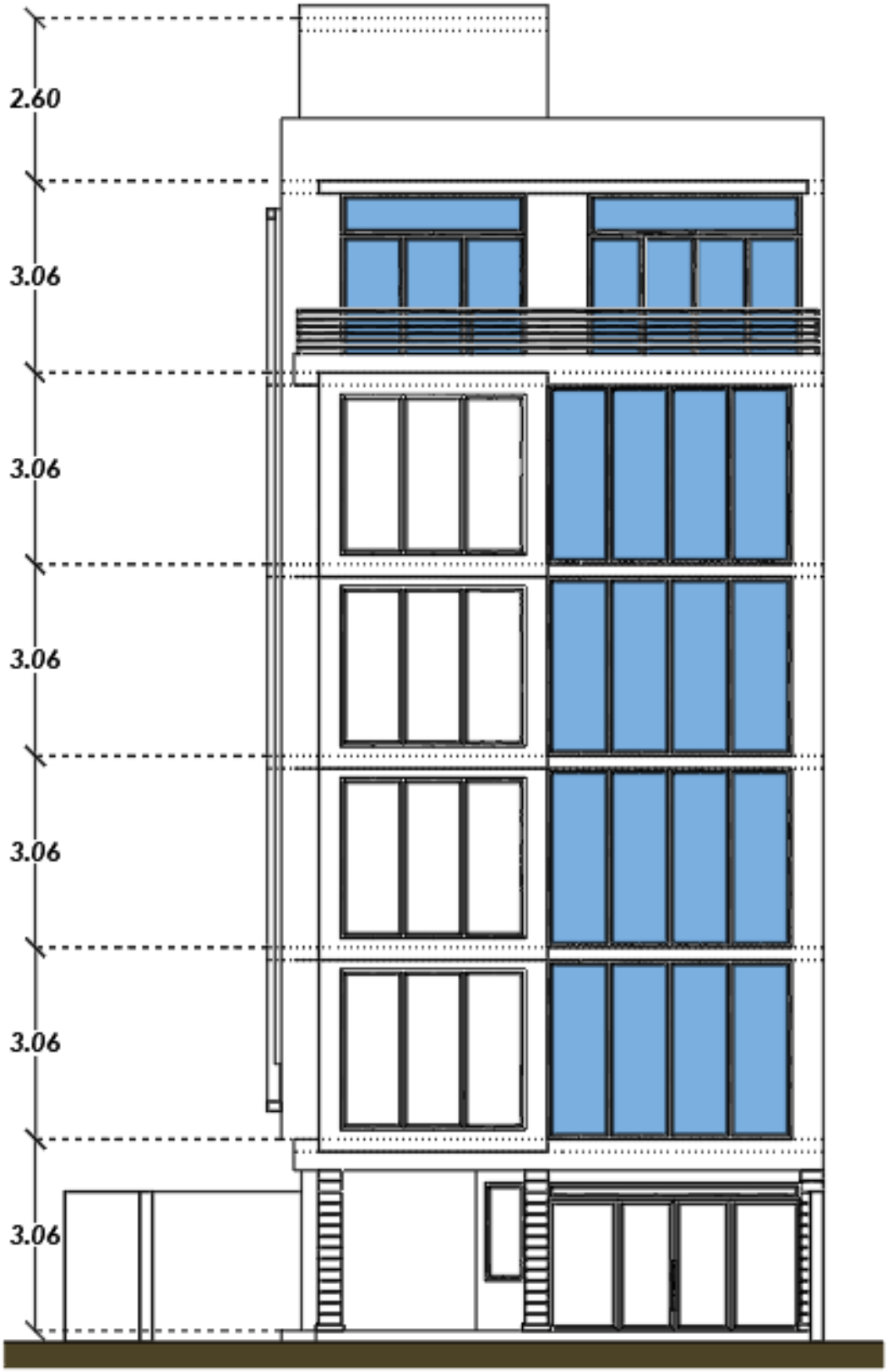


Fig. 9. Elevación Frontal.
Fuente: Elaboración propia.

3.2 Dimensionamiento Estructural

De acuerdo a los planos arquitectónicos, el edificio está destinado a ser una residencia de seis pisos, uno de los cuales es un área comercial y el resto de los niveles para vivienda. En base a estas características en la tabla IV y V se muestran las dimensiones de las columnas y vigas que componen las estructuras de hormigón armado, para ambos diseños se ocupó una losa nervada con un espesor de 25cm. En el anexo 2, se indican los planos estructurales y el anexo 5 la memoria de cálculo.

TABLA IV

DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS EN HORMIGÓN ARMADO.

Viga	**Dimensiones**	
	a	**b**
TIPO 1	20	20
TIPO 2	20	25
TIPO 3	25	25
TIPO 4	25	40
TIPO 5	25	35
TIPO 6	30	25

Nota. a: es ancho, b: altura. Fuente: Elaboración propia.

TABLA V

DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS EN HORMIGÓN ARMADO.

COLUMNA	**Dimensiones**	
	a	**b**
TIPO 1	40	45
TIPO 2	40	40
TIPO 3	45	45
TIPO 4	50	50
TIPO 5	50	40

Nota. a: es ancho, b: altura. Fuente: Elaboración propia.

3.3 Análisis estructural mediante software

Se proponen dos estructuras tridimensionales a base de pórticos, la primera con cimentación losa maciza, la segunda con la fundación ¨T¨ invertida, a una profundidad de emplazamiento de -1.50m. La capacidad a la compresión del concreto es f´ c = 210 kg / cm2, la fluencia del hierro fy = 4200 kg / cm². En las figuras 10 y 11 se observan ambos modelos estructurales, que se desarrollaron en el software Cypecad para su simulación y análisis estructural.

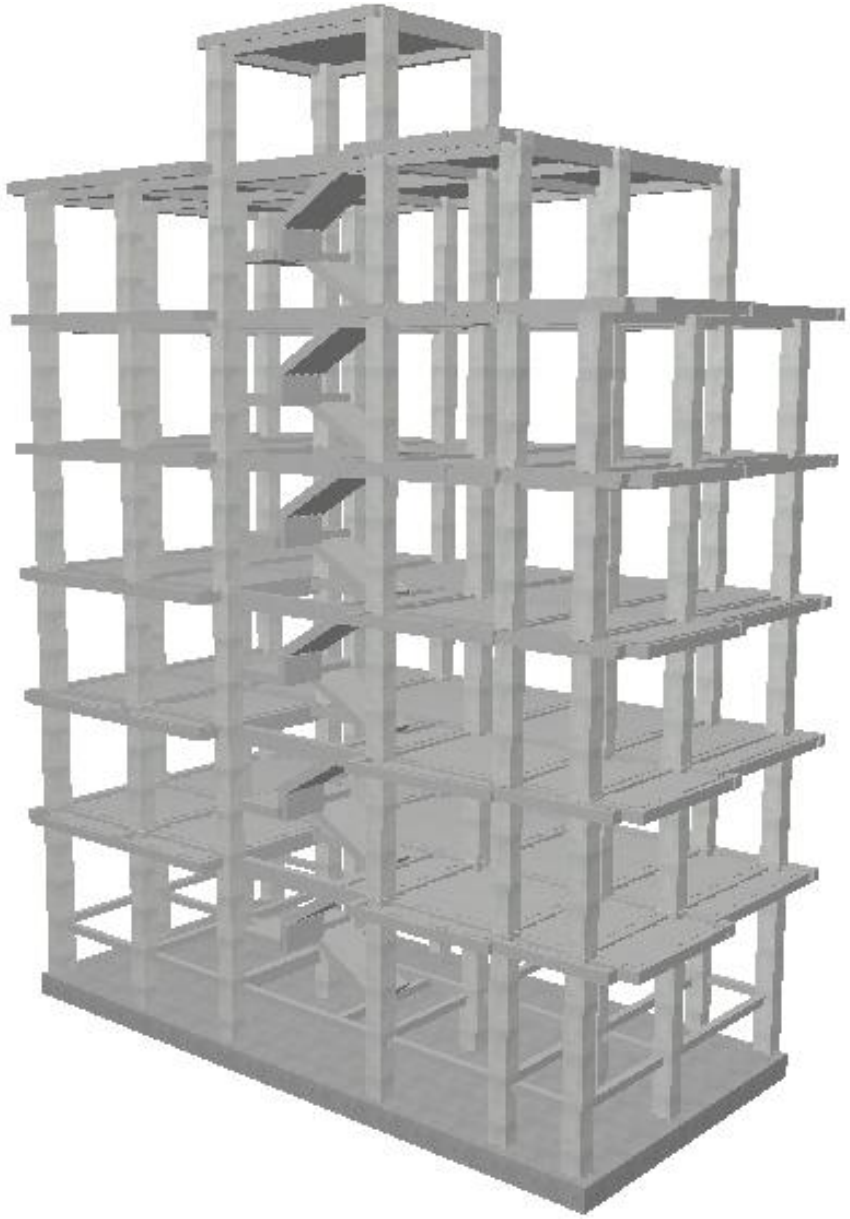


Fig. 10. Modelo Estructural con la Cimentación Losa Maciza.
Fuente: Elaboración propia.

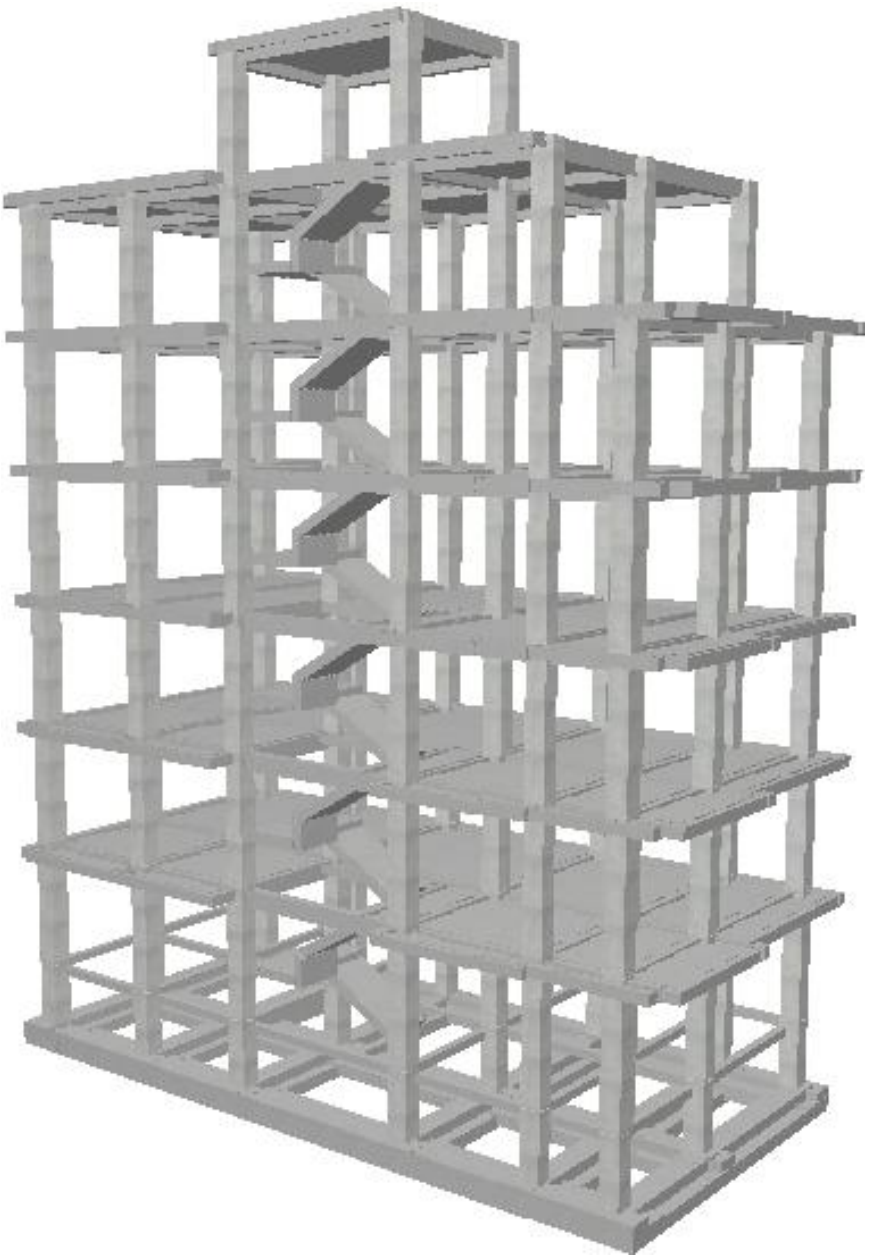


Fig. 11. Modelo Estructural con la Cimentación ¨T¨ Invertida.
Fuente: Elaboración propia.

3.4 Factores que reducen la resistencia

Los miembros estructurales se diseñarán en base al criterio de la resistencia última, cuando se utiliza este procedimiento, de acuerdo a la característica del esfuerzo que actúa sobre los miembros de la estructura, se utilizan factores de reducción con diferentes valores. Como se muestra en la tabla VI, se emite la especificación ACI 318-19S [5].

TABLA VI

FACTORES QUE REDUCEN LA RESISTENCIA SEGÚN EL CÓDIGO ACI 318S-19.

Acción o Elemento Estructural	Ø
Fuerza axial	0.65
Momento	0.90
Cortante	0.75
Torsión	0.75
Aplastamiento	0.65
Zonas de anclajes de potenzado	0.85
Ménsulas y cartelas	0.75
Zonas nodales, tensores, puntales, y áreas de apoyo que se diseñen con el método puntal tensor	0.75
Componentes de conexiones de miembros prefabricados controlados por fluencia de los elementos de acero a tracción	0.90
Miembros de hormigón simple	0.60

Fuente: *[5]*

3.5 Recubrimiento en miembros estructurales

El recubrimiento en: vigas, losas, zapatas, etc. Evita la corrosión en los miembros estructurales, que se puede generar por diferentes agentes externos (sales, dióxido de carbono, etc.), lo que conllevaría a desgaste del acero y a que los miembros estructurales no alcancen la resistencia de diseño. En la tabla VII, se da a conocer el recubrimiento para cada miembro estructural en base a la: exposición y refuerzo [5].

TABLA VII

RECUBRIMIENTO EN MIEMBROS ESTRUCTURALES.

Exposición del hormigón	Elemento	Refuerzo	Recubrimiento, cm
Construido sobre el piso y en contacto permanente con él	Todos	Todos	7,5
En contacto con el suelo o expuesto a la intemperie	Todos	Varillas de 18 y 57 mm	5
		Varillas de 16 mm y menores	4
No expuesto al suelo, ni a la intemperie	Losas, viguetas y muros	Varillas de 43 y 57 mm	4
		Varillas de 36 mm y menores	2
	Pilares, vigas, pedestales y amarres a tracción	Armado principal, espirales, estribos y estribos cerrados para confinamiento	4

Fuente: *[5]*

3.6 Dimensionamiento del proyecto en concreto reforzado

3.6.1 Diseño de vigas

En Vigas los esfuerzos principales son de: flexión, corte y torsión. Los cuales pueden dominar de acuerdo a las cargas externas que se presente en la viga. Al unirse con las columnas forman un sistema de pórticos. Para que vigas no pre-esforzadas cumplan la deflexión permisible, su altura ***h***, no debe ser menor a los requisitos de la tabla VIII, que se muestra a continuación, [5].

TABLA VIII

ALTURA MÍNIMA DE VIGAS NO PRE-ESFORZADAS.

Condición de apoyo	Altura mínima, *h*
Simplemente apoyada	l/16
Con un extremo continuo	l/18.5
Ambos extremos continuos	l/21
En voladizo	l/8

Nota: Los valores de h se usan en hormigón simple de peso normal y f y = 4200 kg/cm2. Fuente: *[5]*.

3.6.1.1 Diseño a flexión.

El hormigón armado trabaja correctamente frente a los esfuerzos de tracción, en el diseño de miembros estructurales en los cuales es dominante el esfuerzo de flexión, se usa una fluencia del hierro fy=4200kg/cm^2 y una deformación máxima del concreto utilizable en los diseños de 0,003. Este valor se definió como resultado de esfuerzos experimentales, donde existía un rango de deformación entre: 0,003 y 0,008 la mayoría de ensayos dieron como resultado cifras entre 0,003 y 0,004 se recomienda emplear el menor valor a razón de tener diseño con un margen de seguridad. [5]

Se debe suponer un reparto constante de esfuerzos en la zona de compresión igual a de ***0.85f'c***, limita por los borde la sección trasversal y por una línea equidistante al eje neutro, la cual se encuentra a una longitud ***a*** de la deformación máxima de la fibra durante la compresión esta se define por la expresión:

$$\mathbf{a} = \beta_1 * c$$

En donde, ***c*** es la distancia del eje neutro al extremo de la fibra de deformación máxima sometida a compresión. El factor $\boldsymbol{\beta_1}$, tiene un valor de 0,85 para hormigones entre 170 y 285 kg/cm^2. La figura 12 muestra los esfuerzos de flexión y compresión generados en una viga, [5].

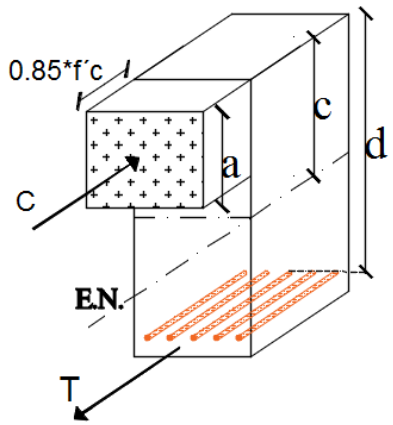


Fig. 12. Diagrama de Esfuerzos de Compresión y Tensión.
Fuente: Elaboración propia.

Se considera que se genera un equilibro de esfuerzos, la compresión y tensión se equilibran lo que da como resultado, la expresión:

$$\mathbf{C} = T$$

Con estas condiciones, se puede determinar el acero necesario para flexión, se calcula por medio de:

$$0{,}85 * f'c * a * b = As * fy$$

$$a = \frac{As * fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

Se pueden considerar los siguientes factores:

$$k = 0{,}85 * f'c * b * d$$

$$As = \frac{k}{fy}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Mu}{\emptyset * k * d}}\right) \quad (11)$$

La expresión obtenida permite encontrar el refuerzo longitudinal para una viga, esta última se puede expresar en términos de cuantía, ***P***:

$$P = \frac{As}{b * d}$$

Una falla equilibrada en una viga, sucede cuando el acero alcanza su estado de fluencia, para garantizar este objetivo se usa la cuantía balanceada, que se obtiene mediante [1]:

$$P_b = 0{,}85 * \beta_1 * \frac{f'c}{fy} * \frac{6000}{6000 + fy} \quad (12)$$

Para asegurar el correcto funcionamiento del edificio en un evento sísmico, se toman las siguientes consideraciones para vigas. [5]

Debe cumplir con la cuantía mínima, la menor entre:

$$P_{min} = \frac{0{,}80\sqrt{f'c}}{fy} \quad P_{min} = \frac{14}{fy}$$

La cuantía máxima debe ser la mitad de la cuantía balanceada:

$$P_{max} = 0{,}50 * P_b$$

Excepto en vigas simplemente apoyadas y que se encuentren en voladizo, la barra de hierro debe extenderse a una distancia igual a la mayor entre ***d*** y ***12d,*** del sitio donde ya no se necesita refuerzo a la tensión [5].

Los esquemas de flexión que se usan comúnmente en el diseño son análogos, debido a cambios en la carga, asentamiento del soporte, carga lateral u otras razones, la posición de momento máximo puede tener algunas desviaciones. Una grieta de producida por tensión diagonal en una viga sin estribo cambiará la posición del esfuerzo de tensión determinado, aproximadamente la distancia ***d***, hacia el lugar donde la flexión es igual a cero. Al emplear estribos, se reduce esta consecuencia, aunque todavía existe en cierto nivel. Teniendo en cuenta el cambio de la posición de momento máximo, se requiere que la distancia de extensión sea ***d***

o ***12db*** de la barra de acero, exceda el punto calculado donde ya no se requiere resistencia a la flexión, [5].

3.6.1.2 Diseño a cortante.

En una viga, además del momento flector, también debe absorber fuerzas cortantes. Estos esfuerzos se generan por que la viga está a tensión en la parte inferior y a compresión en su fibra superior. Estos esfuerzos se equilibran cerca del nudo, generando fisuras por corte, que se estima tiene una inclinación de 45˚. La figura 13 indica los esfuerzos y la sección donde es mayor el cortante, [5].

La parte crítica en vigas no pre-esforzadas se encuentra a una longitud ***d*** (peralte efectivo), de la cara del pilar, si cumple las siguientes condiciones [5]:

- La fuerza de reacción en el nudo crea esfuerzos de compresión en el extremo de la viga.
- Es en la superficie superior de la viga donde actúa la carga.
- Entre la faz del pilar y la sección critica ***d***, no existen cargas concentras.

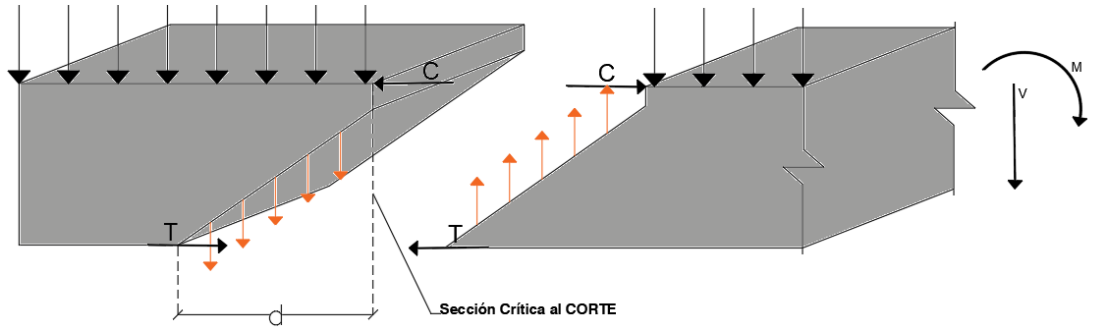


Fig. 13. Fuerzas Cortantes.
Fuente: Elaboración propia.

De hecho, pueden existir diferentes tipos de secciones transversales, pueden ser: rectangular, tipo T, tipo I, donde el esfuerzo cortante viene determinado por la siguiente expresión [5]:

$$v = \frac{V}{b * d}$$

Donde:

v: esfuerzo de corte total.

V: fuerza de corte actuante.

b: ancho de la viga que soporta el corte.

d: longitud del centro de la varilla de refuerzo hasta la fibra del extremo sometida a compresión.

La resistencia al esfuerzo cortante del hormigón se concluye empleado la expresión [5]:

$$\mathrm{Vc} = 0{,}53 * \lambda\sqrt{f'c}$$

Que para nuestro caso de estudio el concreto empleado tiene una capacidad a la compresión, f'c=210 kg/cm^2, para este concreto el valor que resiste solo el concreto es de 7,86 kg/cm^2. El valor de esfuerzo de corte ***v***, no debe ser mayor a:

$$\mathrm{Vcmax} \geq v$$

$$\mathrm{Vcmax} = 1{,}33 * \lambda\sqrt{f'c}$$

La resistencia a corte se calcula mediante la expresión [5]:

$$\mathrm{Vn} = \mathrm{Vc} + \mathrm{Vs}$$

Dónde:

Vn: capacidad resistente de la viga al corte.

Vc: capacidad resistente del hormigón simple al corte.

Vs: capacidad resistente del hierro de refuerzo al corte.

La capacidad nominal que resiste el corte, debe ser superior al esfuerzo de corte último, esto se determina usando la expresión [5]:

$$\emptyset\mathrm{Vn} = \mathrm{Vu}$$

Donde:

Vu: esfuerzo máximo de corte.

Vn: capacidad resistente de la viga al corte.

El coeficiente tiene un valor: Ø = 0.75.

El refuerzo para soportar esfuerzos de corte en la viga, suele estar compuesto por estribos transversales, que están separados por una cierta distancia a lo largo del elemento estructural. Se determina la cantidad de refuerzo a corte, necesario para el esfuerzo actuante, mediante la expresión: [5]

$$\mathrm{Vs} = \frac{Av * fy * d}{s} \qquad (13)$$

Dónde:

Vs: Fuerza cortante absorbida por los estribos.

Av: Sección transversal de acero de cada estribo que cruza la fisura (se considera 2 veces el área transversal de la barra).

fy: Capacidad de la fluencia del hierro.

d: longitud del centro de la varilla de refuerzo hasta la fibra del extremo sometida a compresión.

s: espaciamiento entre estribos.

3.6.1.3 *Distancia entre estribos.*

En los dos extremos de la viga se deben colocar estribos a una longitud igual a 2h, que se mide desde la cara del pilar. A 5cm como máximo se debe colocar el primer. La distancia mínima entre estribos no debe ser mayor, a las siguientes cantidades [5]:

En la sección central de la viga

$$s \leq \frac{d}{2}$$

Dónde:

s: distancia entre los estribos

d: peralte efectivo

En la zona critica de la viga

$$s \leq \frac{d}{4} \qquad s \leq 8\emptyset_L \qquad s \leq 24\emptyset_T \quad s \leq 30\text{cm}$$

Dónde:

φL: La barra longitudinal de menor diámetro.

φT: La barra transversal de menor diámetro.

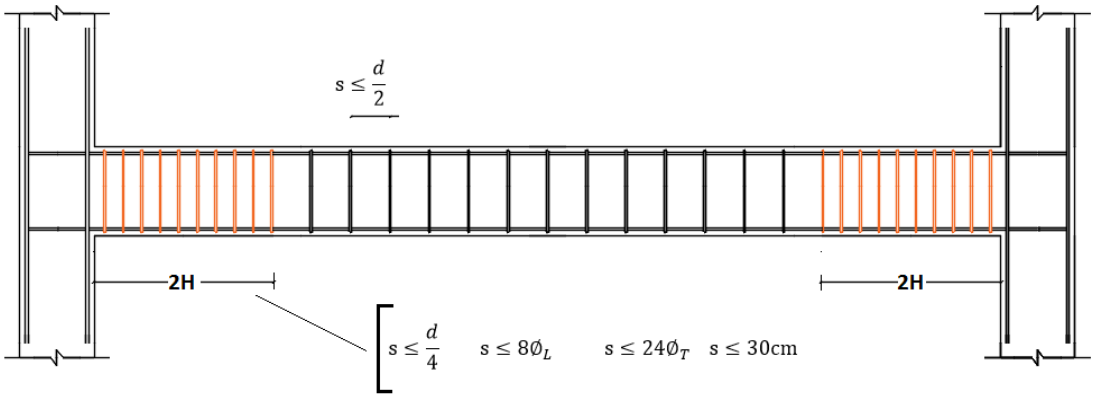


Fig. 14. Espaciamiento Mínimo de los Estribos.

Nota. Se presenta la separación mínima de la sección central y la zona critica de la viga. Fuente: Elaboración propia.

Estos criterios aseguran el comportamiento de una estructura en presencia de un terremoto, debido a que la mayoría de estructuras fallan a esfuerzos cortantes. La separación mínima establece una cantidad de estribos que cosan la zona crítica a corte, que aproximadamente son 4 estribos que cruzan la fisura a corte.

3.6.2 Diseño de columnas

Las columnas es el elemento estructural más importante porque debe soportar la carga gravitacional y la sísmica en el caso de un terremoto. Estos miembros estructurales están sujetos a esfuerzos de compresión. La ventaja es que el hormigón puede resistir eficazmente esta acción. La carga axial máxima de diseño de una columna con estribos es [5]:

$$\mathrm{P}_O = \emptyset[0.85f'c(Ag - As) + fy * As] \quad (14)$$

$$\mathrm{P}_{max} = 0.80 * P_O$$

Donde:

Ast: área del refuerzo principal.

Ag: área de concreto.

El coeficiente tiene un valor: Ø = 0.65.

Para garantizar la ductilidad de la columna, el refuerzo principal, se determinan la cantidad de cuantía mínima y máxima de 0.01 y 0.03 respectivamente [10].

ρmín = 0.01

ρmáx = 0.03

3.6.2.1 Espaciamiento de Refuerzo longitudinal en columnas.

El espaciado mínimo entre el refuerzo principal en columnas, para garantizar el correcto vaciado del concreto y que las barras trabajen monolíticamente, deber ser el mayor valor de los siguientes parámetros [5]:

- 4 cm
- 1.5 veces el diámetro de longitudinal
- (4/3) del agregado empleado.

3.6.2.2 Espaciamiento de Refuerzo para corte en columnas.

En la columna, se debe proporcionar un límite especial, la distancia es ***Lo***, que comienza desde la superficie del nudo. La distancia ***Lo***, no será inferior a [5]:

- Un sexto de la longitud libre de la columna.
- La mayor dimensión del área transversal.
- 45 cm.

La distancia, **s_o**, máximo del refuerzo para confinamiento (zunchos o estribos), en Lo no debe superar de [5]:

$$s_o \leq 6\emptyset_L \quad s_o \leq \frac{1}{4}(\ min{:}\ a\ o\ b)$$

$$s_o \leq 10 + \frac{(35 - h_x)}{3}, dónde\ se\ cumpla{:}\ \ 10cm \leq so \leq 15cm$$

φL: Menor diámetro de las varillas longitudinales

hx: espaciamiento del refuerzo longitudinal.

En las zonas fuera de la longitud, ***Lo***, la separación, ***s***, máxima de los estribos o zunchos, no debe ser mayor [5]:

$$s \leq 6\emptyset_L \quad s \leq 15cm$$

φL: Menor diámetro de las varillas longitudinales.

3.6.2.3 El diámetro de estribos para elementos sometidos a compresión.

El diámetro de estribos depende del diámetro longitudinal, se usan varillas de 10mm para confinar barras longitudinales de 32mm o menores, y barras de 12mm encerrando varillas de 36mm o mayores.

La resistencia nominal de las columnas a corte, se fundamenta en la siguiente expresión [5]:

$$Vnc = 6.4 * \lambda\sqrt{f'c} * A_j$$

Debe cumplirse, la siguiente condición:

$$\emptyset Vnc = Vuc$$

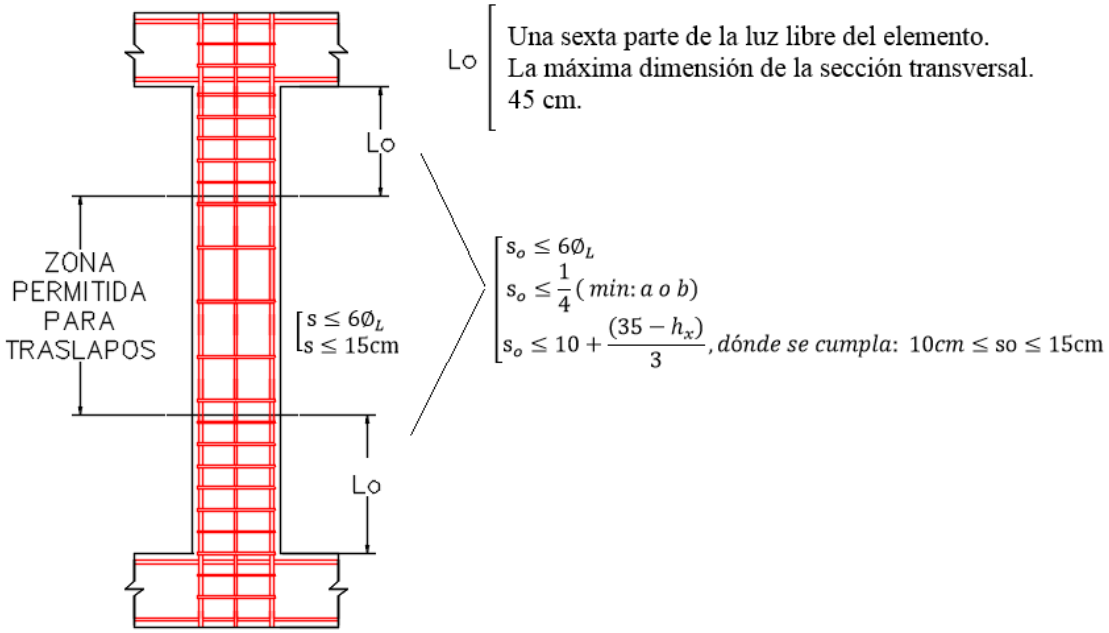


Fig. 15. Separación de Estribos.
Fuente: Elaboración propia.

3.6.2.4 Flexo-compresión.

Debido a la reversibilidad de los terremotos, el esfuerzo de flexión en sitios sísmicos suele ser mayor que el esfuerzo de compresión, por lo que se recomienda diseñar columnas con refuerzo simétrico porque son sísmicamente reversibles.

El 318-19S, recomienda para el diseño de flexión y compresión en columnas, diagramas de interacción. Esto define que, si cambia la carga axial aplicada a la columna, también cambiará el momento que la columna puede soportar. Suponiendo que el hormigón en el borde de compresión de la columna falla con una deformación de 0.003, se puede asumir la deformación en el borde alejándose de este punto y se pueden calcular los valores de ***Pn*** y ***Mn***. Luego, manteniendo la deformación por compresión en 0.003 en el lado límite, podemos asumir una serie de deformaciones diferentes en el otro lado y calcular ***Pn*** y ***Mn*** para cada valor diferente.

De esta forma, se obtendrá valores para representar gráficamente la curva de interacción como se ilustra en la figura 16 [1].

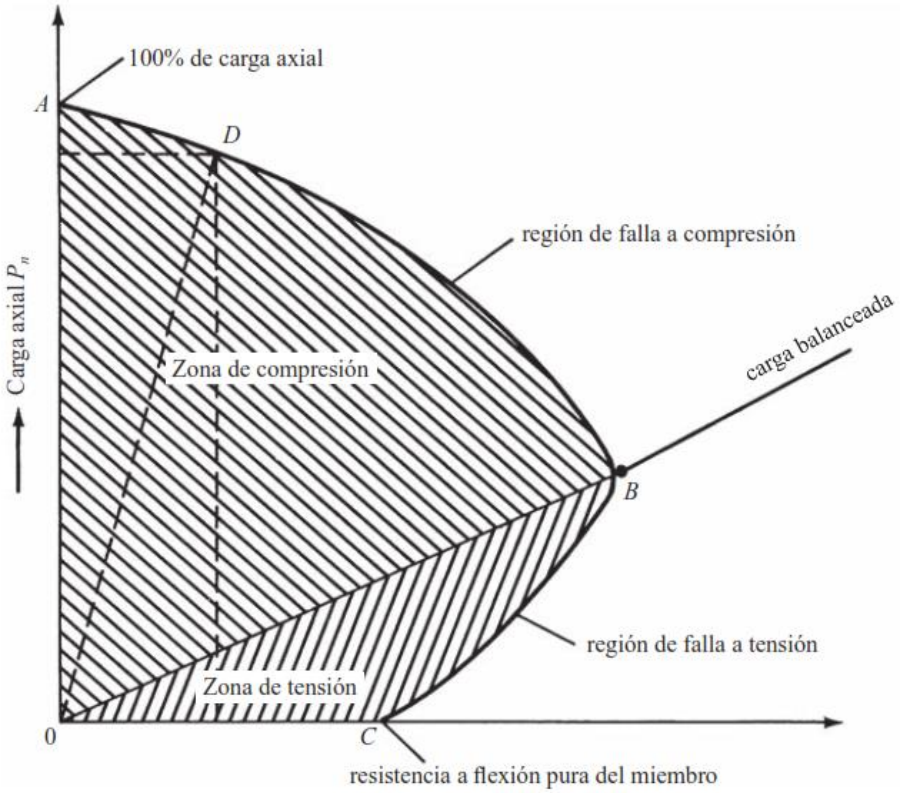


Fig. 16. Diagrama de Iteración.
Fuente: *[1]*.

Si miramos la figura anterior y nos ubicamos en A, la columna solo funciona en estado comprimido. Al avanzar hacia B, aumenta la capacidad de absorber momentos flectores y disminuye la resistencia frente a la compresión. Cuando llega a B, se supone que el pilar fallará debido a la fuerza axial y el acero comenzará a fluir. En vigas, esta situación teóricamente ocurre en una falla balanceada. Póngase en D y podrá ver que la columna tendrá una relación constante entre momento flector y esfuerzo de compresión. Al llegar al final de C, la columna solo debe soportar el momento de flexión [1].

La curva de interacción se desarrolla para un tamaño de columna determinado, se sigue lo siguiente [5]:

Se establecen diferentes posiciones de eje neutro. En cada una de estas posiciones, la deformación unitaria máxima del hormigón ($\varepsilon = 0{,}003$) se utiliza como referencia para encontrar la deformación unitaria de cada fibra en la sección. A partir de los resultados del párrafo anterior en acero y hormigón, se obtienen los diagramas de tensiones de hormigón y acero.

Con base en estos resultados, comenzamos a buscar el momento flector en el centroide y la fuerza de compresión interna, que debe ser similar a la tensión externa debido al equilibrio

de esfuerzos. Para hacer el gráfico, los resultados se ven afectados por los coeficientes de flexión, compresión o una combinación de ambos, que van de 0,65 a 0,90. [5]

3.6.2.5 Columna fuerte-viga débil.

Este criterio busca evitar que fallen las columnas en un evento símico. Al tener las vigas mayor resistencia que las columnas, hay mayor posibilidad que se generen rotulas plásticas en estas. Al existir efectos de fluencia por tensión en los nudos de las columnas en un mismo piso, puede generar el colapso de la estructura. Para este criterio se calcula en la cara del nudo, la resistencia nominal de columnas y vigas, se calculan en la cara del nudo, en una sola dirección [5]:

$$\sum M_{nc} \geq \left(\frac{6}{5}\right) \sum M_{nb} \tag{15}$$

Donde:

ΣMnc: sumatoria de los momentos nominales de las columnas que llegan al nudo, evaluados en la faz del nudo.

ΣMnb: sumatoria de los momentos nominales de las vigas que llegan al nudo, evaluados en la faz del nudo.

3.6.3 Diseño de losa nervada

Las losas se dividen en dos tipos, losa unidireccionales y bidireccionales las cuales detallamos a continuación.

3.6.3.1 Losa unidireccional.

Este elemento trabaja igual que una viga ancha, en la cual la tensión es mayor en una sección más corta. Generalmente se diseña tomando un ancho de unidad igual a un metro. También se considera losa unidireccional las escaleras por que descansan solo en sus extremos opuestos [2].

3.6.3.2 Losa bidireccional.

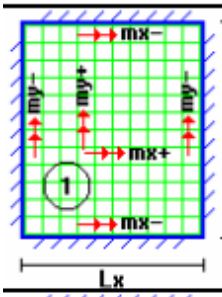
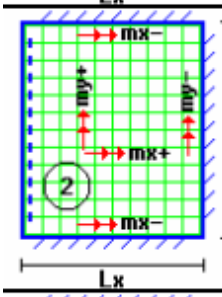
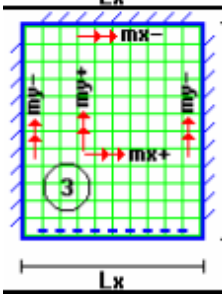
Son miembros bidimensionales con un pequeño espesor en comparación con su longitud y ancho. Estas losas son soportan cargas gravitacionales que actúan perpendicularmente sobre su superficie, de modo que se generan fuerzas y deformaciones en sus dos direcciones principales [2].

Esfuerzos en losas bidireccionales

Para determinar los esfuerzos en losas bidireccionales [2] presenta varias tablas, divididas en dos grupos: losas macizas y losas nervadas. Cada grupo tiene diferentes casos específicos, estos varían en las condiciones de borde de la losa, que puede ser: empotradas, articulas y con borde libre. Para cada caso existen diferentes factores que están en función del largo y ancho de la losa, el rango va desde 1 a 0.5. Cuando se presente un valor menor a 0,5 se concluye que la losa es unidireccional. En la tabla IX se muestran los coeficientes para diseñar losas nervadas.

TABLA IX

COEFICIENTES PARA DISEÑAR LOSAS NERVADAS.

Losa	Fórmula	Coef	Lx / Ly					
			1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50
	$\Delta = 0.0001\ q.\delta L_x^4 / (E.h^3)$	δ	200	241	281	315	336	339
	$M_{y-} = 0.0001\ q.m_{y-}.L_x^2$	m_{y-}	564	659	752	830	878	887
	$M_{y+} = 0.0001\ q.m_{y+}.L_x^2$	m_{y+}	258	319	378	428	459	464
	$M_{x-} = 0.0001\ q.m_{x-}.L_x^2$	m_{x-}	564	577	574	559	538	520
	$M_{x+} = 0.0001\ q.m_{x+}.L_x^2$	m_{x+}	258	242	208	157	126	123
	$\Delta = 0.0001\ q.\delta L_x^4 / (E.h^3)$	δ	265	347	443	545	635	691
	$M_{y-} = 0.0001\ q.m_{y-}.L_x^2$	m_{y-}	597	736	899	1071	1222	1317
	$M_{y+} = 0.0001\ q.m_{y+}.L_x^2$	m_{y+}	269	362	473	590	694	759
	$M_{x-} = 0.0001\ q.m_{x-}.L_x^2$	m_{x-}	718	779	819	829	808	773
	$M_{x+} = 0.0001\ q.m_{x+}.L_x^2$	m_{x+}	354	368	359	318	239	179
	$\Delta = 0.0001\ q.\delta L_x^4 / (E.h^3)$	δ	265	297	322	339	345	339
	$M_{y-} = 0.0001\ q.m_{y-}.L_x^2$	m_{y-}	718	790	850	888	902	888
	$M_{y+} = 0.0001\ q.m_{y+}.L_x^2$	m_{y+}	354	401	439	464	473	464
	$M_{x-} = 0.0001\ q.m_{x-}.L_x^2$	m_{x-}	597	586	568	548	532	520
	$M_{x+} = 0.0001\ q.m_{x+}.L_x^2$	m_{x+}	269	240	205	185	167	177

Fuente: [2]

Para este proyecto se diseñó losas nervadas. Una losa nervada consta de un espesor uniforme que por lo general es de 5cm y varios nervios (vigas de un ancho de 10cm y de altura igual al total de la losa) que forman una malla. La figura 17 representa un esquema de losa nervada.

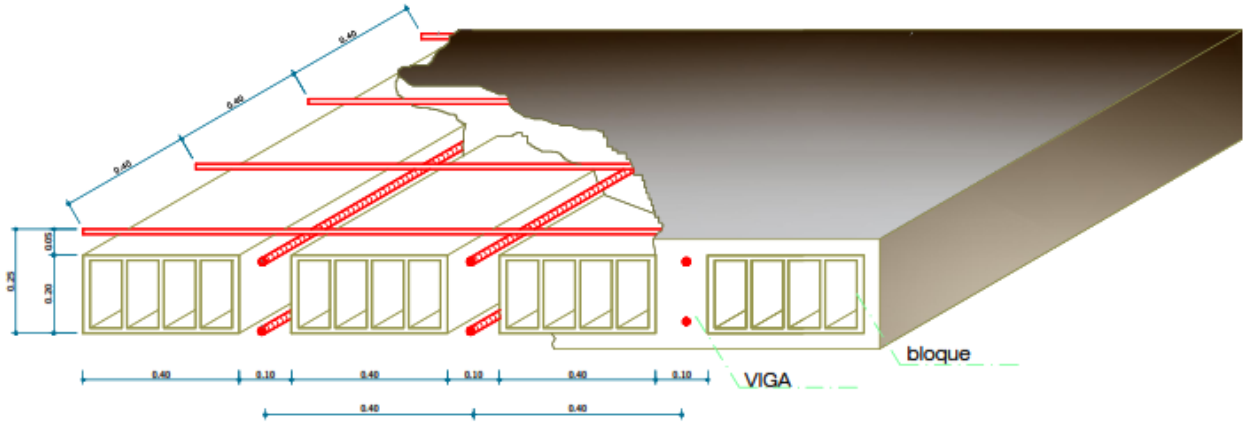


Fig. 17. Losa Nervada.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño a flexión

Para determinar el momento flector y la deflexión en la losa a analizar, se utilizan los coeficientes dados en la tabla del libro "Temas de Hormigón Armado". El refuerzo se puede calcular, por medio de:

$$\mathrm{k} = 0{,}85 * f'c * b * d$$

$$\mathrm{As} = \frac{k}{fy}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Mu}{\emptyset*k*d}}\right) \tag{15}$$

También se estima una pequeña área de hierro para evitar que el concreto se agriete, y la cantidad se determina mediante la siguiente expresión: [5]

$$As_{min} = 0{,}0018Ag$$

Diseño a corte

El cortante que actúa se determina, por medio de [5]:

$$\mathrm{v} = \frac{V}{b * d}$$

Donde:

v: esfuerzo de corte total.

V: fuerza de corte actuante.

b: ancho de la viga que soporta el corte.

d: longitud del centro de la varilla de refuerzo hasta la fibra del extremo sometida a compresión.

Para el diseño de cortante, solo se consideran los nervios de la losa, su ancho y la cantidad de estos por metro.

La resistencia al esfuerzo cortante del hormigón se concluye empleado la expresión [5]:

$$\mathrm{Vc} = 0{,}53 * \lambda\sqrt{f'c}$$

Que para nuestro caso de estudio el concreto empleado tiene una capacidad a la compresión, f'c=210 kg/cm^2, para este concreto el valor que resiste solo el concreto es de 7,86 kg/cm^2.

Si el concreto no es capaz de soportar el esfuerzo de corte, se puede aumentar el ancho del nervio ***b***, lo que no afectará a la geometría de la losa, a razón que el cortante es mayor en el borde de la losa.

3.6.4 Diseño de escaleras

La escalera es un miembro estructural, cuya función es cruzar un desnivel y se comporta como una losa unidireccional, es decir, los esfuerzos de flexión en el sentido corto predominan para el diseño. [2]

El diseño para este estudio, contempla una escalera auto-soportante, es decir se apoya al inicio y al fin de la misma. Diseño adecuado para evitar columnas cortas que pueden provocar fallos en la estructura, a razón que las escaleras se apoyar a mitad de la altura que salvan, mediante vigas que se unen el descanso, reduciendo la rigidez de las columnas en las cuales se apoyan. La escalera es de un 1,2m en ancho, con una losa maciza y sus cargas de diseño se hicieron conforme la Norma Ecuatoriana NEC-15.

Para su diseño, considerando las condiciones del borde, se empotrará en el lado opuesto, mientras que en los bordes restantes se consideran libres, para el diseño se usaran los coeficientes del libro temas de "Temas de Hormigón Armado".

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE CIMENTACIONES VIGA "T" INVERTIDA Y LOSA MACIZA

4.1 Diseño de la cimentación

Es el miembro estructural que transmite la carga al suelo, en este caso de estudio se analiza las cimentaciones: losa maciza y viga "T" invertida [1].

La distribución de la presión de contacto debajo de las distintas cimentaciones: zapata aislada, zapata combinada, viga "T" invertida, losa de cimentación, sobre las que se apoyan una o más columnas, debe ajustarse a las características del terreno, es decir que sus dimensiones distribuyan la carga de tal manera que no supere la capacidad portante del suelo. Independientemente de la distribución de la presión en el terreno, se usan métodos de diseño donde se mayoren las cargas y se reduzca la capacidad nominal de la cimentación. [5]

La cimentación debe estar diseñada para resistir la presión de contacto. La capacidad portante del suelo, debe estar determinada por los principios de la mecánica del suelo, en el anexo 4 se muestra el estudio de suelos empleado para este proyecto. El tamaño del área de apoyo, se establece de acuerdo a las combinaciones de carga y resistencia geotécnica para servicio solamente (carga viva más carga muerta sin mayorar). Para diseñar la cimentación mediante resistencia, se debe determinar las reacciones causadas por carga mayorada aplicada a la cimentación. En cada apoyo de la sub estructura se determina la fuerza axial y los momentos de tensión en los sentidos ortogonales, a través de los cuales se determina la sección transversal, espesor y tamaño de refuerzo de la cimentación. En cimentaciones con cargas concéntricas, la presión sobre el suelo debida a las cargas mayoradas se calcula como la carga mayorada dividida por el área de la cimentación; para las cimentaciones o losas de cimentación con cargas excéntricas, se puede aplicar una carga mayorada para establecer la presión sobre el suelo. Dado que se asume que la capa de suelo a una profundidad de 1,50m ya ha soportado este peso mediante la consolidación natural, no se considera el peso del suelo que será excavado y reemplazado nuevamente [5].

Se usa la posterior fórmula para determinar el esfuerzo máximo que soportará el terreno [2]:

$$q_{max} = \frac{P}{A}\left[1 + \frac{6e_x}{b} + \frac{6e_y}{L}\right]$$

P: carga vertical.

A: área.

ex: excentricidad en el sentido x.

ey: excentricidad en el sentido y.

4.1.1 Localización de zona critica para momento y corte

Solo es necesario transferir el momento calculado en la parte inferior de la columna o base del cimiento. Las partes críticas del desarrollo del refuerzo deben colocarse en la misma posición que en la tabla X. Para el momento máximo, también se considera este criterio.

TABLA X
ZONA CRITICA EN LA CIMENTACIÓN.

Miembro Soportado	Ubicación de la Zona Critica
Pilar o pedestal	Faz del pilar o pedestal
Pilar con placa base de hierro	En el punto medio entre la faz del pilar y el borde de la placa base de hierro
Muro de concreto	Faz del muro
Muro de albañilería	Punto medio entre el centro y la faz del muro de mampostería

Fuente: [5].

Cimentaciones superficiales se diseñan para esfuerzos de corte en uno y dos sentidos. Determina la resistencia al corte de la cimentación en las peores condiciones, se mide la posición crítica del cortante desde la superficie del miembro soportado excepto para miembros soportados en una placa de hierro y en muros de mampostería, de acuerdo a la tabla anterior. El cálculo del esfuerzo de corte requiere la reacción del terreno. En cimentación con columna poligonal, circular o regular. Se les permite ser tratados como miembros cuadrados con la misma área [5].

4.2 Cimentación viga "T" invertida

En muchos casos, la carga que soportará la columna y la capacidad de carga del suelo son tan altas que el diseño estándar de la zapata necesitará extenderse más allá del límite del sitio. En este caso, se pueden soportar dos o más columnas sobre una base rectangular, que de

manera general se llama vigas de cimentación. Los cimientos combinados pueden soportar múltiples pilares [3].

Al conectar las bases de las columnas mediante una malla de cimentación compuesta por vigas de cimentación distribuidas en dos sentidos. Se recomienda usar vigas de cimentación cuando la superficie de las zapatas aisladas exceda el 25% del área total. [2]

La cimentación formada por vigas “T” invertidas, se diseña igual que una viga de gran altura, las cuales se ajustan a [5]:

- El tramo libre no debe ser superior a cuatro veces la altura total h de la viga.
- En una distancia igual a 2h medida desde la cara del nudo debe existir una carga concentrada.

4.2.1 Diseño a cortante

El tamaño de las vigas altas debe seleccionarse que cumpla con los siguientes requisitos, este criterio busca dar a la viga la altura y el ancho, para tener una sección contralada frente a los esfuerzos de corte [5]:

$$\text{Vu} = \emptyset 2.65\sqrt{f'c} * b * d \tag{16}$$

La sección crítica a corte, está localizada a una distancia ***d*** (peralte efectivo), de la cara de la columna, si cumple las siguientes condiciones [5]:

- La fuerza de reacción en el nudo crea esfuerzos de compresión en el extremo de la viga.
- La carga se aplica sobre o cerca de la superficie superior de la viga.
- Entre la faz de la columna y la sección critica d, no existen cargas concentra.

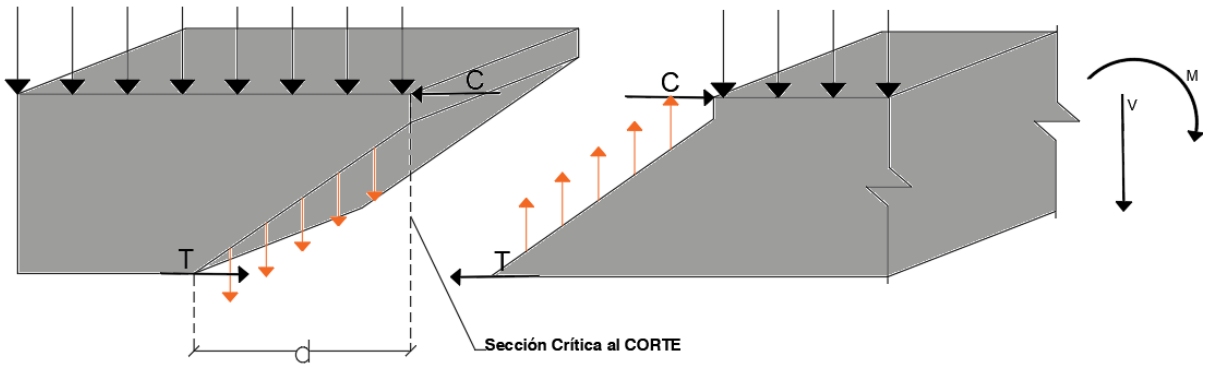


Fig. 18. Fuerzas Cortantes.
Fuente: Elaboración propia.

De hecho, pueden existir diferentes tipos de secciones transversales, pueden ser: rectangular, tipo T, tipo I, donde el esfuerzo cortante viene determinado por la siguiente expresión:

$$v = \frac{V}{b * d}$$

Donde:

v: esfuerzo de corte total.

V: fuerza de corte actuante.

b: ancho de la viga que soporta el corte.

d: longitud del centro de la varilla de refuerzo hasta la fibra del extremo sometida a compresión.

La resistencia al esfuerzo cortante del hormigón se concluye empleado la expresión [5]:

$$Vc = 0{,}53 * \lambda\sqrt{f'c}$$

Que para nuestro caso de estudio el concreto empleado tiene una capacidad a la compresión, f'c=210 kg/cm^2, para este concreto el valor que resiste solo el concreto es de 7,86 kg/cm^2.

La resistencia a corte se calcula mediante la expresión [5]:

$$Vn = Vc + Vs$$

Dónde:

Vn: capacidad resistente de la viga al corte.

Vc: capacidad resistente del hormigón simple al corte.

Vs: capacidad resistente del hierro de refuerzo al corte.

La capacidad nominal que resiste el corte, debe ser superior al esfuerzo de corte último, esto se determina usando la expresión [5]:

$$\emptyset Vn = Vu$$

Donde:

Vu: esfuerzo máximo de corte.

Vn: capacidad resistente de la viga al corte.

El coeficiente tiene un valor: Ø = 0.75.

El refuerzo para soportar esfuerzos de corte en la viga, suele estar compuesto por estribos transversales, que están separados por una cierta distancia a lo largo del elemento estructural. Se determina la cantidad de refuerzo a corte, necesario para el esfuerzo actuante, mediante la expresión: [5]

$$Vs = \frac{Av*fy*d}{s} \quad (13)$$

Dónde:

Vs: Fuerza cortante absorbida por los estribos.

Av: Sección transversal de acero de cada estribo que cruza la fisura (se considera 2 veces el área transversal de la barra).

fy: Capacidad de la fluencia del hierro.

d: longitud del centro de la varilla de refuerzo hasta la fibra del extremo sometida a compresión.

s: espaciamiento entre estribos.

4.2.1.1 Distancia mínima entre estribos.

En los dos extremos de la viga se deben colocar estribos a una longitud igual a 2h, que se mide desde la cara del pilar. A 5cm como máximo se debe colocar el primer. La distancia mínima entre estribos no debe ser mayor, a las siguientes cantidades [5]:

En la sección central de la viga

$$s \leq \frac{d}{2}$$

Dónde:

s: distancia entre los estribos

d: peralte efectivo

En la zona critica de la viga

$$s \leq \frac{d}{4} \qquad s \leq 8\emptyset_L \qquad s \leq 24\emptyset_T \quad s \leq 30\text{cm}$$

Dónde:

φL: La barra longitudinal de menor diámetro.

φT: La barra transversal de menor diámetro.

En la figura 19, se presentan la separación mínima entre estribos, de acuerdo a los criterios antes indicados.

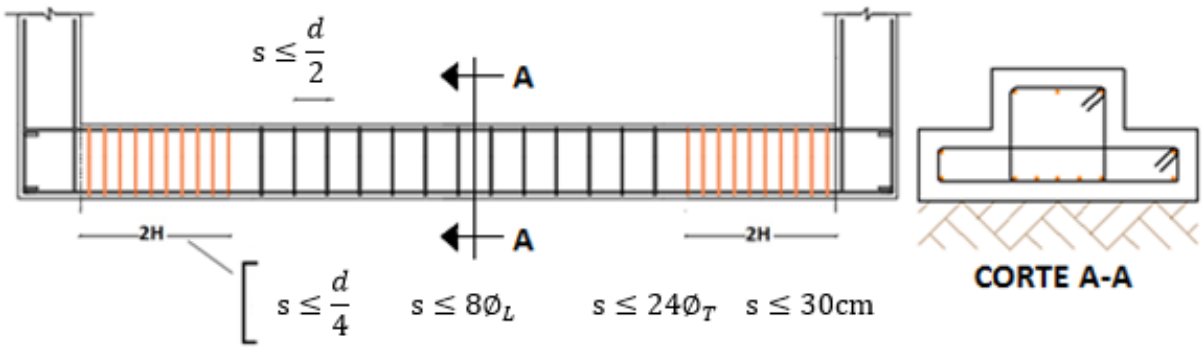


Fig. 19. Espaciamiento Mínimo de los Estribos.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Diseño para Flexión

Para que la viga soporte los esfuerzos de flexión, se usa la siguiente formula:

$$\text{As} = \frac{k}{fy}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Mu}{\emptyset*k*d}}\right) \tag{17}$$

En términos de cuantía ***P***, la fórmula es la siguiente:

$$P = \frac{As}{b * d}$$

La cuantía mínima, se establece entre el valor de:

$$P_{min} = \frac{0{,}80\sqrt{f'c}}{fy} \quad P_{min} = \frac{14}{fy}$$

Límite de refuerzo

Las barras de acero distribuidas a lo largo de los lados de las vigas de gran altura deben cumplir al menos estas especificaciones [5]:

El área de las barras de acero distribuidas perpendicularmente al eje neutro de la viga, A_v. Debe tener al menos:

$$A_v = 0{,}0025 * b * s$$

Donde **s**, es el espaciado de las varillas transversales o estribos.

El área de las barras de acero distribuidas paralelamente al eje neutro de la viga, A_h debe tener un área igual o mayor a:

$$A_h = 0{,}0025 * b * s_2$$

Donde s_2, es el espacio entre barras longitudinales.

Independientemente del método de diseño, se deben cumplir las especificaciones mínimas de refuerzo mencionadas porque están diseñados para mantener un ancho adecuado evitar la propagación de grietas inclinadas [5].

En apoyos interiores, se deben cumplir estas especificaciones:

- El acero de refuerzo que absorbe el momento negativo en los apoyos, en las luces adyacentes debe ir continuo.
- El acero de refuerzo que absorbe el momento positivo debe ir constante en la viga o traslaparse con el refuerzo de las luces adyacentes.

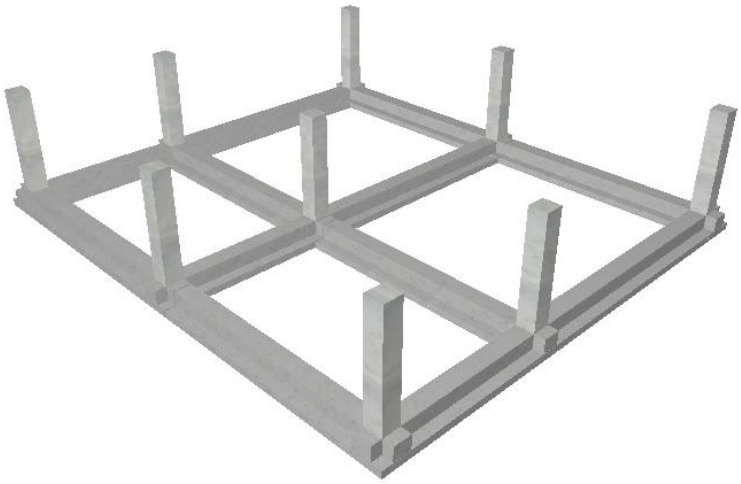


Fig. 20. Cimentación "T" Invertida.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Comprobación de diseño de cimentación "T" invertida

4.2.3.1 Comprobación al cortante.

$$\text{Vu} = 26720 \text{ kg}$$

$$\text{v} = \frac{V}{b * d} = 10{,}22 \text{ kg/cm2}$$

La resistencia al esfuerzo cortante del hormigón se deduce empleado la expresión [5]:

$$\text{Vc} = 0{,}53 * \lambda\sqrt{f'c} = 7{,}86 \text{ kg/cm2}$$

$$10{,}22 \text{ kg/cm2} > 7{,}86 \text{ kg/cm2}$$

Como el valor de corte es mayor al del concreto se necesita reforzar la viga; para el diseñar se usó varilla de 12 mm de diámetro, por especificación debido que tenemos diámetros de 18 mm en el acero longitudinal, lo que nos dios el siguiente resultado:

$$\text{Vs} = \frac{Av * fy * d}{s}$$

$$\emptyset\text{Vs} = \frac{Av * fy * d}{s} = 29792\ kg$$

Al dividir por la sección de concreto:

$$\text{Vs} = 11{,}40 \text{ kg/cm2}$$

$$\emptyset\text{Vn} = \text{Vu}$$

$$\emptyset(\text{Vs} + \text{Vc}) = \text{Vu}$$

$$0{,}75 * (11{,}40 + 7{,}86) > 10{,}22$$

$$14{,}44 > 10{,}22, \textbf{cumple}$$

4.2.3.2 Comprobación a la flexión.

El momento último Mu, actuante es de 13.94 t.m, el momento nominal Mn, es de 20,187 t.m.

Para encontrar el área de hierro necesaria se usó la siguiente formula:

$$\text{As} = \frac{k}{fy}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\emptyset * k * d}}\right) = 16{,}21\ cm^2$$

Para el metro de diseño se usó 7 varillas de 18 mm, lo que otorga un área de acero real igual, As real: 17,81 cm2.

4.3 Cimentación losa maciza

La losa en el suelo generalmente actúa como un diafragma para mantener la integridad del edificio en el terreno. Y para minimizar el impacto del movimiento desfasado del suelo debajo del edificio. La presión de contacto debajo de la losa de cimentación o zapata

combinada, debe ajustarse a las características del suelo. La estructura se ajusta a los criterios definidos por la mecánica de suelos. Independientemente de la distribución de la presión en el suelo, se puede emplear métodos de diseño que mayoren las cargas y factores que reduzcan la capacidad de los elementos de cimentación [5].

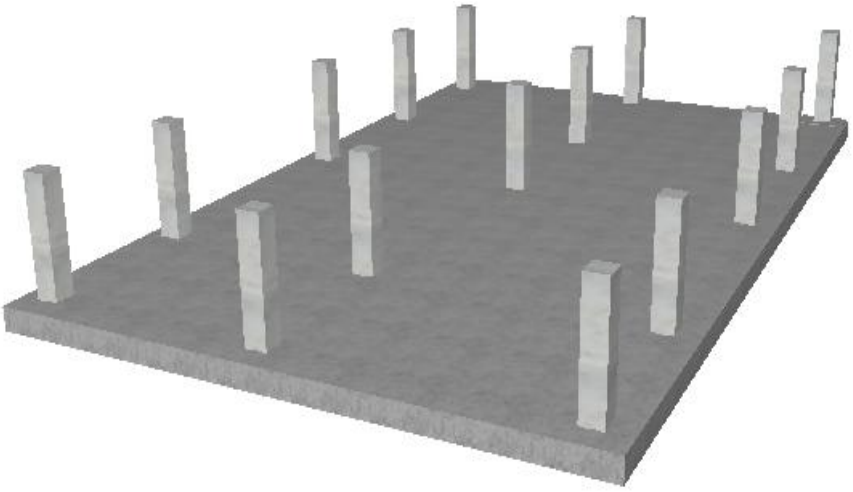


Fig. 21. Losa Maciza.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 Diseño para Flexión

Para determinar el esfuerzo de flexión en losas de cimentación, la zona crítica, está en la faz del pilar[5]:

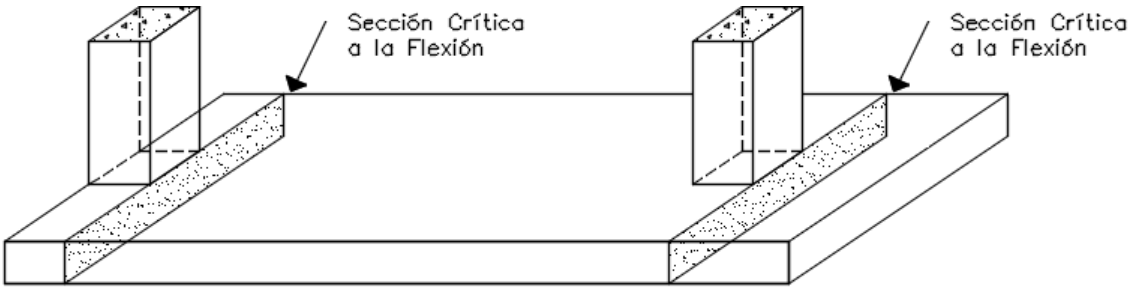


Fig. 22. Sección Critica a Flexión en Losas de Cimentación.
Fuente: Elaboración propia.

Para el determinar este esfuerzo, se usa la siguiente formula:

$$\text{As} = \frac{k}{fy}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\emptyset * k * d}}\right)$$

En términos de cuantía ***P***, la fórmula es la siguiente, donde de manera general el ancho ***b***, se considera igual a un metro:

$$P = \frac{As}{b * d}$$

También se hay que estimar un área de hierro para evitar que el concreto se agriete, y la cantidad se determina mediante la siguiente expresión [5]:

$$As_{min} = 0{,}0018Ag$$

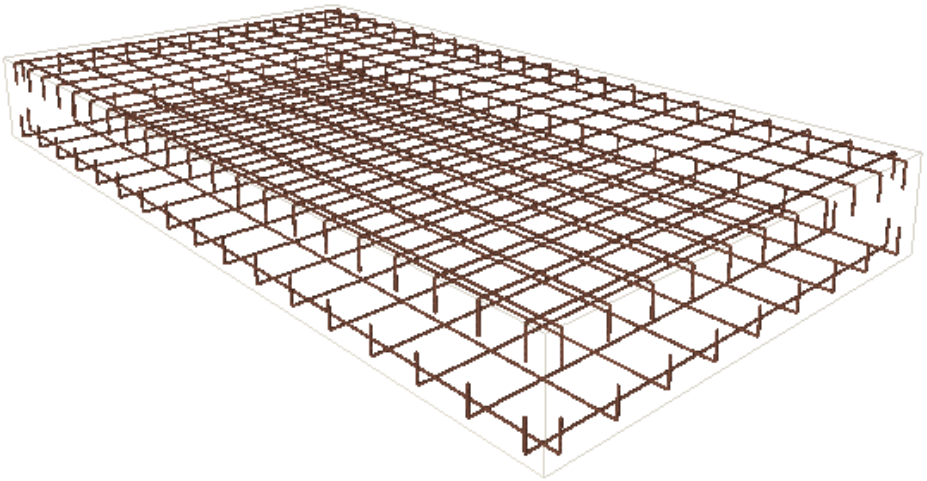


Fig. 23. Refuerzo para Flexión en Losas de Cimentación.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Diseño a cortante

La parte crítica en losas se encuentra a una longitud ***d*** (peralte efectivo), de la cara del pilar, si cumple las siguientes condiciones [5]:

- La fuerza de reacción en el nudo crea esfuerzos de compresión en el extremo de la viga.
- Es en la superficie superior de la viga donde actúa la carga.
- Entre la faz del pilar y la sección critica ***d***, no existen cargas concentras.

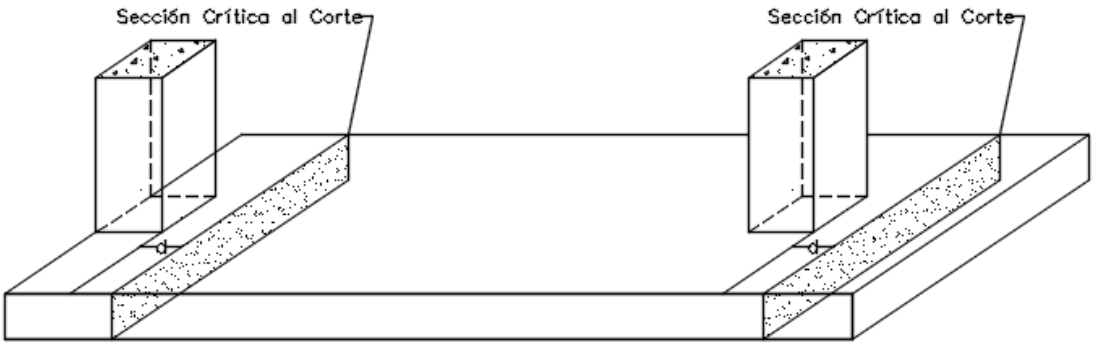


Fig. 24. Sección Crítica al Corte en Losas de Cimentación
Fuente: Elaboración propia.

El cortante que actúa se determina, por medio de:

$$v = \frac{V}{b * d}$$

Donde:

v: esfuerzo de corte total.

V: fuerza de corte actuante.

b: ancho de la viga que soporta el corte.

d: longitud del centro de la varilla de refuerzo hasta la fibra del extremo sometida a compresión.

La resistencia al esfuerzo cortante del hormigón se concluye empleado la expresión [5]:

$$Vc = 0{,}53 * \lambda\sqrt{f'c}$$

Que para nuestro caso de estudio el concreto empleado tiene una capacidad a la compresión, f'c=210 kg/cm^2, para este concreto el valor que resiste solo el concreto es de 7,86 kg/cm^2.

4.3.3 Comprobación cimentación losa maciza

4.3.3.1 Comprobación a la flexión.

Para el cálculo a flexión en losas de cimentación, la zona crítica, se encuentra en la faz del pilar [5], se usa la siguiente formula:

$$As = \frac{k}{fy}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\emptyset * k * d}}\right)$$

El momento último actuante Mu, es de 43420 kg, el mismo que debe ser separado por una sección de peralte d=52,5cm y un ancho de 100cm.

$$As = \frac{k}{fy}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\emptyset * k * d}}\right) = 21{,}48\ cm^2$$

Para el metro de diseño se usó 5 varillas de 25 mm espaciados cada 20 cm, lo que da un área de acero real igual, As real: 24,54 cm2

El área mínima se determina mediante la expresión [5]:

$$As_{min} = 0{,}0018Ag = 9{,}45cm^2$$

Como se evidencia el área de acero real es mayor la cantidad mínima requerida.

4.3.3.2 Comprobación al Cortante.

El cortante que actúa se determina, por medio de:

$$\text{vx} = \frac{V}{b * d} = \frac{37440}{100 * 52{,}5} = 7{,}13\ \text{kg/cm2}$$

$$\text{vy} = \frac{V}{b * d} = \frac{39790}{100 * 52{,}5} = 7{,}58\ \text{kg/cm2}$$

Debe ser menor a:

$$\text{Vc} = 0{,}53 * \lambda\sqrt{f'c} = 7{,}86\ \text{kg/cm2}$$

$$7{,}86\ \text{kg/cm2} > 7{,}58\ \text{kg/cm2};\ \boldsymbol{cumple}$$

4.3.4 Aplastamiento

La resistencia al aplastamiento, debe satisfacer [5]:

$$\emptyset\text{Bn} = \text{Bu}$$

Para las combinaciones de aumento de carga aplicables.

La capacidad al aplastamiento Bu debe calcularse de acuerdo con la siguiente tabla XI, donde A1 corresponde al área cargada (A1 constituye el área de cargada, igual al área de la placa base o el área de la sección transversal del pilar) y A2 corresponde al área de la pirámide truncada más grande, que se encuentra entre área de soporte y su área de la parte superior, es igual a la de la zona cargada. Cada lado de la pirámide debe cumplir la relación de 1 vertical por 2 horizontal. Si el área del apoyo es mayor al área de carga en todas las direcciones, el hormigón periférico confina el área del apoyo, aumentando así la resistencia a la compresión [5].

TABLA XI

RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO.

Geometría del área de apoyo	***Bn***	
El área de apoyo es mayor en todos los lados en comparación al área cargada	El menor entre:	$\sqrt{A_2/A_1}\,(0{,}85 * f'c * A_1)$
		$2(0{,}85 * f'c * A_1)$
Otros casos	$85 * f'c * A_1$	

Fuente: Elaboración propia [5].

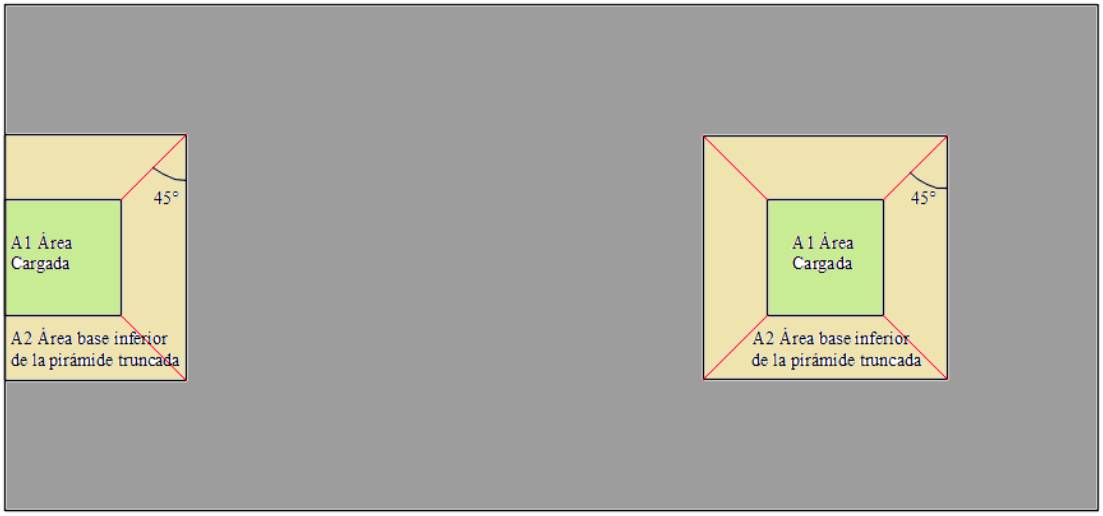


Fig. 25. Punzonamiento en Losas de Cimentación.
Elaboración propia.

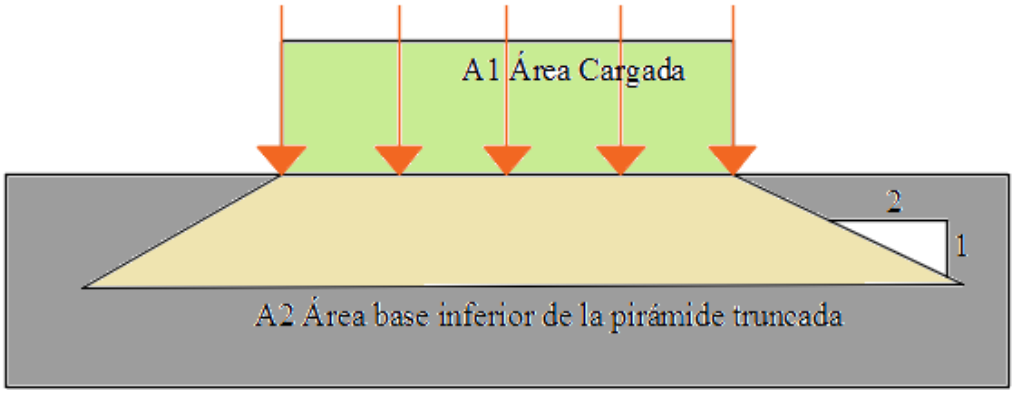


Fig. 26. Pirámide de Punzonamiento.
Fuente: Elaboración propia.

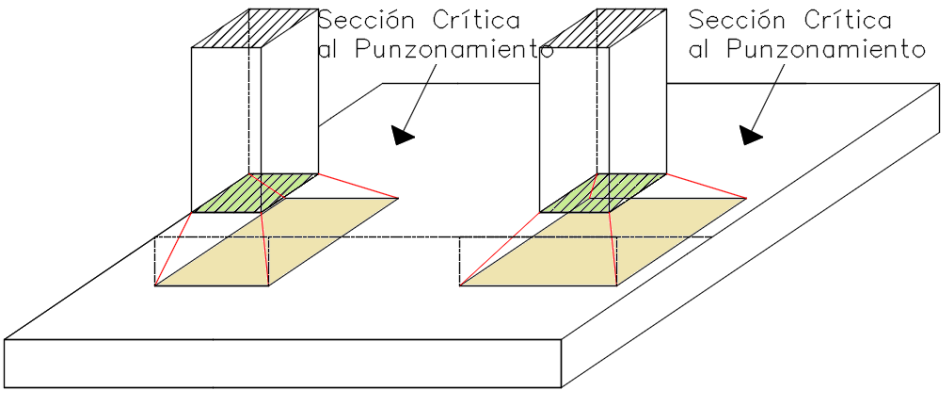


Fig. 27. Sección Critica al Punzonamiento en Losas de Cimentación.
Fuente: Elaboración propia.

El aumento de fuerza y momento en la parte inferior de la columna, debe transferirse al cimiento de soporte a través del hormigón por aplastamiento y con la ayuda de barras de acero, pasadores de anclaje y conectores mecánicos [5].

Los refuerzos, pasadores o conectores mecánicos entre el soporte y la losa de cimentación deben ser aptos para transferir:

- La fuerza de compresión que supere, a la menor capacidad del elemento de cimentación sometido al aplastamiento.
- Cualquier momento que se trasmita a través de la interfaz.

4.3.4.1 Comprobación al aplastamiento

El aplastamiento que resiste la losa, es el menor valor entre las siguientes expresiones:

$$\emptyset \boldsymbol{Bn} = \sqrt{{A_2}/{A_1}}\,(0{,}85 * f'c * A_1) = 1488{,}02\ t$$

$$\emptyset \boldsymbol{Bn} = 2(0{,}85 * f'c * A_1) = 469{,}90\ t$$

El menor de estos dos valores debe ser superior al aplastamiento que actúa en las direcciones X e Y, respectivamente:

$$\boldsymbol{Bux} = 185{,}50\ t$$

$$\boldsymbol{Buy} = 165{,}38\ t$$

$$469{,}90\ t > 185{,}60\ t; \boldsymbol{cumple}$$

CAPÍTULO V

ANÁLISIS SÍSMICO

5.1 Derivas de piso

Mediante el análisis sísmico de la estructura, se calcula este criterio en cada nivel de la estructura provocado por las fuerzas laterales. Esta norma tiene como objetivo controlar las deformaciones en la estructura durante los terremotos deduciendo la deriva inelástica máxima que se produce en cada piso. Debe demostrarse que la deriva del piso es menor que el rango permitido. Para determinar la máxima deriva inelástica de cada planta, se debe utilizar la inercia agrietada, en todos los miembros de la estructura [4].

El control de las derivas de piso es crucial, porque si están dentro de un rango aceptable, significa que la estructura tendrá un desempeño seguro y reducirá en gran medida el daño en los miembros estructurales. La norma NEC-SE-DS-15 estipula que la máxima deriva de la estructura de hormigón armado no debe exceder de 0,02 (1/200).

El valor de deriva obtenido por el programa Cypecad, es el desplazamiento inelástico máximo ΔM de los dos edificios en las dos direcciones de tensión sísmica. En la tabla XII y XIII se muestran estos valores, para el edificio con losa maciza y viga "T" invertida, respetivamente.

TABLA XII

DERIVA MÁXIMA EN LA DIRECCIÓN X E Y EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA.

Planta	**Situaciones sísmicas**	
	Dirección X	**Dirección Y**
N+20.96	1 / 69	1 / 160
N+18.36	1 / 65	1 / 142
N+15.30	1 / 60	1 / 120
N+12.24	1 / 56	1 / 107
N+9.18	1 / 53	1 / 98
N+6.12	1 / 50	1 / 91
N+3.06	1 / 47	1 / 79
N+0.00	0	0

Nota. Fuente: Elaboración propia.

TABLA XIII

DERIVA MÁXIMA EN LA DIRECCIÓN X E Y EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA “T” INVERTIDA.

Planta	**Situaciones sísmicas**	
	Dirección X	**Dirección Y**
N+20.96	1 / 71	1 / 184
N+18.36	1 / 66	1 / 142
N+15.30	1 / 61	1 / 120
N+12.24	1 / 57	1 / 107
N+9.18	1 / 53	1 / 97
N+6.12	1 / 51	1 / 90
N+3.06	1 / 48	1 / 79
N+0.00	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, en estructuras de concreto reforzado, la deriva máxima no debe exceder 0.020. En la tabla XII y XIII se pueden observar las derivas y estas no sobre pasan la relación 1/200 equivalente a 0.02, por lo tanto, el diseño de los edificios cumple con este criterio.

En las siguientes figuras 28 y 29, se hace una comparación de las derivas entre los dos edificios con sus respectivas cimentaciones, tanto para el sentido X e Y. Donde se puede apreciar que la diferencia entre ambos edificios no es representativa.

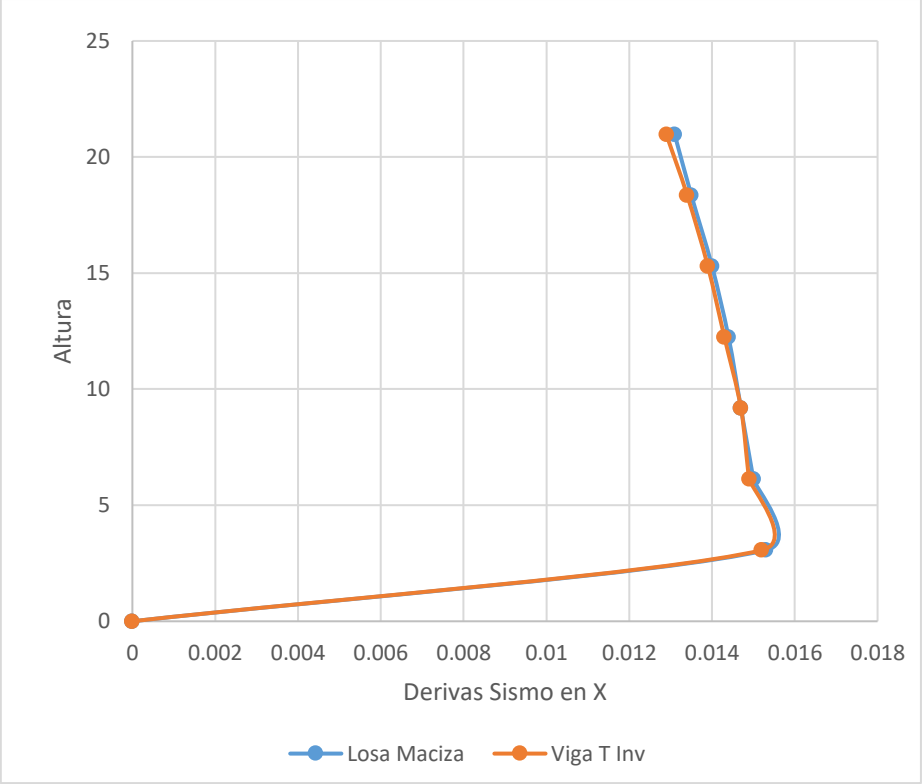


Fig. 28. Deriva Máxima en la Dirección X para los Edificios con Losa Maciza y "T" Invertida.
Fuente: Elaboración propia.

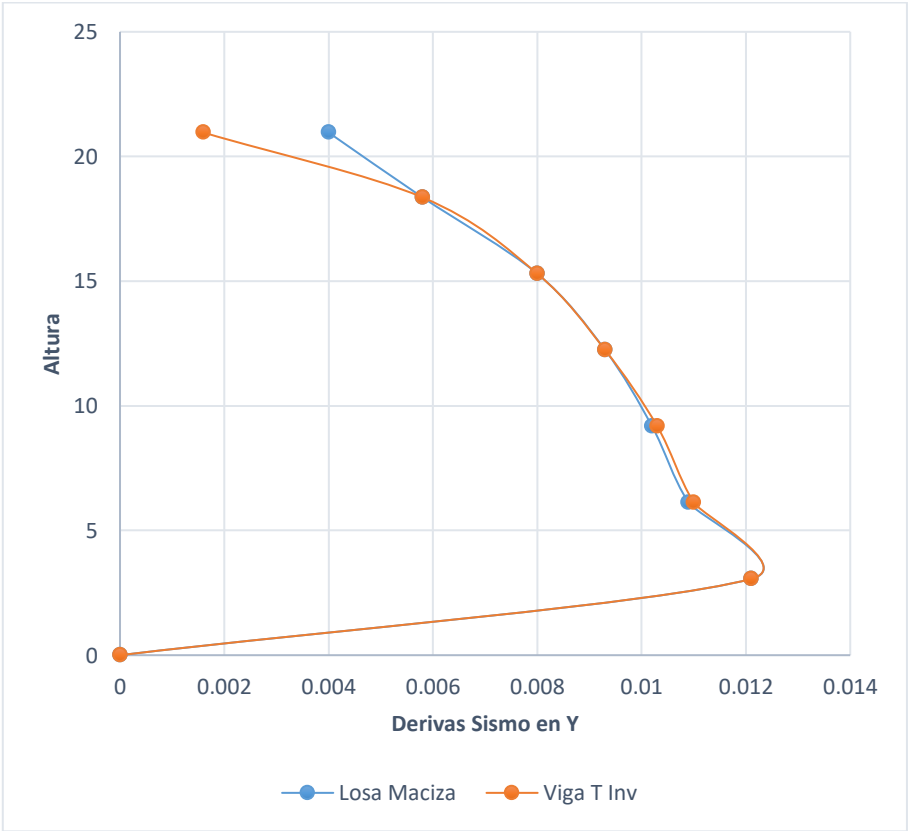


Fig. 29. Deriva Máxima en la Dirección Y para los Edificios con Losa Maciza y "T" Invertida.
Fuente: Elaboración propia.

5.2 Torsión

Este criterio es muy importante porque define la reacción de la estructura frente al sismo, su capacidad de disipar energía, la torsión debe ser menor al 20%, para garantizar un comportamiento lineal de los edificios. Estos valores se determinan mediante el análisis modal espectral y los datos los proporciona el programa Cypecad. La tabla XIV y XV muestra estos valores para las dos estructuras, los cuales son menores al valor definido por la norma.

TABLA XIV

COEFICIENTES DE PARTICIPACIÓN DE MASA EN EL EDIFICIO CON LA CIMENTACION LOSA MACIZA.

Modo	**T**	**L_x**	**L_y**	**L_{gz}**	**M_x**	**M_y**	**Hipótesis X(1)**	**Hipótesis Y(1)**
Modo 1	1.602	0.9871	0.0029	0.1599	85.77%	0%	R = 6.48 A = 0.495 m/s² D = 32.2083 mm	R = 6.48 A = 0.495 m/s² D = 32.2083 mm
Modo 2	1.183	0.0022	0.996	0.0889	0%	87.11%	R = 6.48 A = 0.671 m/s² D = 23.7875 mm	R = 6.48 A = 0.671 m/s² D = 23.7875 mm
Modo 3	0.898	0.0144	0.0087	1	0.10%	0.02%	R = 6.48 A = 0.884 m/s² D = 18.0484 mm	R = 6.48 A = 0.884 m/s² D = 18.0484 mm
Modo 4	0.313	0.9169	0.0101	0.399	10.99%	0%	R = 6.48 A = 1.314 m/s² D = 3.25074 mm	R = 6.48 A = 1.314 m/s² D = 3.25074 mm
Modo 5	0.28	0.0171	0.9841	0.1769	0%	10.02%	R = 6.48 A = 1.314 m/s² D = 2.61404 mm	R = 6.48 A = 1.314 m/s² D = 2.61404 mm
Total					96.86%	97.15%		

Nota. Lgz: Coeficiente de participación que corresponde a la torsión. Mx, My: proporción de masa desplazada en función al modo de vibración en cada sentido de análisis. R: concordancia entre la aceleración de cálculo empleando la ductilidad definida para la estructura y la aceleración de cálculo sin considerar ductilidad. A: Aceleración para el cálculo, considerando la ductilidad. D: Coeficiente correspondiente al modo de vibración. Fuente: Elaboración propia.

En las figuras siguientes se da a conocer el rango que abarcan los modos de vibración analizados, expresando modos de vibración en los cuales se desplaza más del 30% de la masa.

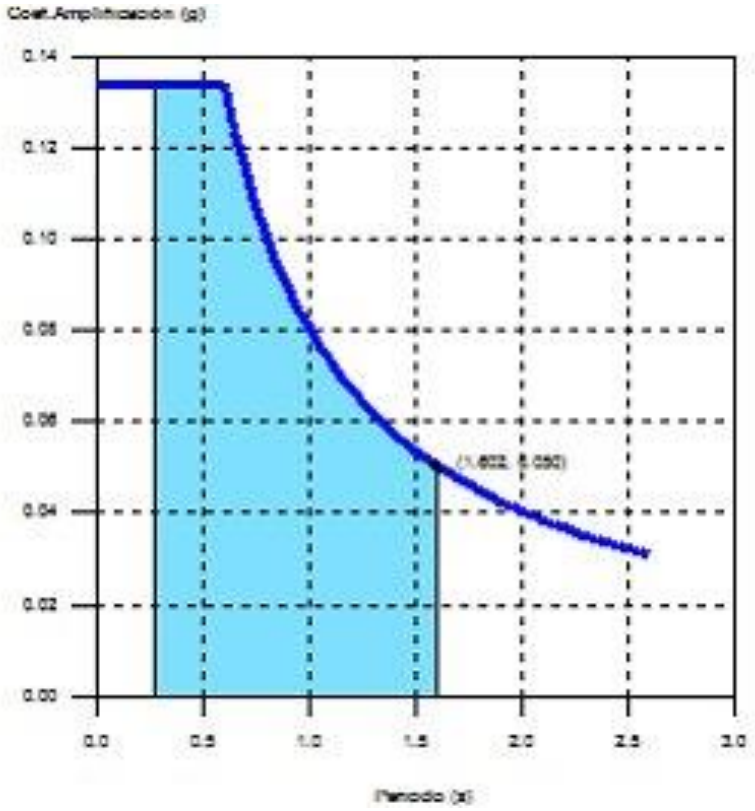


Fig. 30. Espectro de Diseño según X, en el Edificio con la Cimentación Losa Maciza.
Fuente: Elaboración propia.

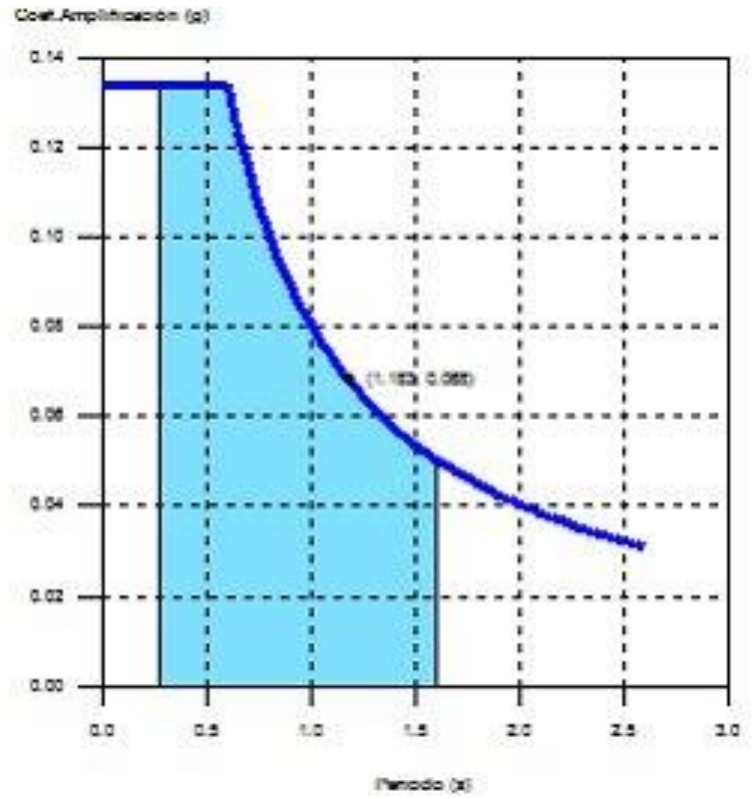


Fig. 31. Espectro de Diseño Según Y, en el Edificio con la Cimentación Losa Maciza.
Nota. Fuente: Elaboración propia.

TABLA XV

COEFICIENTES DE PARTICIPACIÓN DE MASA EN EL EDIFICIO CON LA CIMENTACION VIGA “T” INVERTIDA.

Modo	**T**	**Lx**	**Ly**	**Lgz**	**Mx**	**My**	**Hipótesis X(1)**	**Hipótesis Y(1)**
Modo 1	1.585	0.9867	0.0022	0.1624	85.77 %	0 %	R = 6.48 A = 0.501 m/s² D = 31.8683 mm	R = 6.48 A = 0.501 m/s² D = 31.8683 mm
Modo 2	1.187	0.0016	0.9964	0.0847	0 %	87.12 %	R = 6.48 A = 0.669 m/s² D = 23.8691 mm	R = 6.48 A = 0.669 m/s² D = 23.8691 mm
Modo 3	0.896	0.0145	0.0087	1	0.1 %	0.02 %	R = 6.48 A = 0.886 m/s² D = 18.017 mm	R = 6.48 A = 0.886 m/s² D = 18.017 mm
Modo 4	0.313	0.9191	0.01	0.3938	10.99 %	0 %	R = 6.48 A = 1.314 m/s² D = 3.25086 mm	R = 6.48 A = 1.314 m/s² D = 3.25086 mm
Mo16do 5	0.280	0.0169	0.9838	0.1786	0 %	10.02 %	R = 6.48 A = 1.314 m/s² D = 2.61324 mm	R = 6.48 A = 1.314 m/s² D = 2.61324 mm
Total					**96.86 %**	**97.16 %**		

Nota. Lgz: Nota. Lgz: Coeficiente de participación que corresponde a la torsión. Mx, My: proporción de masa desplazada en función al modo de vibración en cada sentido de análisis. R: concordancia entre la aceleración de cálculo empleando la ductilidad definida para la estructura y la aceleración de cálculo sin considerar ductilidad. A: Aceleración para el cálculo, considerando la ductilidad. D: Coeficiente correspondiente al modo de vibración. Fuente: Elaboración propia.

En las figuras siguientes se representan de los periodos modales, donde se da a conocer en el espectro de diseño la acción de los periodos modales sobre la estructura.

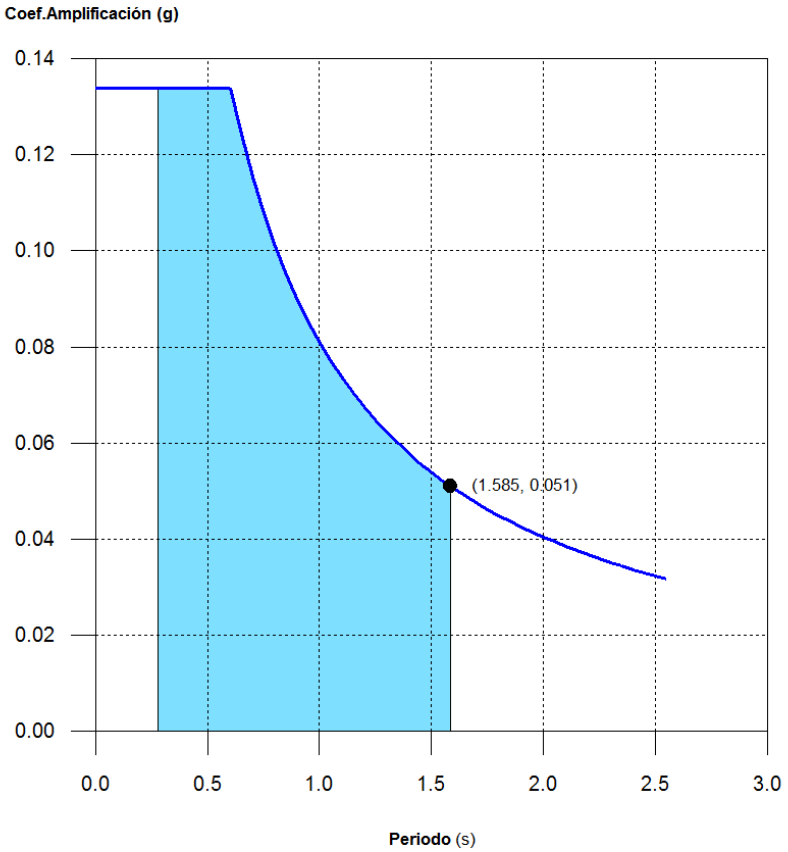


Fig. 32. Espectro de Diseño Según X, en el Edificio con la Cimentación Viga "T" Invertida. Elaboración propia.

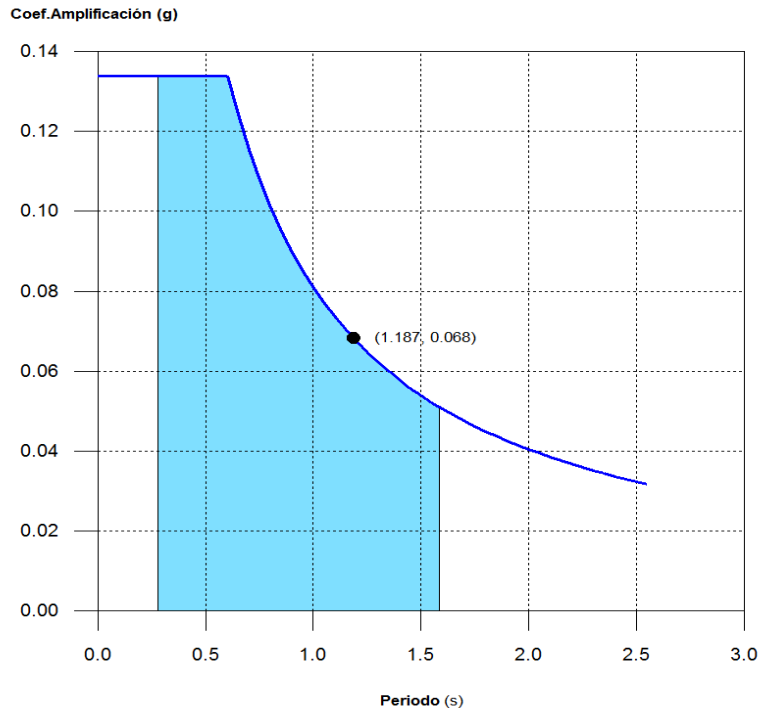


Fig. 33. Espectro de Diseño Según Y, en el Edificio con la Cimentación Viga "T" Invertida. Fuente: Elaboración propia.

5.3 Cortante sísmico combinado

Se emplea la Combinación Cuadrática Completa (CQC) para determinar el valor máximo de corte por piso, a continuación, en la tabla XVI y XVII se muestran las fuerzas sísmicas equivalentes por planta en el edificio con losa maciza.

TABLA XVI

HIPÓTESIS SÍSMICA: SISMO X1 EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA.

Planta	**Feq,X (t)**	**Feq,Y (t)**
N+20.96	2.0600	0.1388
N+18.36	12.6818	0.1847
N+15.30	12.8315	0.1401
N+12.24	12.1497	0.1358
N+9.18	11.0951	0.1794
N+6.12	9.4360	0.1914
N+3.06	6.2132	0.1465
N+0.00	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia.

TABLA XVII

HIPÓTESIS SÍSMICA: SISMO Y1 EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA.

Planta	**Feq,X (t)**	**Feq,Y (t)**
N+20.96	0.0294	2.2641
N+18.36	0.3058	13.9472
N+15.30	0.0711	14.3611
N+12.24	0.1278	13.6822
N+9.18	0.1862	12.2249
N+6.12	0.1975	10.2407
N+3.06	0.1390	6.9558
N+0.00	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia.

En las figuras 34 y 35 se muestran las fuerzas sísmicas equivalentes por planta, tanto en la dirección X e Y.

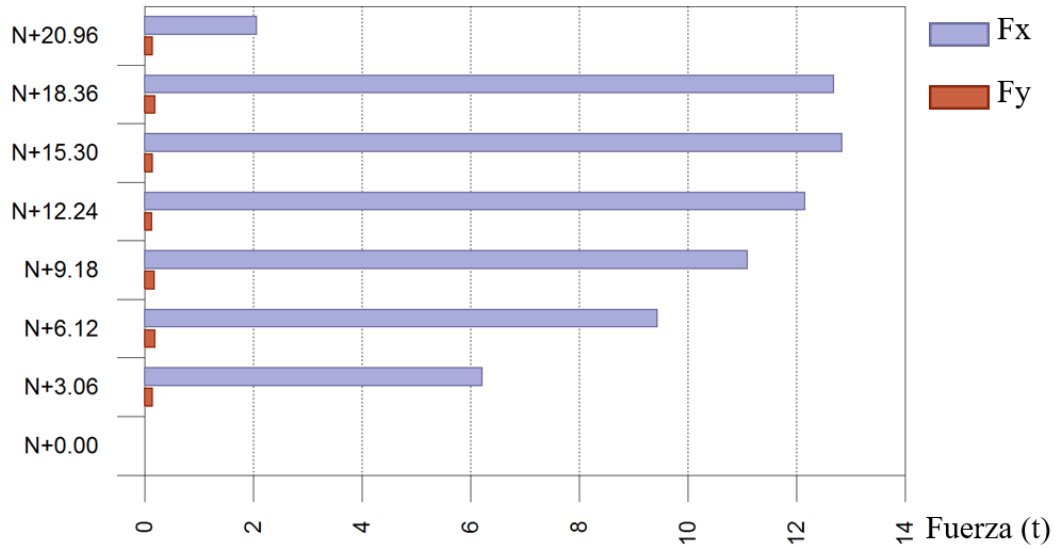


Fig. 34. Sismo X1 Edificio con Cimentación Losa Maciza.
Fuente: Elaboración propia.

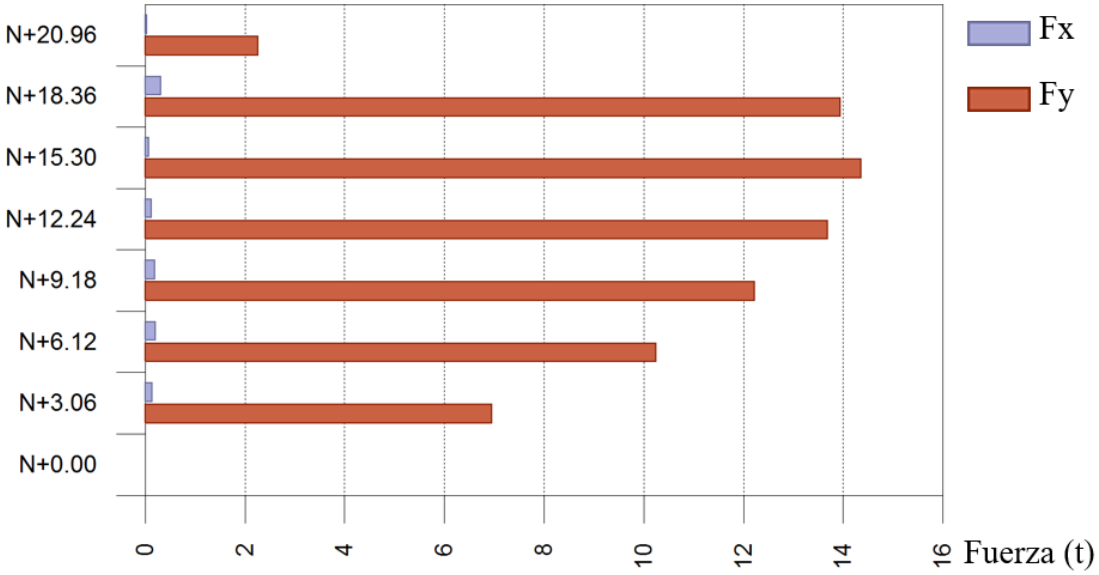


Fig. 35. Sismo Y1 Edificio con Cimentación Losa Maciza.
Nota. Fuente: Elaboración propia.

De igual manera empleando la Combinación Cuadrática Completa (CQC) de los pertinentes cortantes modales a continuación, en la tabla XVIII y XIX se muestran las fuerzas sísmicas equivalentes por planta en el edificio con la cimentación viga “T” invertida.

TABLA XVIII

HIPÓTESIS SÍSMICA: SISMO X1 EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA “T” INVERTIDA.

Planta	**Feq,X (t)**	**Feq,Y (t)**
N+20.96	1.8415	0.1116
N+18.36	9.3007	0.1158
N+15.30	7.6883	0.0491
N+12.24	6.9651	0.0664
N+9.18	8.0276	0.1383
N+6.12	8.1628	0.1601
N+3.06	5.9571	0.1343
N+0.00	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia.

TABLA XIX

HIPÓTESIS SÍSMICA: SISMO Y1 EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA “T” INVERTIDA.

Planta	**Feq,X (t)**	**Feq,Y (t)**
N+20.96	0.0248	2.0684
N+18.36	0.1990	11.1415
N+15.30	0.0709	10.0824
N+12.24	0.0822	9.1971
N+9.18	0.1479	9.1371
N+6.12	0.1729	8.6115
N+3.06	0.1228	6.3932
N+0.00	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia.

En las figuras 36 y 37 se muestran las fuerzas sísmicas equivalentes por planta, tanto en la dirección X e Y.

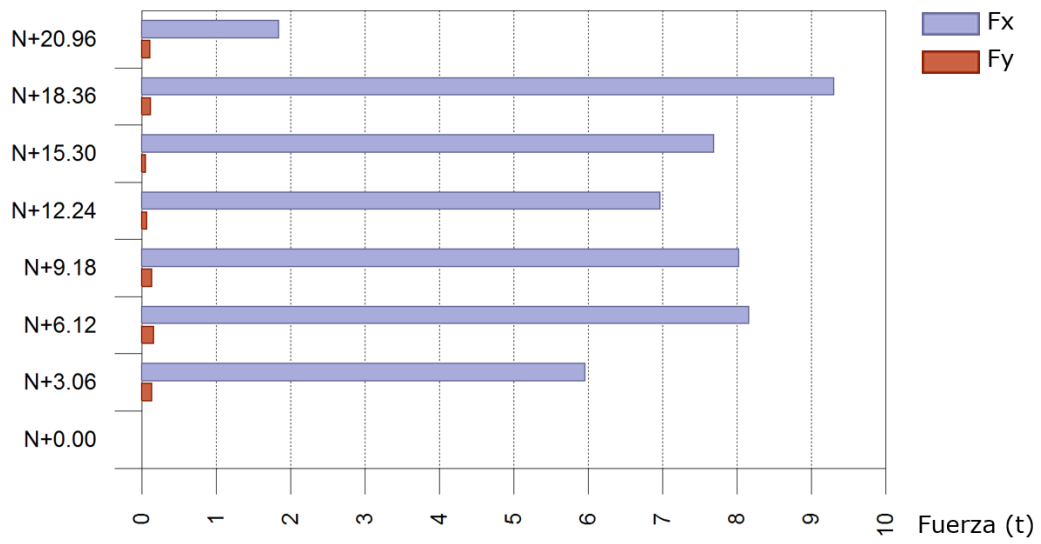


Fig. 36. Sismo X1 Edificio con Cimentación Viga “T” Invertida.
Fuente: Elaboración propia.

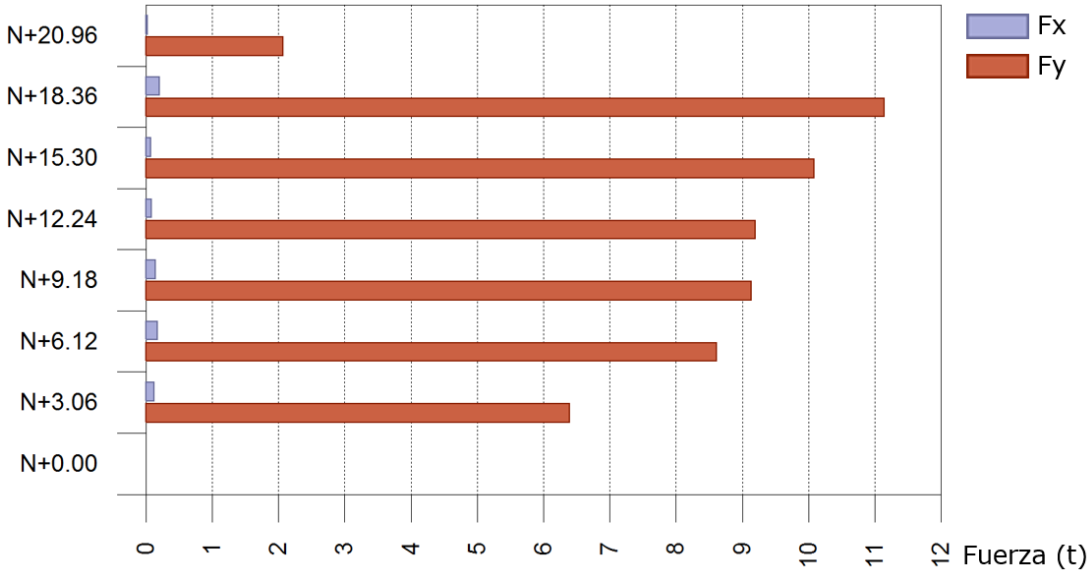


Fig. 37. Sismo Y1 Edificio con Cimentación Viga “T” Invertida
Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes figuras 38 y 39, se compara las fuerzas sísmicas entre ambos edificios con sus respectivas cimentaciones, tanto para el sentido X e Y. Donde se puede observar que la diferencia entre los valores no es considerable.

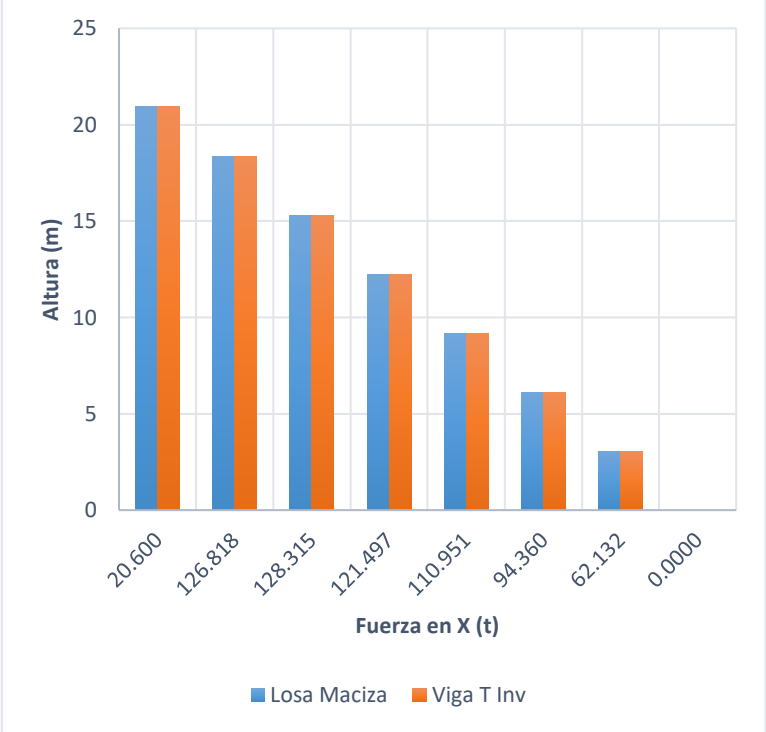


Fig. 38. Fuerza Sísmica Horizontal por Planta en la Dirección X para los Edificios con las Cimentaciones Losa Maciza y "T" Invertida.
Fuente: Elaboración propia.

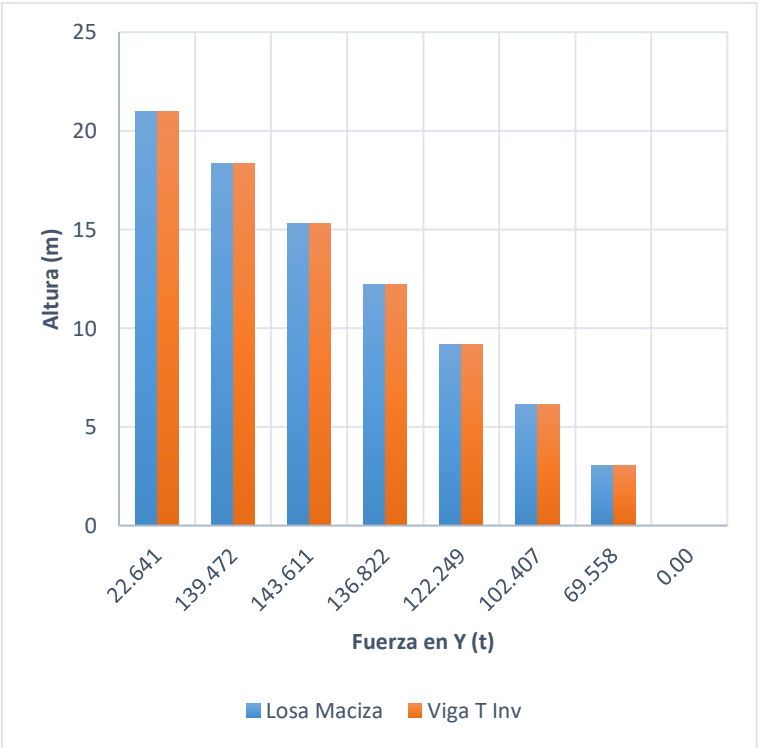


Fig. 39. Fuerza Sísmica Horizontal por Planta en la Dirección Y para los Edificios con las Cimentaciones Losa Maciza y "T" Invertida.
Fuente: Elaboración propia.

5.4 Tensión sobre el suelo

La tensión admisible en situaciones permanentes es de 1.40 kg/cm², se deben tener en cuenta que, para ambos diseños estructurales, no se debe sobre pasar este valor, en las siguientes tablas XX, XXI se da a conocer la tensión sobre el suelo tanto para la cimentación losa maciza, como para la cimentación viga "T" invertida. También en la figura 40 se muestra los asentamientos sobre la losa maciza.

TABLA XX

TENSIONES SOBRE EL SUELO CIMENTACIÓN LOSA MACIZA.

Tensiones Sobre el Terreno	Valores	Valor máximo, estudio de suelos	Observación
Tensión media en situaciones permanentes:	Calculado: 1,24 kg/cm²	1.4 kg/cm²	Cumple
Tensión media en situaciones sísmicas:	Calculado: 0.839 kg/cm²	1.4 kg/cm²	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes:	Calculado: 1.102 kg/cm²	1.4 kg/cm²	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

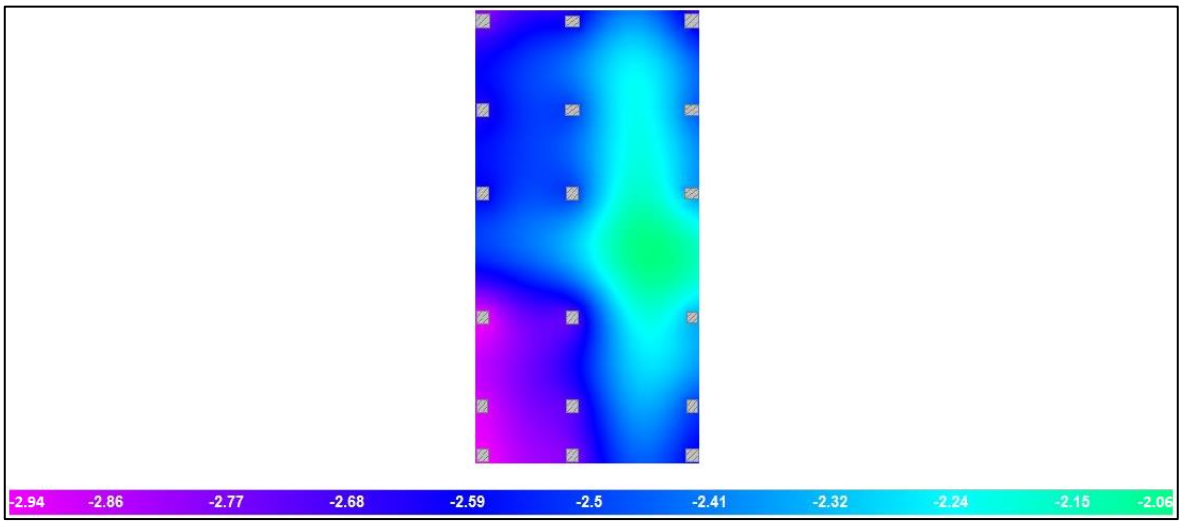


Fig. 40. Asentamientos en la Cimentación Losa Maciza.
Nota. Los asentamientos van desde -2.94 mm hasta -2.06 mm. Fuente: Elaboración propia.

TABLA XXI

TENSIONES Y ASENTAMIENTO SOBRE EL TERRENO CIMENTACIÓN VIGA “T” INVERTIDA.

Viga			Tensión media (kg/cm²)	Tensión en bordes (kg/cm²)	Valor máximo, estudio de suelos (kg/cm²)	Asentamiento (mm)	Estado
Pórtico	**Tramo**	**Dimensión (cm)**					
1	V-001: C21-C20	115x30 + 55x55	1.15	1.16	1.4	2,75	Cumple
1	V-002: C20-C19	115x30 + 55x55	1.06	1.07	1.4	2,54	Cumple
2	V-003: C18-C17	115x30 + 55x55	1.14	1.14	1.4	2,70	Cumple
2	V-004: C17-C13	115x30 + 55x55	1.06	1.07	1.4	2,54	Cumple
3	V-005: C12-C11	115x30 + 55x55	1.14	1.15	1.4	2,73	Cumple
3	V-006: C11-C10	115x30 + 55x55	1.08	1.08	1.4	2,56	Cumple
4	V-007: C9-C8	115x30 + 55x55	1.21	1.21	1.4	2,87	Cumple
4	V-008: C8-C7	115x30 + 55x55	1.11	1.12	1.4	2,66	Cumple
5	V-009: C6-C5	115x30 + 55x55	1.19	1.19	1.4	2,82	Cumple
5	V-010: C5-C4	115x30 + 55x55	1.08	1.08	1.4	2,56	Cumple
6	V-011: C1-C2	115x30 + 55x55	1.19	1.19	1.4	2,82	Cumple
6	V-012: C2-C3	115x30 + 55x55	1.07	1.07	1.4	2,54	Cumple
7	V-013: C2-C5	115x30 + 55x55	1.09	1.11	1.4	2,63	Cumple
7	V-014: C5-C8	115x30 + 55x55	1.12	1.14	1.4	2,70	Cumple
7	V-015: C8-C11	115x30 + 55x55	1.12	1.14	1.4	2,70	Cumple
7	V-016: C11-C17	115x30 + 55x55	1.09	1.10	1.4	2,61	Cumple
7	V-017: C17-C20	115x30 + 55x55	1.07	1.09	1.4	2,58	Cumple
8	V-018: C1-C6	120x35 + 55x55	1.34	1.37	1.4	3,25	Cumple

Viga			Tensión media (kg/cm²)	Tensión en bordes (kg/cm²)	Valor máximo, estudio de suelos (kg/cm²)	Asentamiento (mm)	Estado
Pórtico	**Tramo**	**Dimensión (cm)**					
8	V-019: C6-C9	120x35 + 55x55	1.36	1.38	1.4	3,27	Cumple
8	V-020: C9-C12	120x35 + 55x55	1.36	1.38	1.4	3,27	Cumple
8	V-021: C12-C18	120x35 + 55x55	1.29	1.31	1.4	3,11	Cumple
8	V-022: C18-C21	120x35 + 55x55	1.29	1.31	1.4	3,11	Cumple
9	V-023: C3-C4	95x35 + 55x55	1.17	1.17	1.4	2,77	Cumple
9	V-024: C4-C7	95x35 + 55x55	1.17	1.18	1.4	2,80	Cumple
9	V-025: C7-C10	95x35 + 55x55	1.18	1.18	1.4	2,80	Cumple
9	V-026: C10-C13	95x35 + 55x55	1.19	1.19	1.4	2,82	Cumple
9	V-027: C13-C19	95x35 + 55x55	1.19	1.20	1.4	2,85	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las tablas anteriores la tensión es menor en la cimentación losa maciza, teniendo valores que oscilan entre los 0,839 kg/cm² y 1,24 kg/cm². Mientras que en la cimentación con viga "T" invertida estos valores van desde 1,07 kg/cm² a 1,38 kg/cm², pero ambos diseños cumplen con la tensión de diseño que es 1.4 kg/cm² según lo estipulado por el estudio de suelos.

Al analizar los resultados de los asentamientos, estos valores se encuentran en un rango desde 2,06mm a 2,94mm en la cimentación con losa maciza, en cambio para la cimentación con viga "T" invertida estos valores van desde 2,54mm a 3,27mm.

Se adjunta un análisis de la cimentación en el caso de usar cimentaciones aisladas lo cual no es viable debido que estas se traslapan o unen, para poder cumplir con los requerimientos técnicos de la estructura, en las figuras 41 y 42 se muestran este análisis.

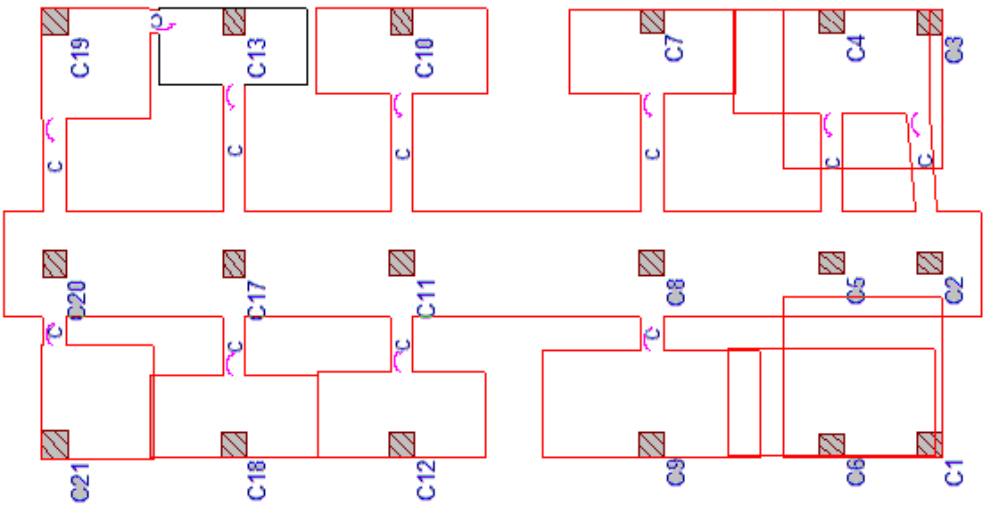


Fig. 41. Cimentación con Zapatas Aisladas.
Nota. Fuente: Elaboración propia.

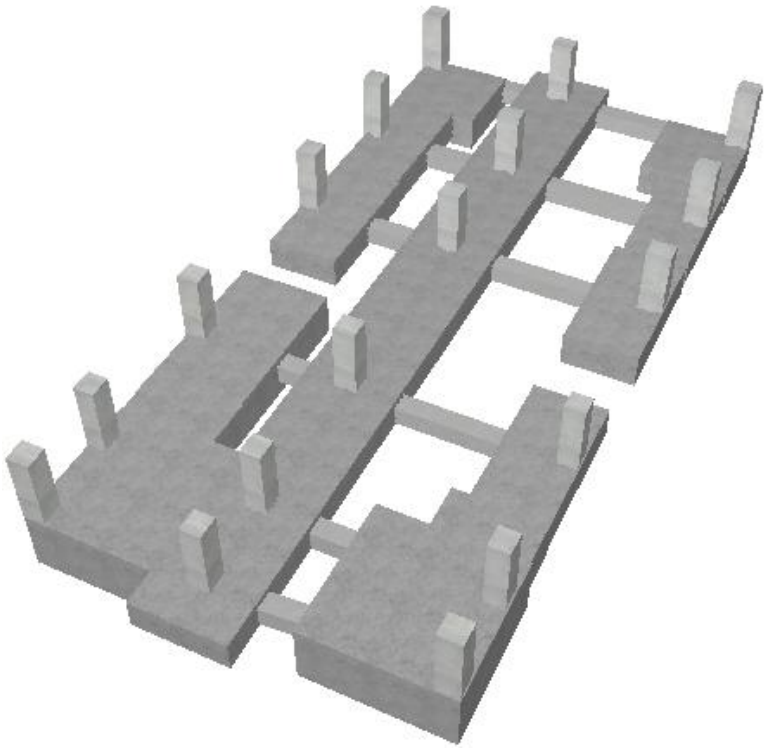


Fig. 42. Cimentación con Zapatas Aisladas.
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI

ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LAS CIMENTACIONES LOSA MACIZA Y "T" INVERTIDA

El análisis económico tiene una buena influencia en el diseño estructural, porque los profesionales siempre deben buscar la viabilidad de los proyectos que desarrollan. Por esta razón se estudiará desde el punto de vista económico, ambas estructuras, para ello enumeraremos los diferentes elementos involucrados en la construcción de cada obra y sus características, para definir cuál es el más rentable. Para estimar el costo total, se van a considerar varios parámetros (costos directos e indirectos). Esto debe incluir análisis de materiales, herramientas, mano de obra, etc. Para las dos cimentaciones analizadas.

6.1 Análisis de Precios Unitarios

Para determinar el costo o precio unitario de un rubro se considera los siguientes parámetros: materias primas, trabajo manual o técnico, equipos, herramientas auxiliares, costos indirectos y utilidades, todo lo cual incide en la formulación de la unidad de medida de cada ítem.

6.1.1 Materiales

En esta parte, se incluye el valor de los materiales a emplear en la ejecución de la obra. Los materiales utilizados en la construcción de obras de concreto reforzado son: cemento, áridos, aditivos, mallas de acero y barras de acero. Todos los materiales deben ser seleccionados de proveedores, teniendo presente que cumplen especificaciones técnicas.

6.1.2 Mano de obra

Esta tarifa refleja el trabajo realizado por encofradores, albañiles, maestros constructores, etc. Capital humano necesario para la construcción de edificios. El análisis de costos se realizará en base al salario para los operadores, albañiles y trabajadores involucrados en la obra, la Contraloría General del Estado ha especificado varias tarifas de salario diario en diferentes publicaciones producidas por la entidad. El desempeño de los empleados se expresa en términos de horas de trabajo.

6.1.3 Equipo y Maquinaria

Estos son los costos incurridos debido al arrendamiento o al desgaste de maquinaria pesada, herramientas pequeñas, herramientas de seguridad y equipos comúnmente utilizados

en la construcción. Estos valores se miden de la siguiente manera: alquiler por hora requerido para operación, mantenimiento y reparaciones.

6.1.4 Costos Indirectos

Estos valores se consideran como los siguientes conceptos: costos directos de gestión y trabajo, ganancias, accidentes laborales.

El alcance de influencia de estos costos varía de acuerdo a la eficiencia y estructura de la entidad a construir, usualmente se utiliza un porcentaje del 15% al 25% de los costos directos. Generalmente se ocupan valores del 20% al 23%, el costo indirecto tomado para este análisis es igual al 20%. Usando estos parámetros mencionados anteriormente, se puede realizar un análisis de precio unitario. La siguiente tabla se presenta el rubro replanteo y nivelación. El anexo 3 enumera los rubros utilizados en el estudio.

TABLA XXII

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO, RUBRO REPLANTEO Y NIVELACIÓN.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Replanteo y nivelación **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta menor	1	0,3	0,3	0,016	0
Equipo de Topografía	1	4	4	0,016	0,06
SUBTOTAL M					0,06
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	1	3,62	3,62	0,016	0,06
Topógrafo (en construcciones-estr Oc. C1)	1	4,06	4,06	0,016	0,06
SUBTOTAL N					0,12
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Clavos		Kg	0,03	2,52	0,08
Albalux		Kg	0,01	0,22	0
Tira de Eucalipto (4x5cm)		m	0,4	1,05	0,42
Pintura Spray		u	0,01	2,5	0,03
SUBTOTAL O					0,53
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,71
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	0,14
	OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,85
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	**VALOR OFERTADO**	0,85

Fuente: Elaboración propia.

En base a los párrafos precedentes, se determinaron los diferentes rubros que intervienen en la construcción de las dos obras, por ejemplo: hormigón fc=210 kg/cm2 inc. encofrado, excavación con retroexcavadora, relleno compactado con material de mejoramiento, etc. Se cuantifico la cantidad de estos rubros, con las cantidades se determinó el presupuesto de cada cimentación. Se llevó a cabo una comparación presupuestaria entre las cimentaciones losa maciza y "T" invertida, respectivamente. El valor de la ejecución de la cimentación losa maciza es 41.205,28 USD y el costo de construcción de la cimentación "T"

invertida es 30.080,96 USD. Estos valores se pueden ver en las tablas XXIII y XXIV a continuación.

TABLA XXIII

PRESUPUESTO CIMENTACIÓN LOSA MACIZA.

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	501001	Hormigón fc=210 Kg/cm2, incluye encofrado.	m3	83,36	$ 141,12	$ 11.763,76
2	506001	Replanteo y nivelación	m2	138,93	$ 0,85	$ 118,09
3	508006	Excavación con Retroexcavadora	m3	222,29	$ 3,72	$ 826,92
4	500002	Relleno Compactado con Material de Mejoramiento	m3	131,99	$ 26,58	$ 3.508,29
5	500002	Replantillo con Hormigón fc=180 Kg/cm2, incluye encofrado.	m2	13,89	$ 54,82	$ 761,45
6	502001	Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	Kg	9479,38	$ 2,09	$ 19.811,91
		SUBTOTAL				$ 36.790,43
		IVA 12.00%				$ 4.414,85
		TOTAL				$ 41.205,28
		TOTAL PRESUPUESTO				**$ 41.205,28**

Fuente: Elaboración propia.

TABLA XXIV

PRESUPUESTO CIMENTACIÓN VIGA “T” INVERTIDA.

PRESUPUESTO

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	501001	Hormigón fc=210 Kg/cm2, incluye encofrado.	m3	39,60	$ 141,12	$ 5.588,35
2	506001	Replanteo y nivelación	m2	138,93	$ 0,85	$ 118,09
3	508006	Excavación con Retroexcavadora	m3	145,31	$ 3,72	$ 540,55
4	500002	Relleno Compactado con Material de Mejoramiento	m3	99,88	$ 26,58	$ 2.654,81
5	500002	Replantillo con Hormigón fc=180 Kg/cm2, incluye encofrado.	m2	90,80	$ 54,82	$ 4.977,66
6	502001	Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	Kg	6209,83	$ 2,09	$ 12.978,53
		SUBTOTAL				$ 26.858,00
		IVA			**12.00%**	$ 3.222,96
		TOTAL				$ 30.080,96
		TOTAL PRESUPUESTO				**$ 30.080,96**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al valor obtenido, se puede observar que el costo de construcción del edificio con la cimentación losa maciza implica un incremento de la inversión de 11124,32 USD, un 36,98% del costo de la cimentación viga “T” invertida. Como se da a conocer la siguiente figura.

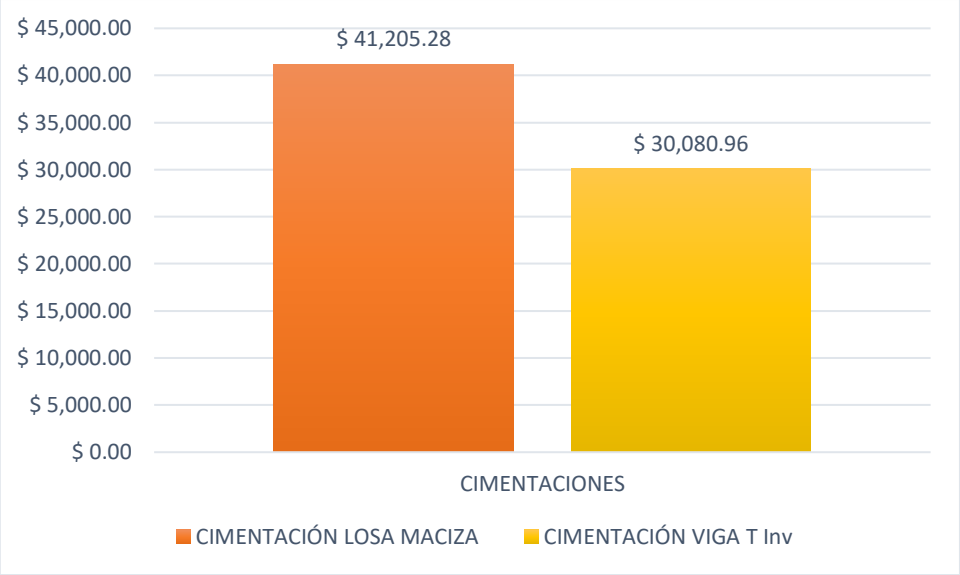


Fig. 43. Comparación del Costo entre las Cimentaciones Losa Maciza y Viga “T” Invertida
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- Los diseños estructurales se han realizado conforme la norma ecuatoriana de construcción NEC 15, capítulo diseño sísmico (NEC-SE-DS), la misma tiene en consideración los criterios: derivas piso, torsión, inercias agrietadas, cortante basal, etc. Que nos permite evaluar el comportamiento global de la estructura. Como se observa en los resultados obtenidos mediante el software Cypecad, las derivas de piso para ambas estructuras son menores al 0.02, al comparar este criterio en ambos edificios, se puede notar que la diferencia entre los valores no es alta. La torsión en ambas estructuras es menor al 20%, se concluye que el comportamiento estructural de los dos oficios es adecuado.
- El diseño a detalle de: columnas, vigas, losa y las cimentaciones, se realizó conforme los criterios del Código ACI 318-19, el mismo da a conocer los parámetros a cumplir para que los elementos estructurales cumplan su función de manera adecuada, al cumplir estos estándares podemos concluir que el diseño de las dos estructuras se realizó correctamente.
- Mediante el uso del software Cypecad, se determinó que la tensión generada sobre el terreno es menor en la losa maciza, teniendo valores que oscilan entre los 0,839 kg/cm² y 1,24 kg /cm². Mientras que en la cimentación con viga "T" invertida estos valores van desde 1,07 kg /cm² a 1,38 kg/cm², los asentamientos de igual manera varían desde 2.06mm a 2,94mm en la cimentación con losa maciza, en cambio para la cimentación con viga "T" invertida estos valores van desde 2,54mm a 3,27mm, en caso que tengamos un proyecto donde se requiera reducir la tensión sobre el terreno y los asentamientos se haría viable el uso de la cimentación losa maciza, caso contrario el empleo de una de las alternativas no sería de mayor influencia técnica.
- El costo de construcción de la cimentación losa maciza es 41.205,28 USD y el costo de construcción de la cimentación viga "T" invertida es 30.080,96 USD, como se observa la construcción de la cimentación losa maciza es más costosa debido a que en la misma se utiliza mayor cantidad de acero de refuerzo.

- Resulta viable el uso de la cimentación “T” invertida si buscamos reducir costos en la construcción en suelos urbanos consolidados. Como se observa el costo de construcción de la cimentación losa maciza implica un incremento de la inversión de 11124,32 USD, un 36,98% del costo de la cimentación viga “T” invertida.
- De acuerdo al análisis realizado con cimentaciones aisladas, este tipo de cimentación se traslapa o se une para poder cumplir con los requerimientos técnicos de la subestructura y al ser una zona consolidada no se puede aumentar el tamaño del área de cimentación, por esta razón no se puede emplear esta alternativa en este proyecto.

7.2 Recomendaciones

Se puede evidenciar que tanto en la cimentación losa maciza y en la cimentación “T” invertida el acero de refuerzo tiene gran influencia en el costo de la estructura, por lo tanto, el presupuesto estará influenciado por el rubro de acero de refuerzo.

En el caso de querer reducir tiempo de construcción se podría optar usar la cimentación losa maciza ya que el encofrado seria solo en la parte perimetral de esta cimentación y se procedería a armar el acero y después fundirlo, mientras si se utiliza la cimentación “T” invertida esta tomará más tiempo de construcción debido a que tenemos que encofrar las vigas y realizar dos fundiciones para darle la forma “T” invertida que estas tienen.

El uso de estas cimentaciones losa maciza y “T” invertida es recomendable en suelos de baja capacidad portante debido a que reducen la tensión sobre el terreno y no se presentan asentamientos diferenciales en ambos tipos de estructuras.

Se recomienda realizar estudios similares para edificaciones con mayor número de pisos y analizar la subestructura, combinando diferentes tipos de cimentación (zapata aislada, zapata combinada, zapata medianera, viga “T” invertida) buscando obtener un mejor comportamiento estructural.

Bibliografía

[1] J. C. McCormac y R. H. Brown, Diseño de concreto reforzado, 10ma ed., México D.F.: Alfaomega, 2018.

[2] M. Romo Proaño, Temas de Hormigón Armado., Quito: Libro virtual de la escuela politécnica del ejérctito – ecuador., 2008.

[3] Braja M. Das, Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, 7ma ed., México: Cengage Learning, 2012.

[4] NEC-SE-DS, «Norma Ecuatoriana de la Construcción,» de *Peligro Sísmico - Diseño sismo resistente*, Quito, MIDUVI, 2015.

[5] American Concrete Institute, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI318S-14) Versión en español y en unidades usales en USA, Farmington Hills-Michigan: American Concrete Institute, 2019.

[6] NEC-SE-CG, «Norma Ecuatoriana de la Construcción,» de *Cargas (No Sísmicas)*, Quito, MIDUVI, 2015.

[7] CYPE Ingenieros, S.A, Manual del usuario CYPECAD, Alicante: CYPE Ingenieros, S.A., 2018.

[8] J. R. Salazar, COSTOS Y PRESUPUESTOS EN EDIFICACIONES, Lima: MACRO, 2015.

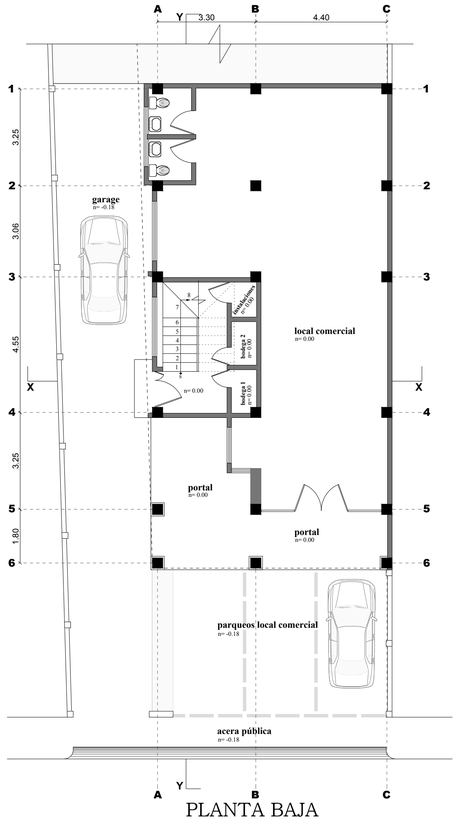
[9] C. J. Suárez Salazar, Costo y tiempo en la edificacion., 3a. ed. ed., México: Limusa, 2005.

[10] NEC-SE-HM, «Norma Ecuatoriana de la Construcción,» de *Estruturas de Hormigón Armado*, Quito, MIDUVI, 2015.

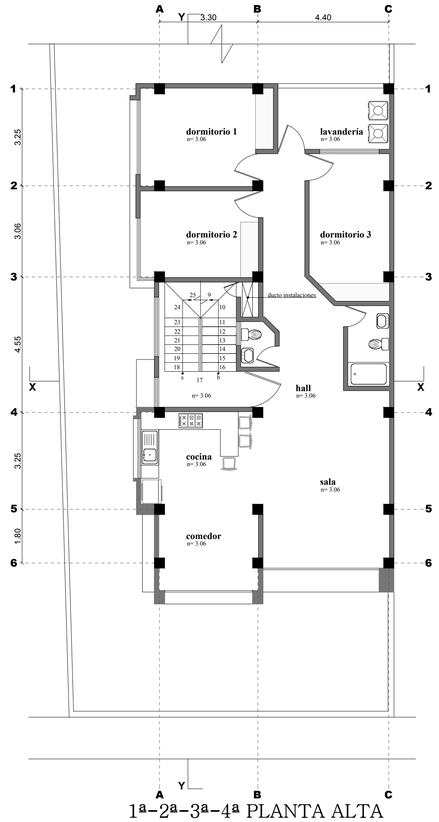
ANEXOS

ANEXO 1

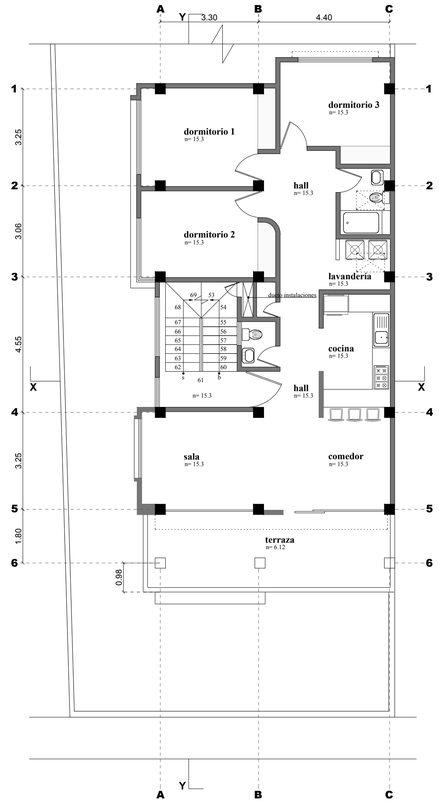
PLANOS ARQUITECTÓNICOS



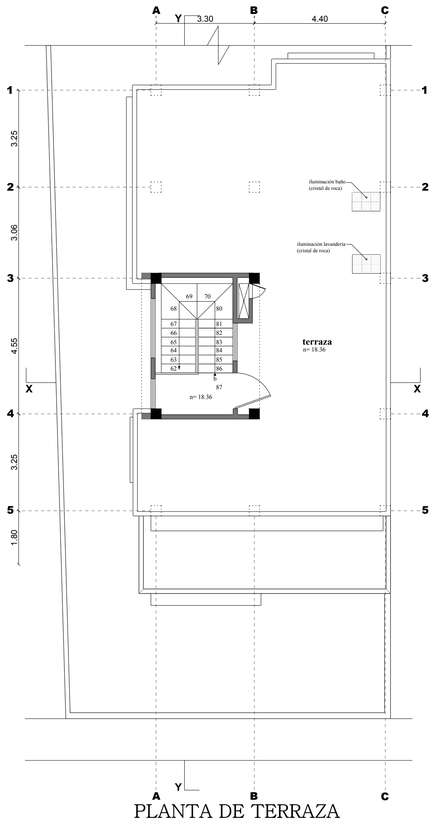
PLANTA BAJA



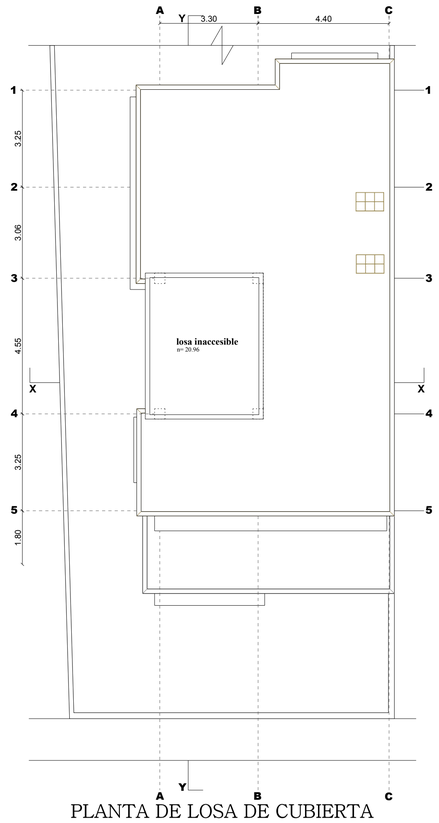
1ª–2ª–3ª–4ª PLANTA ALTA



5ª PLANTA ALTA

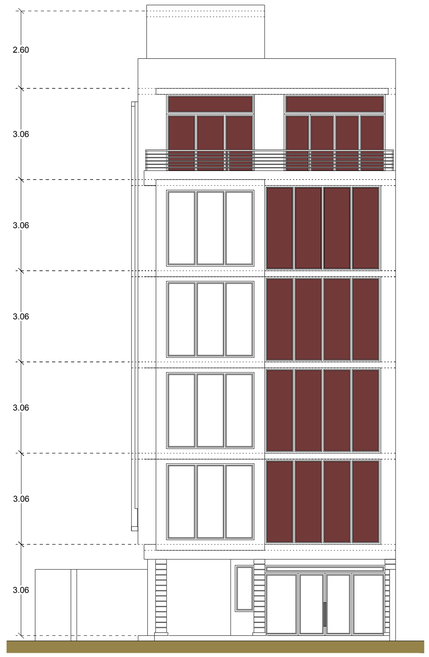


PLANTA DE TERRAZA



PLANTA DE LOSA DE CUBIERTA

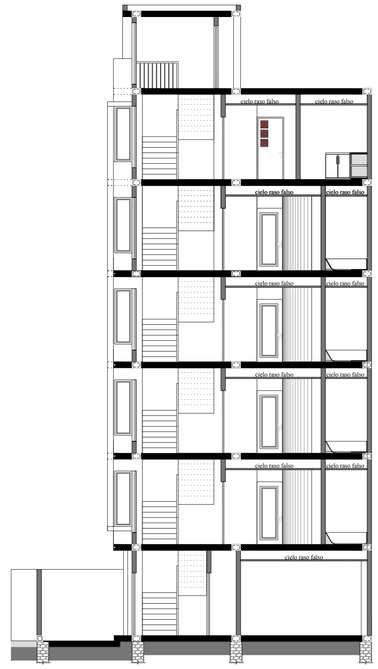
ESCALA: 1:100	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
	DISEÑO: JESSICA CASTRO DIGITACIÓN: JESSICA CASTRO REVISIÓN: JESSICA CASTRO JESSICA CASTRO
CONTIENE: PLANTA BAJA, PLANTAS ALTAS, PLANTA DE TERRAZA, PLANTA CUBIERTA.	AGOSTO - 2021 LÁMINA 1/2



ELEVACIÓN FRONTAL



ELEVACIÓN POSTERIOR



SECCIÓN X-X



ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA

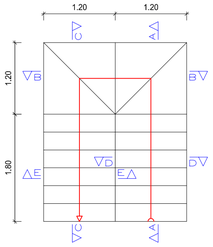


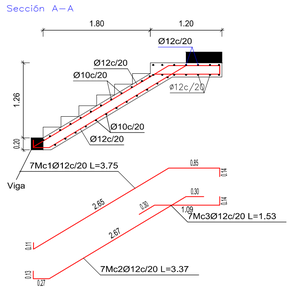
SECCIÓN Y-Y

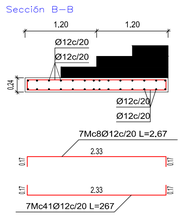
ESCALA: 1:100	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
	DISEÑO: JESSICA CASTRO DIGITACIÓN: JESSICA CASTRO REVISIÓN: JESSICA CASTRO JESSICA CASTRO
CONTIENE: ELEVACIONES, CORTES.	AGOSTO - 2021
	LÁMINA 2/2

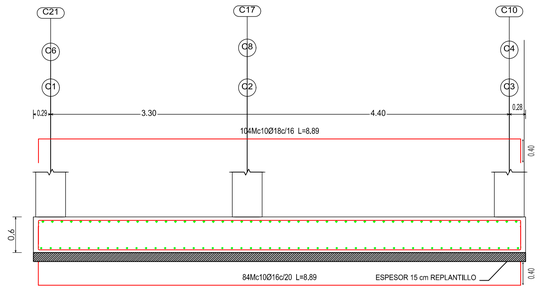
ANEXO 2

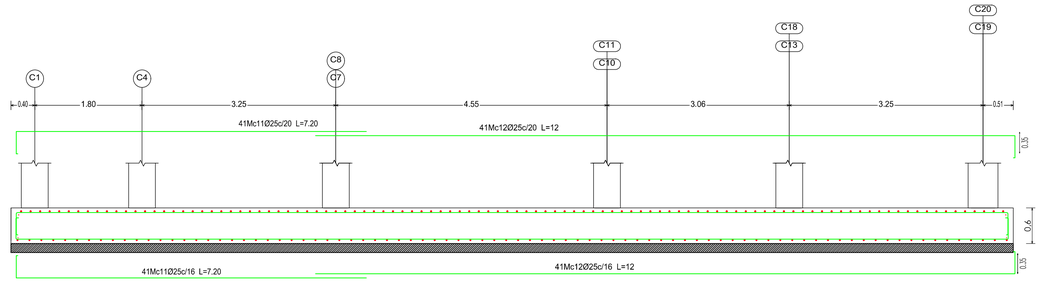
PLANOS ESTRUCTURALES

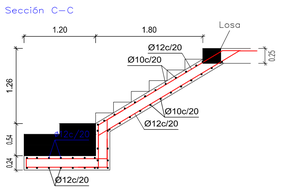


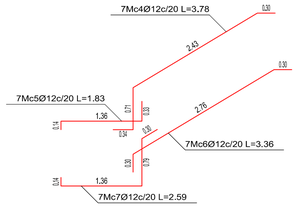


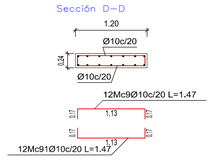


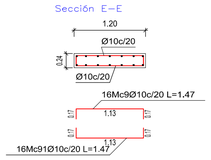




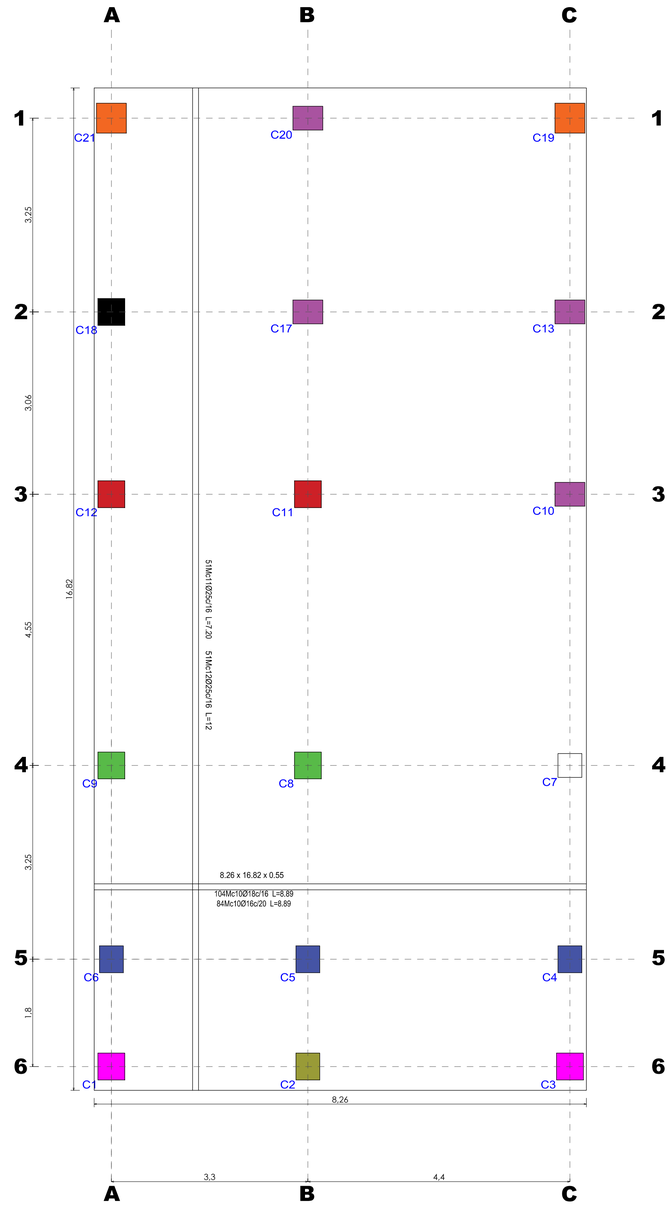








ESC____ESCALERA____ 1:50

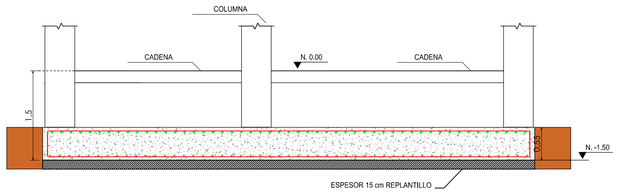


ESC____LOSA DE CIMENTACIÓN NIVEL –1.50____ 1:50

PLANILLA DE ACERO ESCALERA									
Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
1	Z	12	7	2.65	0.85	0.11	0.14	3.75	26.25
2	Z	12	7	2.67	0.30	0.27	0.13	3.37	23.59
3	Z	12	/	1.09	0.30		0.11	1.53	10.71
4	Z	12	7	2.43	0.71	0.3	0.34	3.78	26.46
5	Z	12	7	1.36	0.33		0.14	1.83	12.81
6	Z	12	7	2.76	0.30	0.3		3.36	23.52
7	Z	12	7	1.46	0.79	0.14	0.30	2.69	18.83
8	C	12	/	2.55	0.17			2.67	18.69
9	C	12	28	1.13	0.17			1.47	41.16

PLANILLA DE ACERO LOSA DE CIMENTACIÓN									
Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
10	C	18	188	8.30	0.40			9.10	1710.80
11	L	25	82	6.83	0.55			7.40	990.10
12	L	25	82	11.65	0.35			12.00	984.00

Resumen de hierros				
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	202.02	0.88	178.22	12
18	1710.80	1.997	3416.73	143
25	1574.40	3.831	6033.65	132
			9628.65	292.00



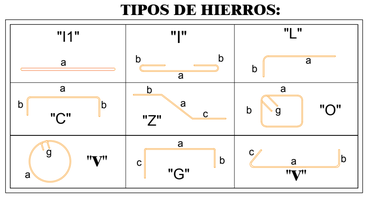
ESC_DETALLE DE CIMENTACIÓN NIVEL–1.50 1:50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	**14,00 T/m2**
Recubrimiento en cimentaciones	**7 cm**
Resistencia a la compresión del hormigon	**f'c = 210 Kg/cm2**
Limite de fluencia del acero	**fy = 4200 Kg/cm2**
Hormigon de replantillo	**f'c = 140 Kg/cm2**

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



NOTAS
PARA REPLANTEO DE EJES REFERIRSE A PLANOS ARQUITECTONICOS

DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

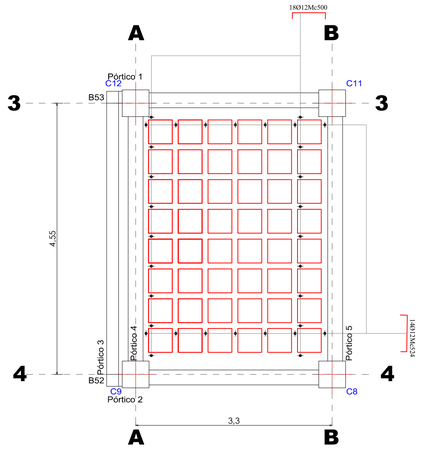
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

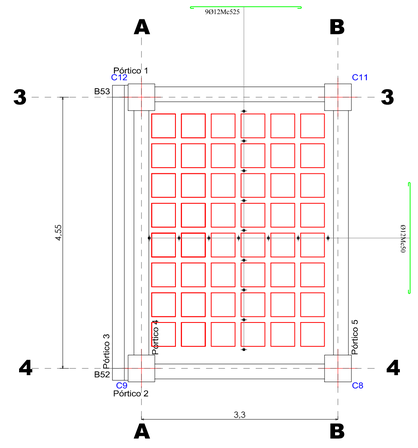
CONTIENE: **-DETALLE ACERO EN LOSA DE CIMENTACIÓN Y ESCALERA**
-PLANILLA DE ACERO

FECHA
AGOSTO _____ 2021

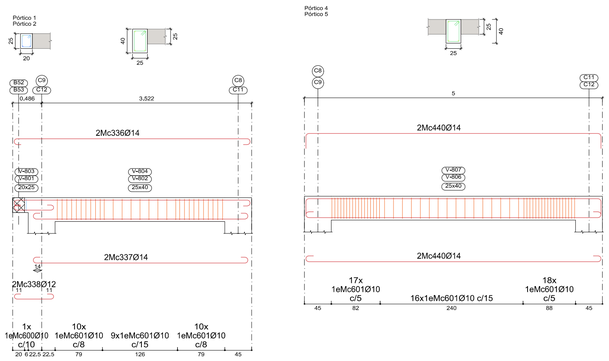
LAMINA
H1_____8

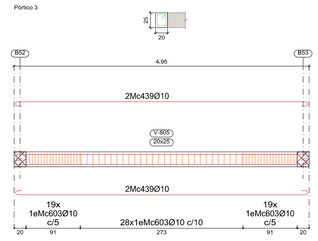


ESC_____ACERO SUP. NIVEL 20.96_____1:50



ESC_____ACERO INF. NIVEL 20.96_____1:50





ESC_____VIGAS. NIVEL 20.96_____1:50

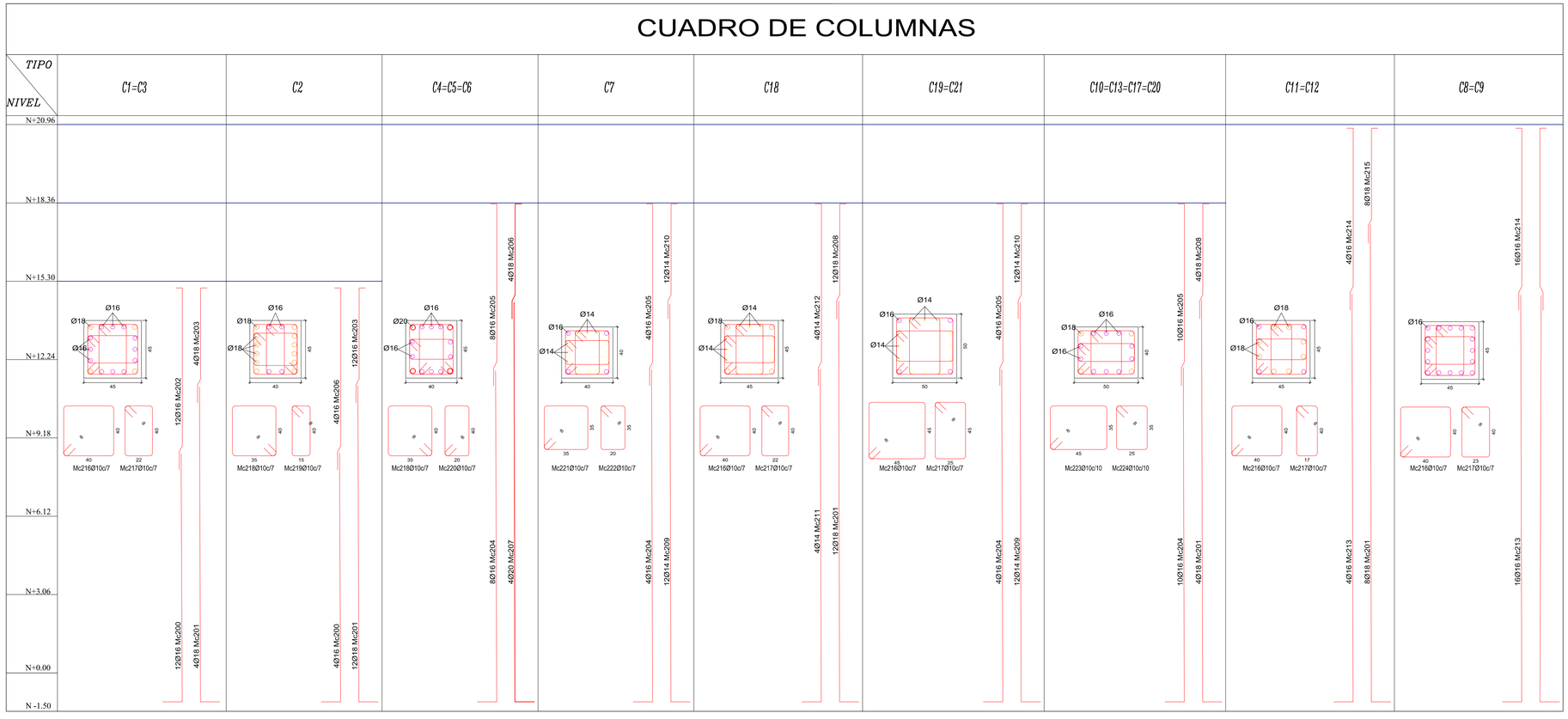
PLANILLA DE ACERO COLUMNAS										
Mc	Tipo	ϕ mm	Num	Dimensiones (m) a	b	c	g	Desarrollo (m) Parcial	total
200	L	18	48	11,40	0,60			12,00	576,00
201	L	16	28	8,50	0,60			9,10	254,80
202	L	16	28	7,80	0,20			8,00	224,00
203	L	18	20	4,90	0,20			5,10	102,00
204	L	16	69	10,50	0,60			11,10	732,60
205	L	16	58	7,85	0,20			8,05	466,90
206	L	20	12	6,75	0,20			6,95	83,40
207	L	20	12	11,40	0,60			12,00	144,00
208	L	18	20	6,75	0,20			6,95	139,00
209	L	14	96	11,40	0,60			12,00	1152,00
210	L	14	24	6,75	0,20			6,95	166,80
211	L	14	4	10,50	0,60			11,10	44,40
212	L	14	4	7,85	0,20			8,05	32,20
213	L	18	90	10,50	0,60			11,10	1554,00
214	L	16	40	11,50	0,70			11,70	468,00
215	L	18	18	10,50	0,20			10,70	173,20
216	O	10	1297	0,50	0,50		0,08	1,76	2282,72
217	O	10	1398	0,40	0,20		0,08	1,40	1957,20
218	O	10	1004	0,40	0,35		0,08	1,63	1665,84
219	O	10	757	0,50	0,50		0,08	1,76	1330,82
220	O	10	574	0,40	0,20		0,08	1,36	710,64
221	O	10	262	0,35	0,35		0,08	1,56	408,72
222	O	10	371	0,35	0,20		0,08	1,26	560,21
223	O	10	734	0,45	0,45		0,08	1,96	1438,64
224	O	10	1488	0,35	0,25		0,08	1,56	1995,48
225	O	10	598	0,40	0,17		0,08	1,30	777,40
226	O	10	538	0,40	0,23		0,08	1,81	849,16

Resumen de hierros				
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
10	13300,46	0,616	8196,08	1109
14	675,40	1,208	815,75	57
16	1548,30	1,578	2170,16	115
18	330,20	1,997	659,34	26
20	777,19	2,185	1560,32	79
				12366,94

PLANILLA DE ACERO LOSAS									
Mc	Tipo	ϕ mm	Num	Dimensiones (m) a	b	c	g	Desarrollo (m) Parcial	total
300	C	12	28	1,10	0,25			1,40	39,20
301	C	12	27	2,55	0,25			2,83	76,93
302	C	12	43	1,65	0,25			1,75	75,25
303	C	12	13	1,10	0,25			1,40	21,00
304	C	12	15	2,70	0,25			2,50	37,50
305	C	12	7	1,00	0,25			1,30	9,10
306	C	12	9	2,50	0,25			2,80	25,20
307	C	12	16	3,50	0,25			3,80	60,80
308	C	12	16	1,70	0,25			2,00	32,00
309	C	12	8	1,25	0,25			1,55	12,40
310	C	12	7	1,10	0,25			1,40	9,80
311	I	12	5	3,30			0,11	3,52	17,60
312	I	12	1	1,70			0,11	1,92	51,68
313	I	12	7	8,10			0,11	8,32	58,24
314	I	12	9	4,40			0,11	4,62	41,58
315	I	12	12	8,90			0,11	9,24	110,28
316	I	12	18	6,30			0,11	6,52	117,36
317	I	12	9	11,10			0,11	11,32	101,88
318	I	12	2	3,25			0,11	3,47	6,94
319	I	12	7	7,75			0,11	7,97	55,79
320	I	12	2	4,40			0,11	4,60	9,24
321	I	12	8	6,70			0,11	6,92	7,36
322	I	12	9	7,80			0,11	8,02	72,18
323	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,04
324	I	12	14	4,55			0,11	4,77	66,78
325	I	12	9	4,50			0,11	4,72	42,48
326	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,04

Resumen de hierros				
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	1196,98	0,887	1062,16	100
			1062,16	

CUADRO DE COLUMNAS



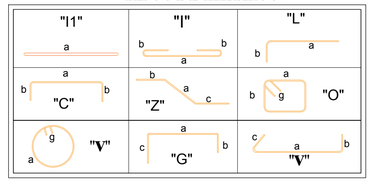
ESC_____COLUMNAS_____1:20

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	14,00 T/m2
Resistencia a la compresión del hormigon	fc = 210 Kg/cm2
Limite de fluencia del acero	fy = 4200 Kg/cm2
Hormigon de replantillo	fc = 140 Kg/cm2

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

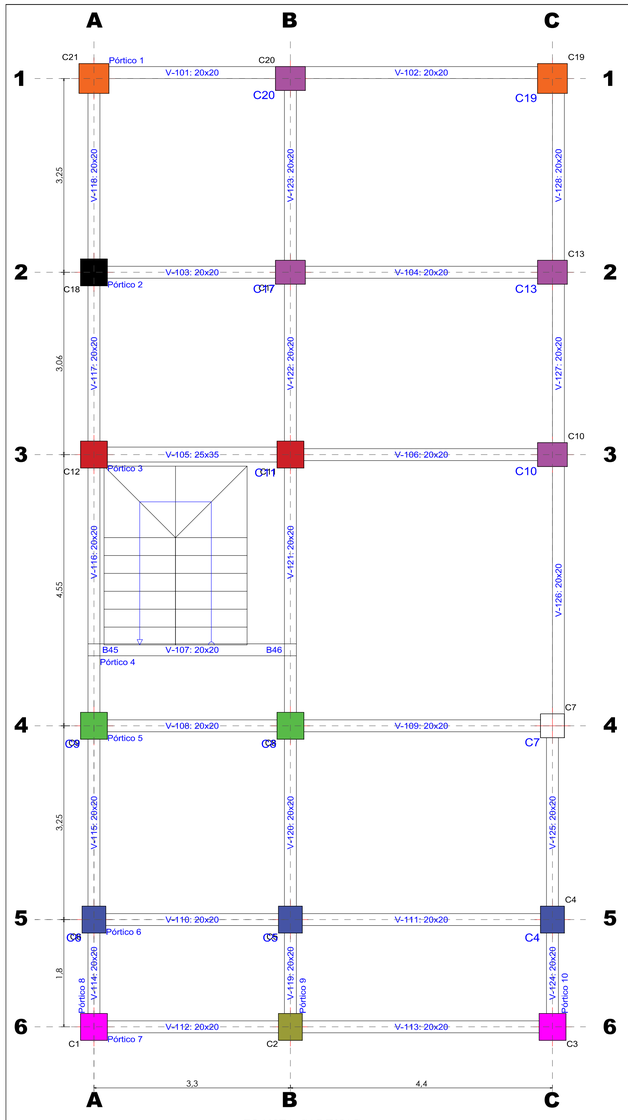
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

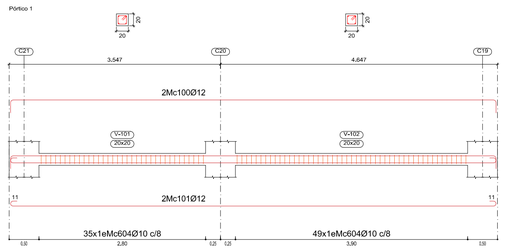
CONTIENE:
-DETALLE ACERO LOSA Y COLUMNAS
-PLANILLA DE ACERO

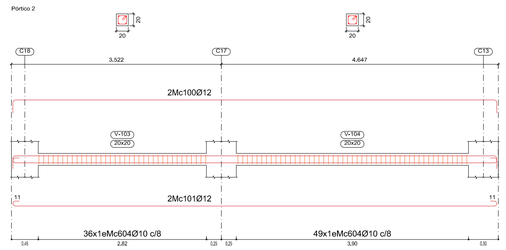
FECHA
AGOSTO_____2021

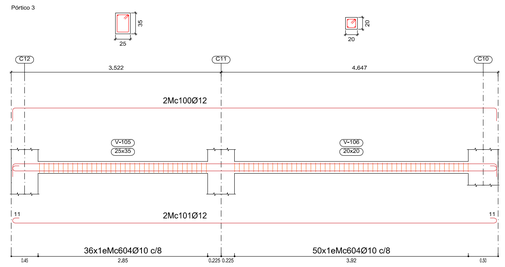
LAMINA
H2_____8

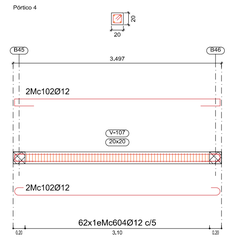


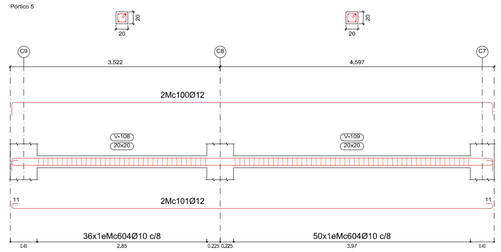
ESC PLANTA CADENAS 1:50

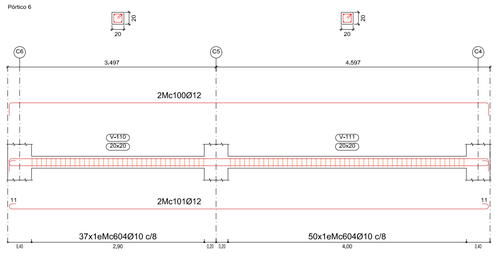


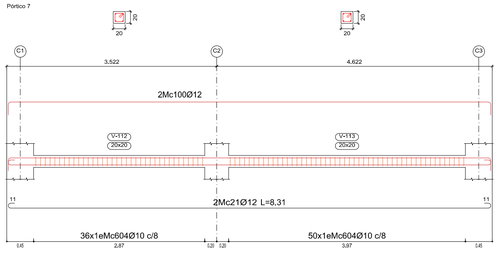


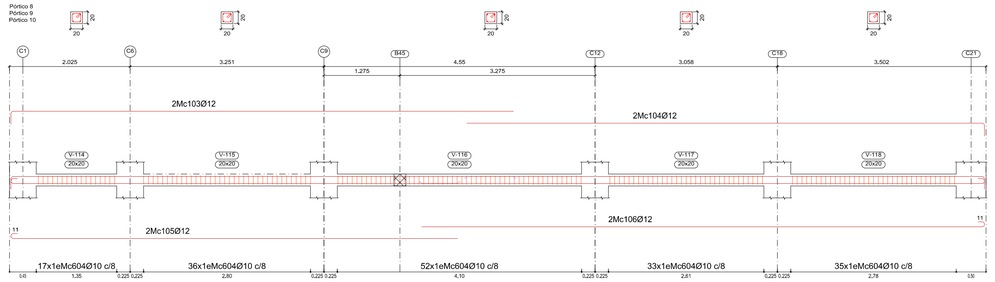




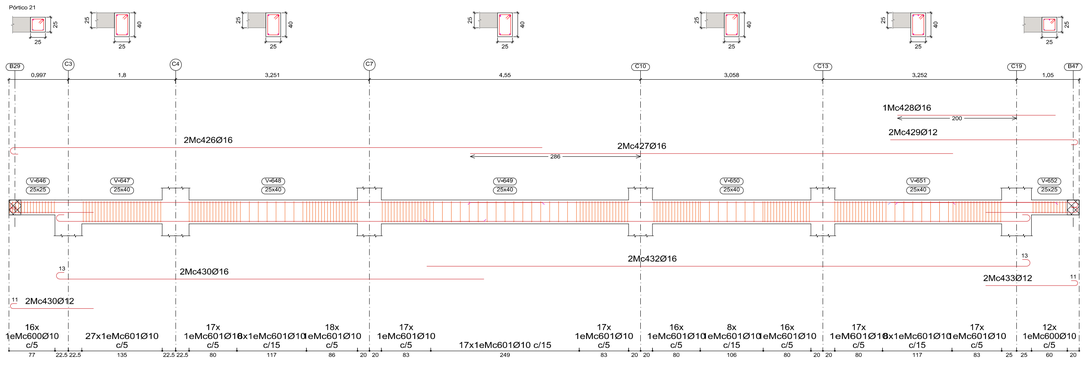


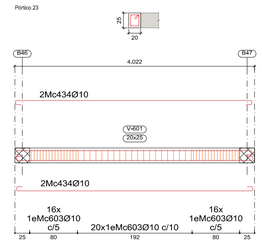


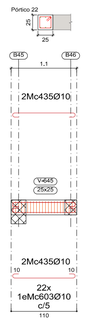




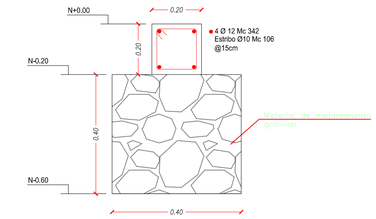
ESC CADENA 1:50







ESC VIGAS VOLADO EJE B1-C1 NIVEL 15.30 1:50



ESC CORTE CADENA F-F 1:20

PLANILLA DE ACERO CADENAS

Mc	Tipo	ϕ mm	Num	Dimensiones (m) a	b	c	g	Desarrollo (m) Parcial	total
100	C	12	12	8,15	0,15			8,45	101,40
101	I	12	12	8,15			0,11	8,37	100,44
102	I	12	4	3,48			0,11	3,70	14,80
105	L	12	2	6,00	0,75			6,15	12,30
104	L	12	2	8,00	0,15			8,15	16,30
105	I	12	2	6,00			0,11	6,22	12,44
106	I	12	2	8,00			0,11	8,22	16,44
601	O	10	749	0,75		0,75	0,08	0,76	569,24

Resumen de hierros

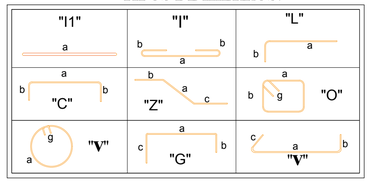
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
10	569,24	0,616	350,78	28
12	274,10	0,887	243,24	23
			594,02	71,00

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	14,00 T/m2
Resistencia a la compresión del hormigon	f'c = 210 Kg/cm2
Limite de fluencia del acero	fy = 4200 Kg/cm2
Hormigon de replantillo	f'c = 140 Kg/cm2

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

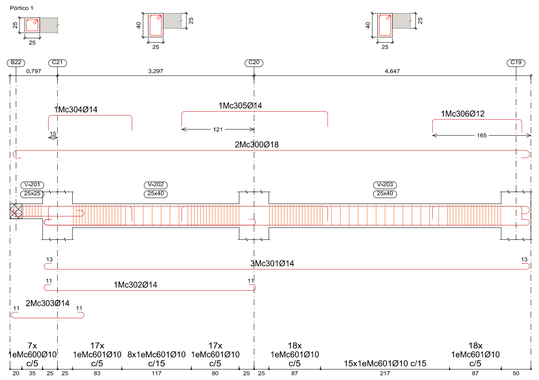
JESSICA CASTRO

CONTIENE:
-DETALLE ACERO CADENAS
-PLANILLA DE ACERO

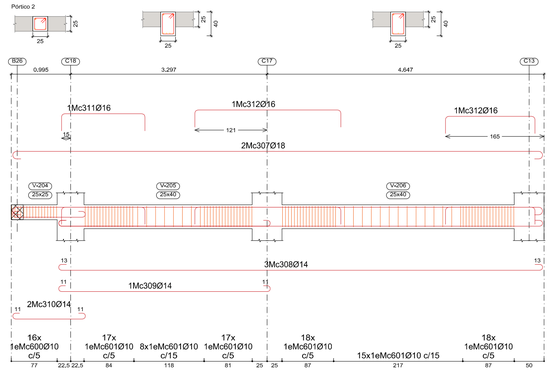
FECHA
AGOSTO 2021

LAMINA
H3 8

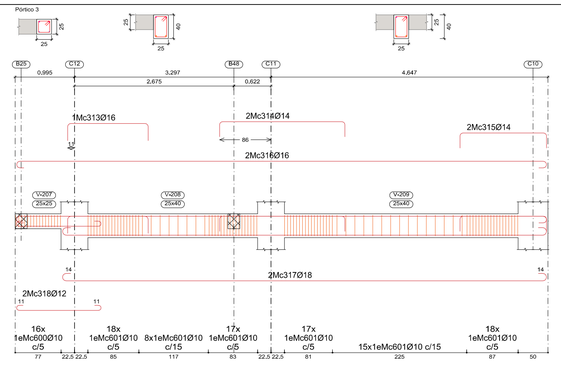
Pórtico 1

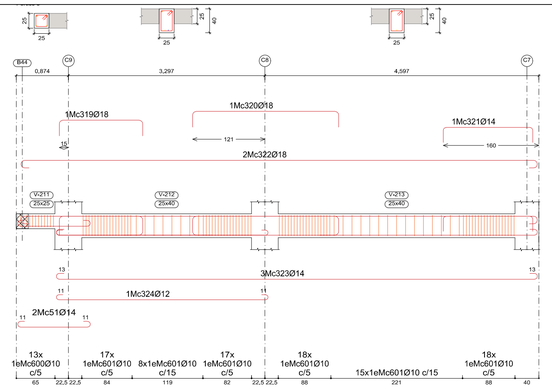


Pórtico 2

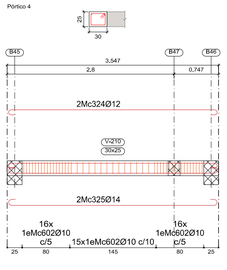


Pórtico 3

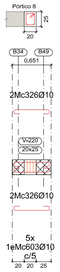




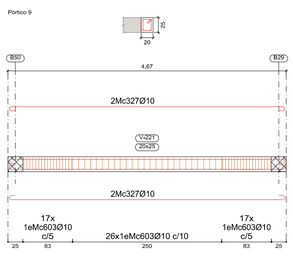
Pórtico 4



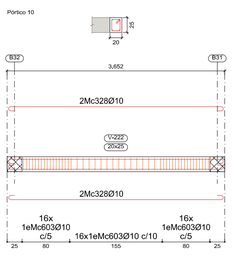
Pórtico 8



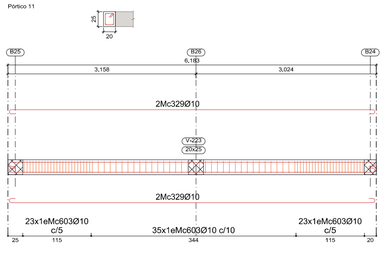
Pórtico 9



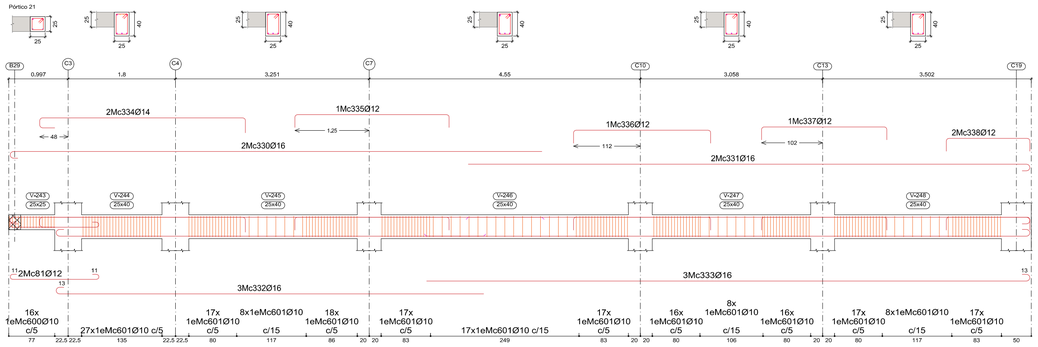
Pórtico 10



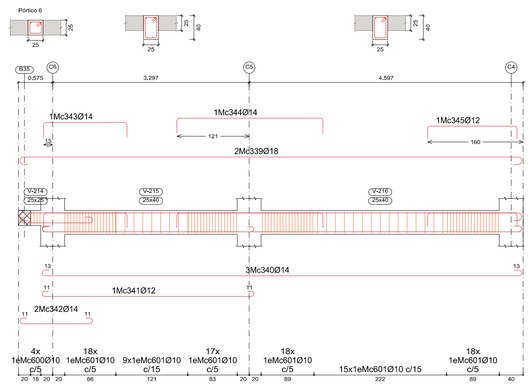
Pórtico 11



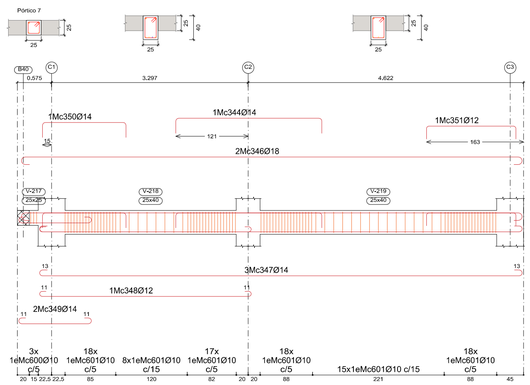
Pórtico 21



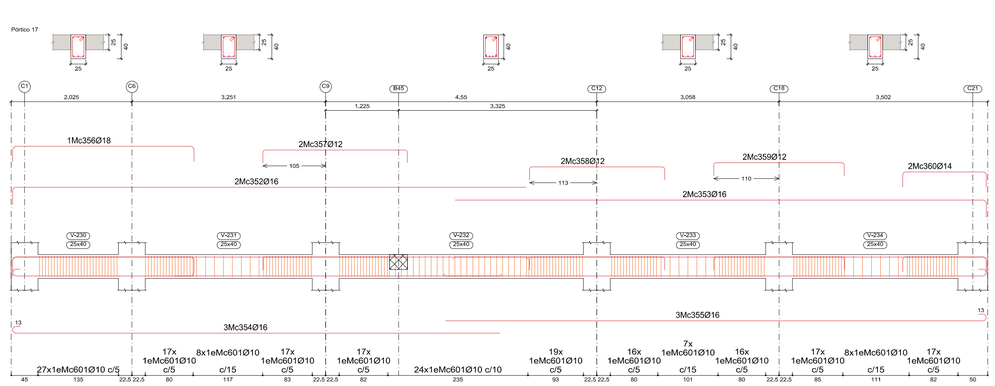
Pórtico 6



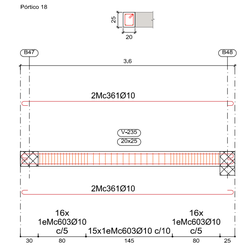
Pórtico 7



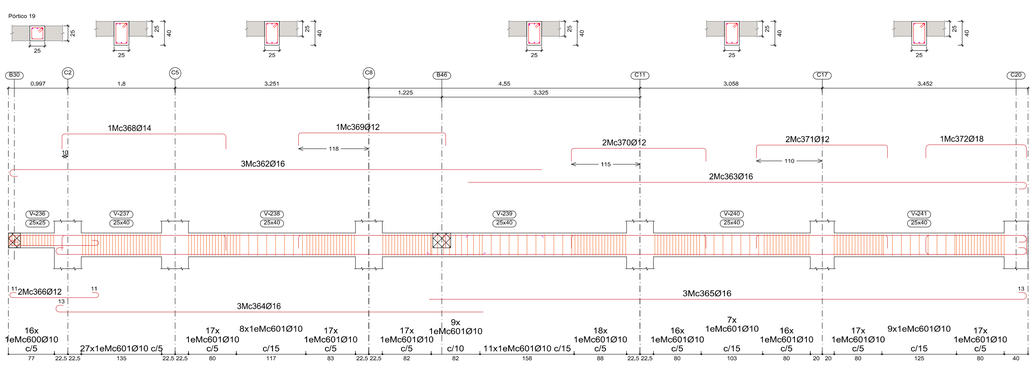
Pórtico 17



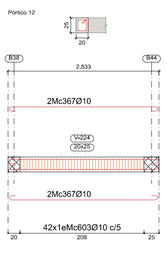
Pórtico 18



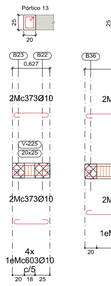
Pórtico 19



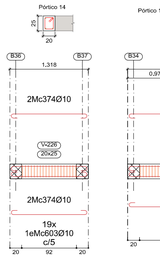
Pórtico 12



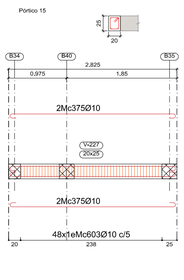
Pórtico 13



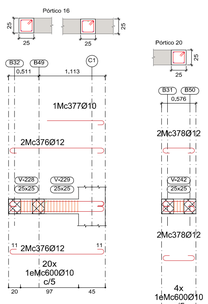
Pórtico 14



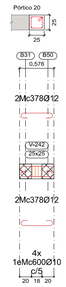
Pórtico 15



Pórtico 16



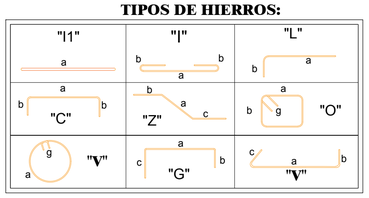
Pórtico 20



ESC VIGAS NIVEL 3.06 AL 15.30 1:50

NOTA
LAS COTAS PARA CERCOS DE ESTRIBOS ESTAN EN CENTIMETROS

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

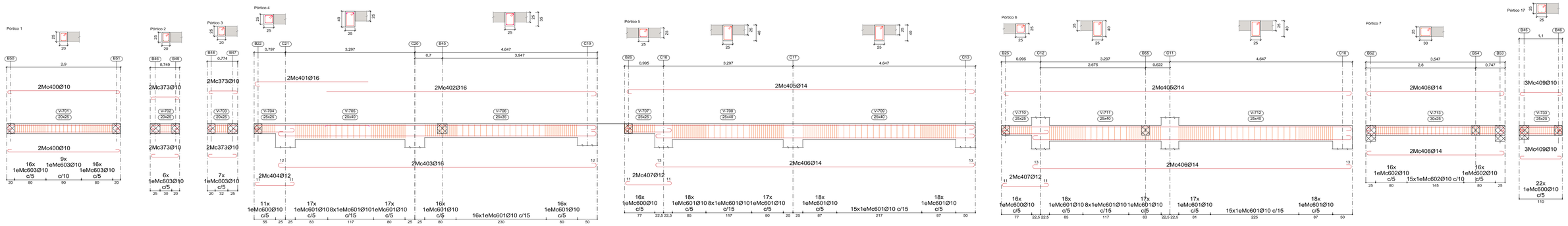
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

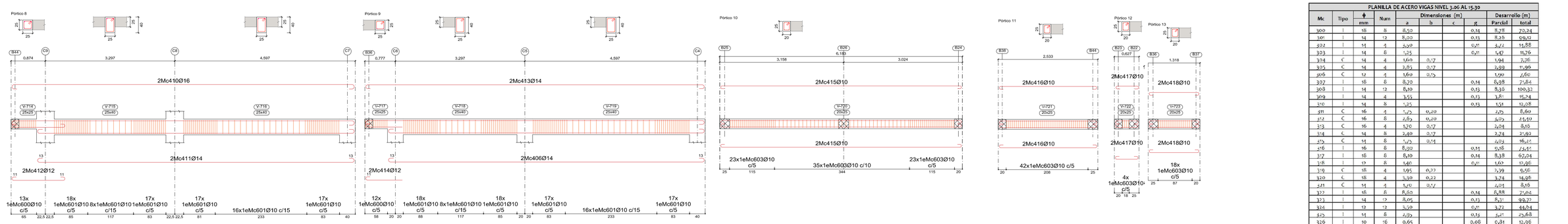
JESSICA CASTRO

CONTIENE:
-DETALLE ACERO VIGAS

FECHA
AGOSTO_____2021

LAMINA
H4_____8





PLANILLA DE ACERO VIGAS NIVEL 3.06 AL 15.30									
Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
300	I	18	8	8,50			0,14	8,78	70,24
301	I	14	12	8,20			0,13	8,35	99,13
302	I	14	4	2,90			0,41	3,72	11,88
303	I	14	8	1,25			0,41	1,47	11,76
304	C	14	4	1,60	0,17			1,94	7,76
305	C	14	4	2,83	0,17			2,99	11,96
306	C	12	4	1,60	0,15			1,90	7,60
307	I	18	8	8,20			0,14	8,48	70,64
308	I	14	12	8,10			0,13	8,30	100,32
309	I	14	4	3,53			0,13	3,81	15,24
310	I	14	8	1,25			0,13	1,51	12,08
311	C	16	4	1,25	0,20			1,65	6,60
312	C	16	8	2,83	0,20			3,23	25,80
313	C	16	4	1,70	0,17			2,04	8,16
314	C	14	8	2,40	0,17			2,74	21,92
315	C	11	8	1,25	0,14			1,53	16,21
316	I	16	8	8,29			0,14	8,58	73,41
317	I	18	8	8,49			0,14	8,78	97,04
318	I	12	8	1,40			0,41	1,67	17,36
319	C	18	4	1,95	0,22			2,39	9,56
320	C	18	4	3,30	0,22			3,74	14,96
321	C	14	4	1,40	0,15			1,68	6,16
322	I	18	8	8,50			0,14	8,88	71,04
323	I	14	12	8,05			0,13	8,31	99,72
324	I	12	12	3,50			0,41	3,72	44,64
325	I	11	8	2,92			0,13	3,21	25,68
326	I	10	16	0,65			0,06	0,81	12,96
327	I	10	16	2,63			0,06	2,81	44,96
328	I	10	16	3,65			0,06	3,81	60,96
329	I	10	16	3,41			0,08	3,61	57,76
330	I	16	8	8,90			0,14	9,04	72,32
331	I	16	6	9,30			0,14	9,44	75,52
332	I	16	12	7,45			0,14	7,59	91,08
333	I	16	12	10,30			0,14	10,24	122,88
334	C	14	8	3,73	0,17			3,92	31,36
335	C	12	4	3,22	0,15			3,87	15,48
336	C	12	4	2,69	0,15			2,55	10,20
337	C	12	4	2,70	0,15			2,33	9,40
338	C	12	4	1,60	0,15			1,75	7,00
339	I	18	8	8,40			0,15	8,70	69,60
340	I	14	12	8,05			0,13	8,31	99,72
341	I	12	4	3,53			0,41	3,77	15,08
342	I	14	8	1,20			0,13	1,46	11,68
343	C	14	4	1,55	0,17			1,89	7,56
344	C	11	8	2,60	0,17			2,91	23,24
345	C	12	4	1,40	0,11			1,92	7,68
346	I	18	8	8,35			0,15	8,65	69,20
347	I	14	12	8,40			0,13	8,38	100,32
348	I	12	4	3,57			0,41	3,77	15,08
349	I	11	4	1,20			0,13	1,16	4,81
350	I	14	4	1,60			0,13	1,86	7,44
351	C	12	4	1,60	0,15			1,90	7,60
352	C	16	4	8,70	0,20			8,90	35,60
353	C	16	8	9,00	0,20			9,20	73,60
354	I	16	12	8,20			0,15	8,20	98,40
355	I	16	12	9,05			0,13	9,05	108,60
356	C	16	4	3,60	0,22			4,04	16,16
357	C	12	8	2,65	0,15			2,93	23,60
358	C	12	8	2,50	0,15			2,70	21,60
359	C	12	8	2,30	0,15			2,50	20,80
360	C	14	6	1,55	0,17			1,89	15,12
361	I	10	16	3,60			0,08	3,76	60,16
362	I	16	12	8,90			0,13	9,03	108,36
363	I	16	8	9,25			0,15	9,48	75,84
364	I	16	12	7,85			0,15	8,08	97,56
365	I	16	12	10,20			0,13	10,13	121,56
366	I	12	8	1,50			0,41	1,73	13,76
367	I	10	16	2,50			0,08	2,66	42,56
368	C	14	4	2,03	0,17			2,49	13,16
369	C	12	4	2,60	0,15			2,90	11,60
370	C	12	8	2,40	0,15			2,70	21,60
371	C	12	8	2,30	0,15			2,50	20,80
372	C	18	4	2,20	0,22			2,64	10,56
373	I	10	18	0,60			0,08	0,76	26,28
374	I	10	16	1,30			0,08	1,46	23,36
375	I	10	16	1,80			0,08	1,96	31,36
376	I	12	16	1,55			0,41	1,73	28,32
377	I	10	4	1,00			0,08	1,16	4,62
378	I	10	4	0,65			0,08	0,81	3,24
									4315,54

Resumen de hierros			
ϕ	m	kg/m	kg
10	1975,61	0,616	1199,32
12	314,80	0,887	279,24
14	780,56	1,208	918,61
16	1182,12	1,578	1864,84
18	1,40,40	1,999	938,79
			4315,54

PLANILLA DE ACERO VIGAS NIVEL 18.36 AL 20.96									
Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
400	I	10	4	2,90			0,08	3,06	12,24
401	I	16	2	2,80			0,13	3,06	6,12
402	I	16	2	6,80			0,13	7,06	14,12
403	I	16	2	7,95			0,13	8,21	16,42
404	I	12	2	1,00			0,11	1,22	2,44
405	I	11	4	8,15			0,13	8,01	28,01
406	I	11	6	8,63			0,13	8,51	63,86
407	I	12	4	1,15			0,11	1,37	5,48
408	I	14	4	3,40			0,13	3,66	14,64
409	I	10	5	1,05			0,08	1,21	6,05
410	I	16	2	8,30			0,13	8,76	17,52
411	I	11	2	8,23			0,13	8,51	16,62
412	I	12	2	1,35			0,11	1,57	3,14
413	I	14	2	8,50			0,13	8,76	17,52
414	I	12	2	0,90			0,11	1,12	2,24
415	I	10	4	6,15			0,08	6,31	25,24
416	I	10	4	2,50			0,08	2,66	10,64
417	I	10	4	0,60			0,08	0,76	3,04
418	I	10	4	1,25			0,08	1,41	5,64
419	I	10	4	3,50			0,08	3,66	14,64
420	I	16	2	10,10			0,13	10,23	20,46
421	I	16	2	5,60			0,13	5,73	11,46
422	I	16	2	9,90			0,13	10,03	20,06
423	I	16	2	5,50			0,13	5,63	11,26
424	I	10	1	1,10			0,08	1,86	1,86
425	I	12	2	1,25			0,11	1,47	2,94
426	I	16	2	8,90			0,13	9,16	18,32
427	I	16	2	8,00				8,00	16,00
428	I	16	1	2,63				2,63	2,63
429	I	12	2	5,15			0,11	5,37	6,74
430	I	12	2	1,40			0,11	1,62	3,24
431	I	16	2	7,15			0,13	7,41	14,82
432	I	16	2	10,10			0,13	10,36	20,72
433	I	12	2	1,50			0,11	1,72	3,44
434	I	10	4	4,00			0,08	4,16	16,64
435	I	10	1	1,10			0,08	1,26	1,26
436	I	11	2	3,50			0,13	3,71	8,02
437	I	14	2	3,55			0,13	3,81	7,62
438	I	12	2	0,60			0,11	0,82	1,64
439	I	10	4	4,95			0,08	5,11	20,44
440	I	14	4	4,95			0,13	5,21	20,84
600	O	10	2552	0,40	0,20		0,08	0,96	196,80
601	O	10	6008	0,35	0,20		0,08	1,26	2570,08
602	O	10	235	0,25	0,20		0,08	1,06	249,10
603	O	10	1802	0,15	0,15		0,08	0,76	1369,52
									5410,92

Resumen de hierros				
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
10	9746,97	0,616	6006,33	813
12	31,30	0,887	27,77	3
14	171,56	1,208	207,21	15
16	169,93	1,578	2199,62	16
			5410,92	

ESC VIGAS NIVEL 18.36 1:50

TIPOS DE HIERROS:

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	**14,00 T/m2**
Resistencia a la compresión del hormigon	**fc = 210 Kg/cm2**
Limite de fluencia del acero	**fy = 4200 Kg/cm2**
Hormigon de replantillo	**fc = 140 Kg/cm2**

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

NOTA
LAS COTAS PARA CERCOS DE ESTRIBOS ESTAN EN CENTIMETROS

DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

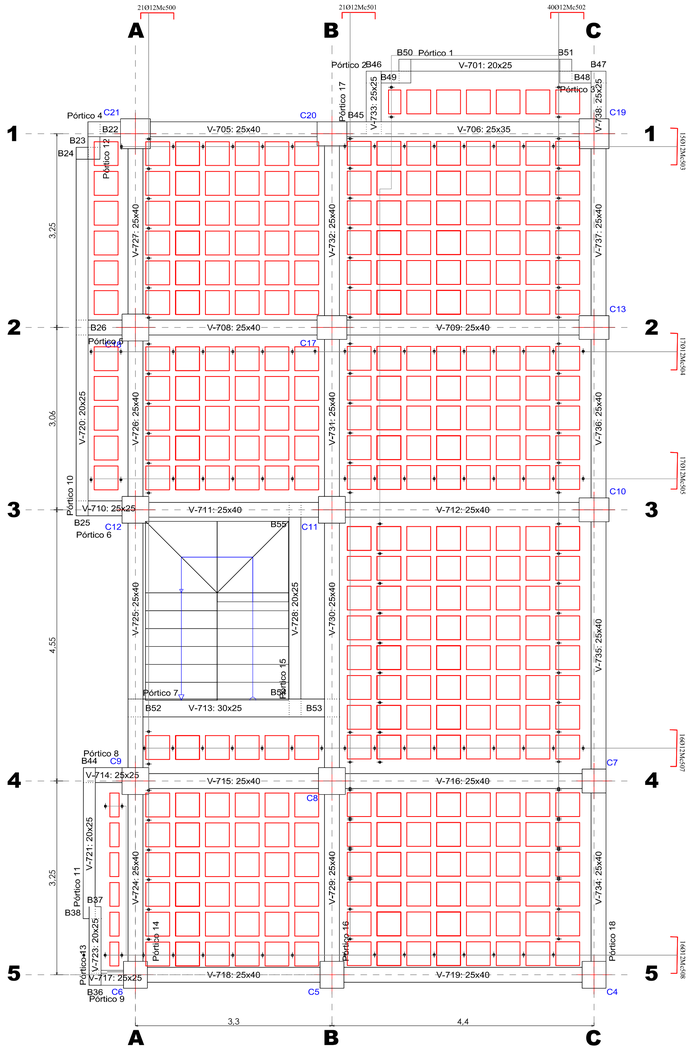
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

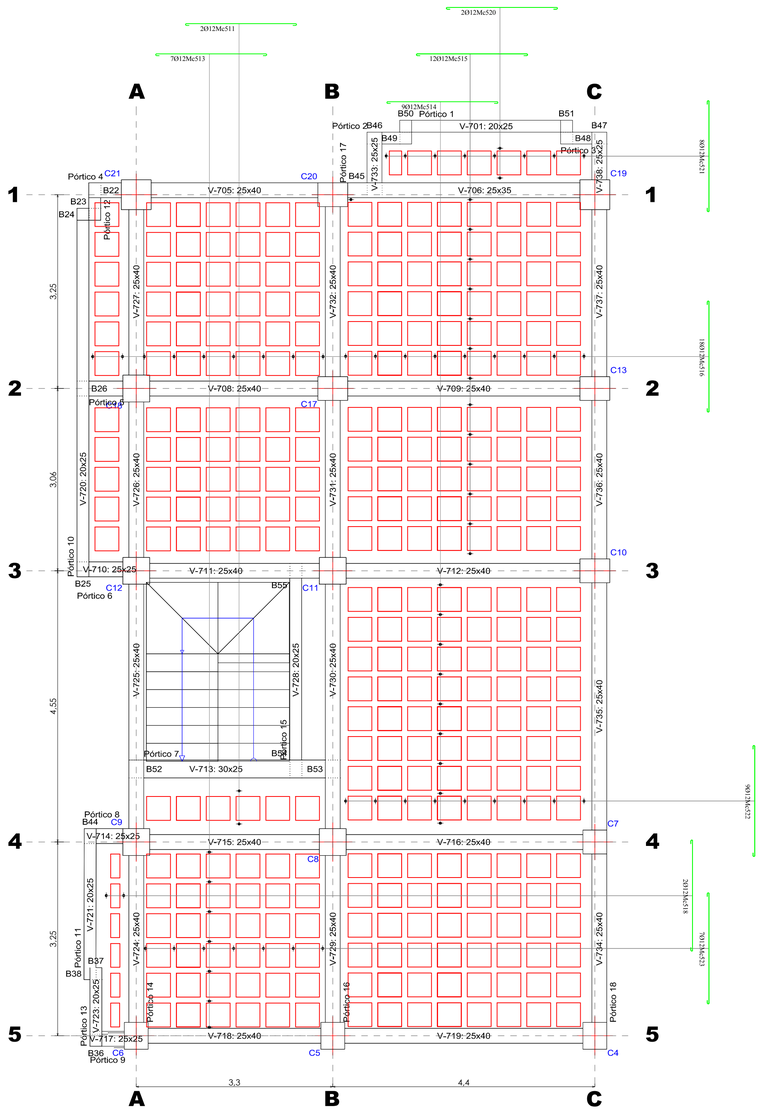
CONTIENE:
-DETALLE ACERO VIGAS
-PLANILLA DE ACERO

FECHA
AGOSTO 2021

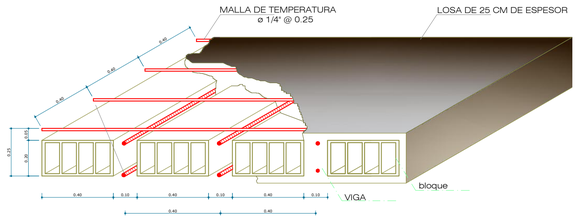
LAMINA
H5 8



ESC_____ACERO SUP. NIVEL 18.36_____1:50



ESC_____ACERO INF. NIVEL 18.36_____1:50



ESC_____DETALLE LOSA NERVADA_____1:10

PLANILLA DE ACERO LOSAS

Mc	Tipo	ϕ mm	Num	Dimensiones (m) a	b	c	g	Desarrollo (m) Parcial	total
500	C	12	28	1,10	0,15			1,40	39,20
501	C	12	27	2,53	0,15			2,83	76,33
502	C	12	43	1,45	0,15			1,75	75,25
503	C	12	15	1,10	0,15			1,40	21,00
504	C	12	15	2,20	0,15			2,50	37,50
505	C	12	7	1,00	0,15			1,30	9,10
506	C	12	9	2,50	0,15			2,80	25,20
507	C	12	16	3,50	0,15			3,80	60,80
508	C	12	16	1,70	0,15			2,00	32,00
509	C	10	8	1,25	0,15			1,55	12,40
510	C	12	7	1,10	0,15			1,40	9,80
511	I	12	5	3,26			0,11	3,52	17,60
512	I	12	4	1,40			0,11	1,62	31,68
513	I	12	7	8,10			0,11	8,32	58,24
514	I	12	9	4,40			0,11	4,62	41,58
515	I	12	12	8,40			0,11	8,52	102,25
516	I	12	18	6,30			0,11	6,52	117,36
517	I	12	11	11,10			0,11	11,32	124,58
518	I	12	2	3,25			0,11	3,47	6,94
519	I	12	7	7,75			0,11	7,97	55,79
520	I	12	2	4,40			0,11	4,62	9,24
521	I	12	8	0,70			0,11	0,92	7,36
522	I	12	9	7,80			0,11	8,02	72,18
523	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,04
524	I	12	14	4,50			0,11	4,72	66,08
525	I	12	9	4,50			0,11	4,72	42,48
526	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,09

Resumen de hierros

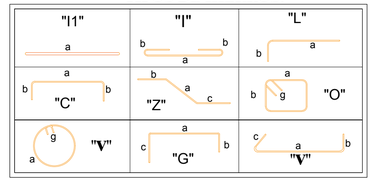
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	1196,98	0,887	1062,16	100
			1062,16	

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	**14,00 T/m2**
Resistencia a la compresión del hormigon	**f'c = 210 Kg/cm2**
Limite de fluencia del acero	**fy = 4200 Kg/cm2**
Hormigon de replantillo	**f'c = 140 Kg/cm2**

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

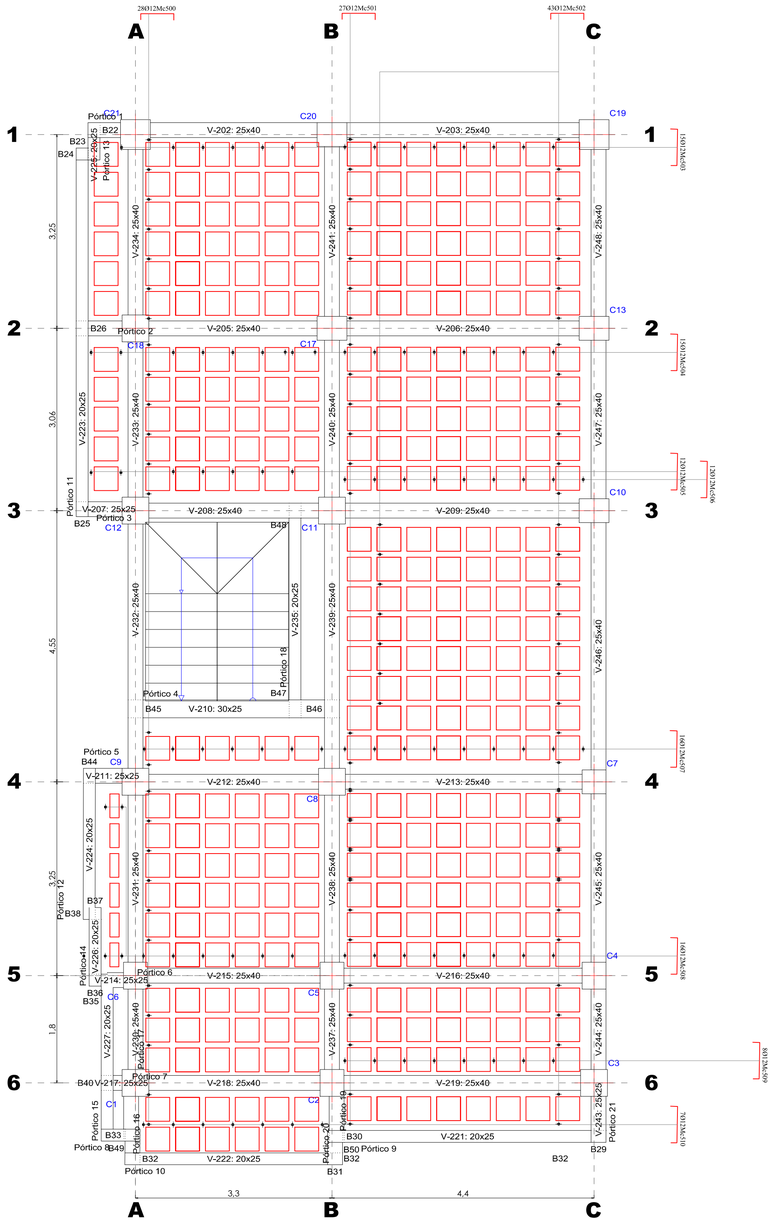
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

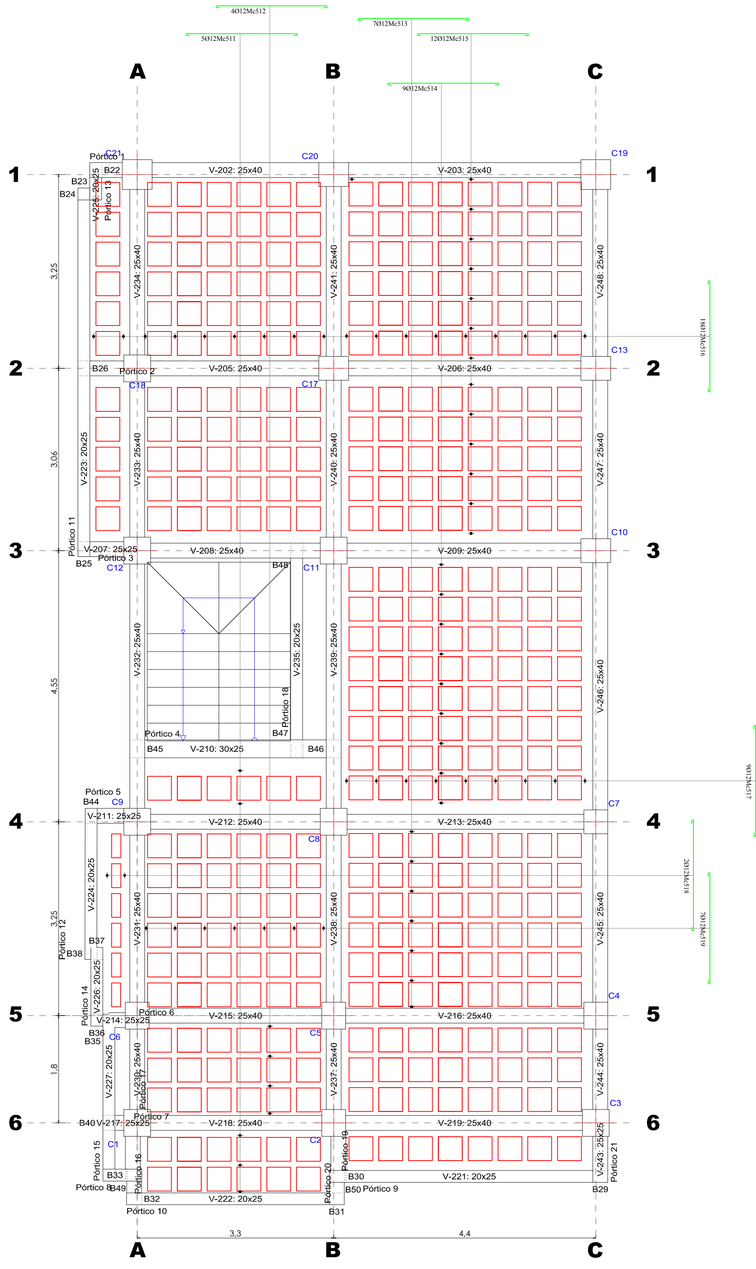
CONTIENE:
-DETALLE ACERO LOSAS
-PLANILLA DE ACERO

FECHA
AGOSTO_____2021

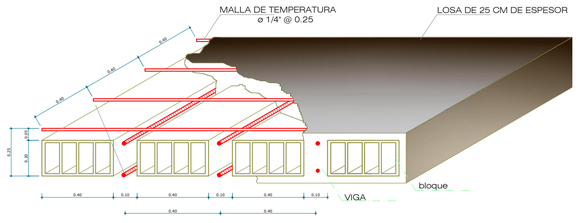
LAMINA
H6_____8



ESC ACERO SUP. NIVEL 3.06 AL 12.24 1:50



ESC ACERO INF. NIVEL 3.06 AL 12.24 1:50



ESC DETALLE LOSA NERVADA 1:10

PLANILLA DE ACERO LOSAS

Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
500	C	12	28	1,10	0,15			1,40	39,20
501	C	12	27	2,55	0,15			2,85	76,95
502	C	12	43	1,45	0,15			1,75	75,25
503	C	12	13	1,10	0,15			1,40	25,00
504	C	12	15	2,20	0,15			2,50	37,50
505	C	12	2	5,20	0,15			5,50	6,90
506	C	12	9	2,50	0,15			2,80	25,20
507	C	12	16	3,50	0,15			3,80	60,80
508	C	12	16	1,70	0,15			2,00	32,00
509	C	12	8	1,25	0,15			1,55	12,40
510	C	12	7	1,10	0,15			1,40	9,80
511	I	12	5	3,26			0,11	3,52	17,60
512	I	12	9	1,40			0,11	1,62	31,68
513	I	12	7	8,10			0,11	8,32	58,24
514	I	12	9	4,40			0,11	4,62	41,58
515	I	12	12	8,40			0,11	8,52	102,24
516	I	12	18	6,30			0,11	6,52	117,36
517	I	12	11	11,10			0,11	11,32	124,58
518	I	12	2	3,25			0,11	3,47	6,94
519	I	12	7	7,75			0,11	7,97	55,79
520	I	12	2	4,40			0,11	4,62	9,24
521	I	12	8	0,70			0,11	0,82	7,38
522	I	12	9	7,80			0,11	8,02	72,18
523	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,04
524	I	12	14	5,50			0,11	5,72	80,08
525	I	12	9	4,50			0,11	4,72	42,48
526	I	12	7	5,50			0,11	5,72	40,04

Resumen de hierros

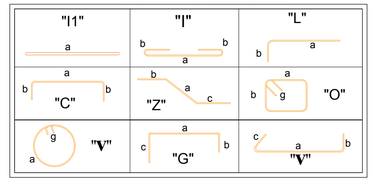
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	1196,98	0,887	1062,16	100
			1062,16	

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	**14,00 T/m2**
Resistencia a la compresión del hormigon	**f'c = 210 Kg/cm2**
Limite de fluencia del acero	**fy = 4200 Kg/cm2**
Hormigon de replantillo	**f'c = 140 Kg/cm2**

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

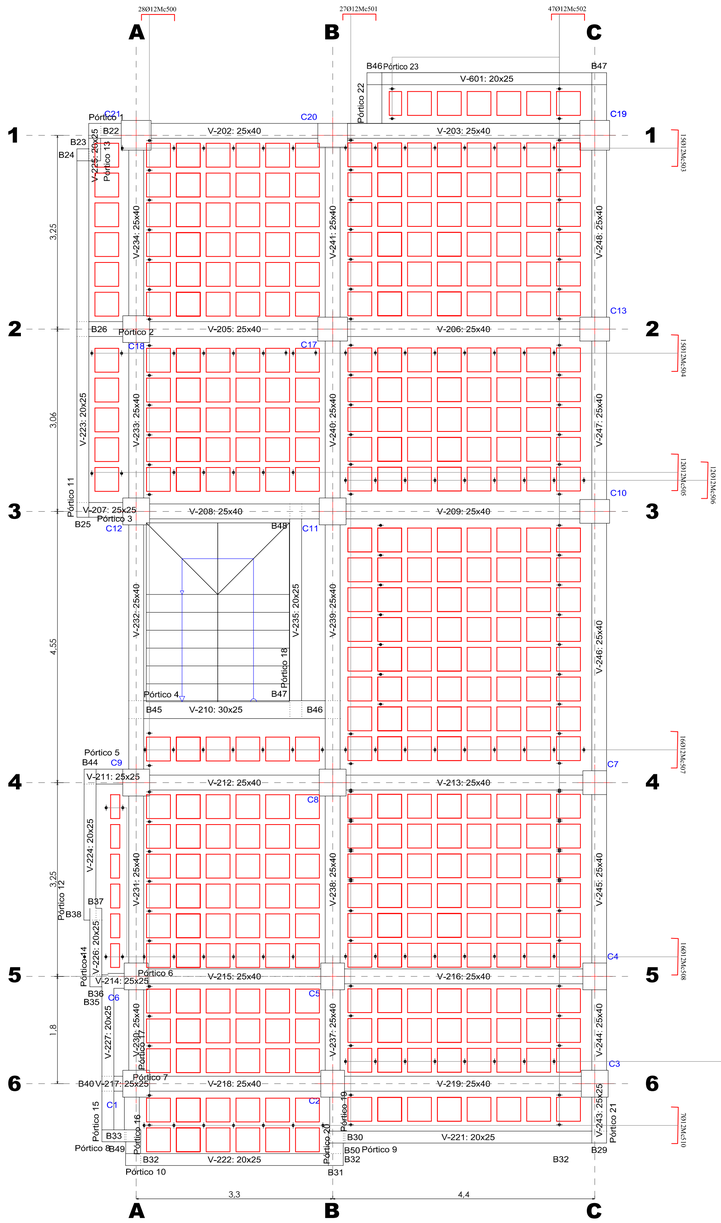
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

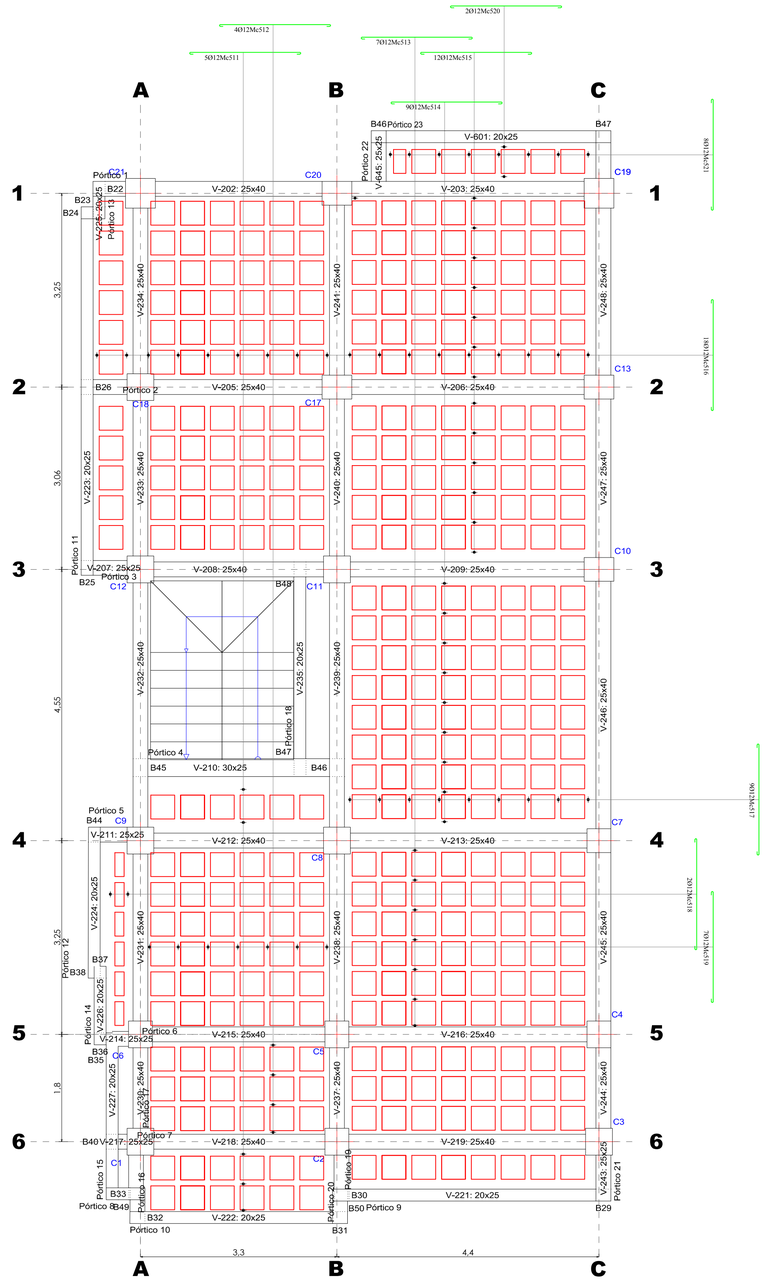
CONTIENE:
-DETALLE ACERO LOSAS
-PLANILLA DE ACERO

FECHA
AGOSTO_____ 2021

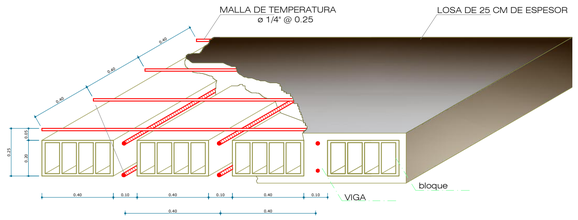
LAMINA
H7_____8



ESC_____ACERO SUP. NIVEL 15.30_____1:50



ESC_____ACERO INF. NIVEL 15.30_____1:50



ESC_____DETALLE LOSA NERVADA_____1:10

PLANILLA DE ACERO LOSAS

Mc	Tipo	ϕ mm	Num	Dimensiones (m) a	b	c	g	Desarrollo (m) Parcial	total
500	C	12	28	1,10	0,15			1,40	39,20
501	C	12	27	2,23	0,15			2,83	76,33
502	C	12	43	1,45	0,15			1,75	75,25
503	C	12	13	1,10	0,15			1,40	25,90
504	C	12	15	2,20	0,15			2,50	37,50
505	C	12	7	1,20	0,15			1,50	6,30
506	C	12	9	2,50	0,15			2,80	25,20
507	C	12	16	3,50	0,15			3,80	60,80
508	C	12	16	1,70	0,15			2,00	32,00
509	C	12	8	1,25	0,15			1,55	12,40
510	C	12	7	1,10	0,15			1,40	9,80
511	I	12	5	3,20			0,11	3,52	17,60
512	I	12	4	7,40			0,11	7,92	31,68
513	I	12	7	8,10			0,11	8,32	58,24
514	I	12	9	4,40			0,11	4,62	41,58
515	I	12	12	8,40			0,11	8,52	102,24
516	I	12	18	6,30			0,11	6,52	117,36
517	I	12	11	11,10			0,11	11,32	124,52
518	I	12	2	3,25			0,11	3,47	6,94
519	I	12	7	7,75			0,11	7,97	55,79
520	I	12	2	4,40			0,11	4,62	9,24
521	I	12	8	0,70			0,11	0,92	7,36
522	I	12	9	7,80			0,11	8,02	72,18
523	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,04
524	I	12	14	4,50			0,11	4,72	66,08
525	I	12	9	4,50			0,11	4,72	42,48
526	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,09

Resumen de hierros

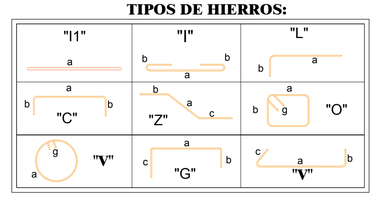
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	1196,98	0,887	1062,16	100
			1062,16	

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	14,00 T/m2
Resistencia a la compresión del hormigon	f'c = 210 Kg/cm2
Limite de fluencia del acero	fy = 4200 Kg/cm2
Hormigon de replantillo	f'c = 140 Kg/cm2

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN LOSA MACIZA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

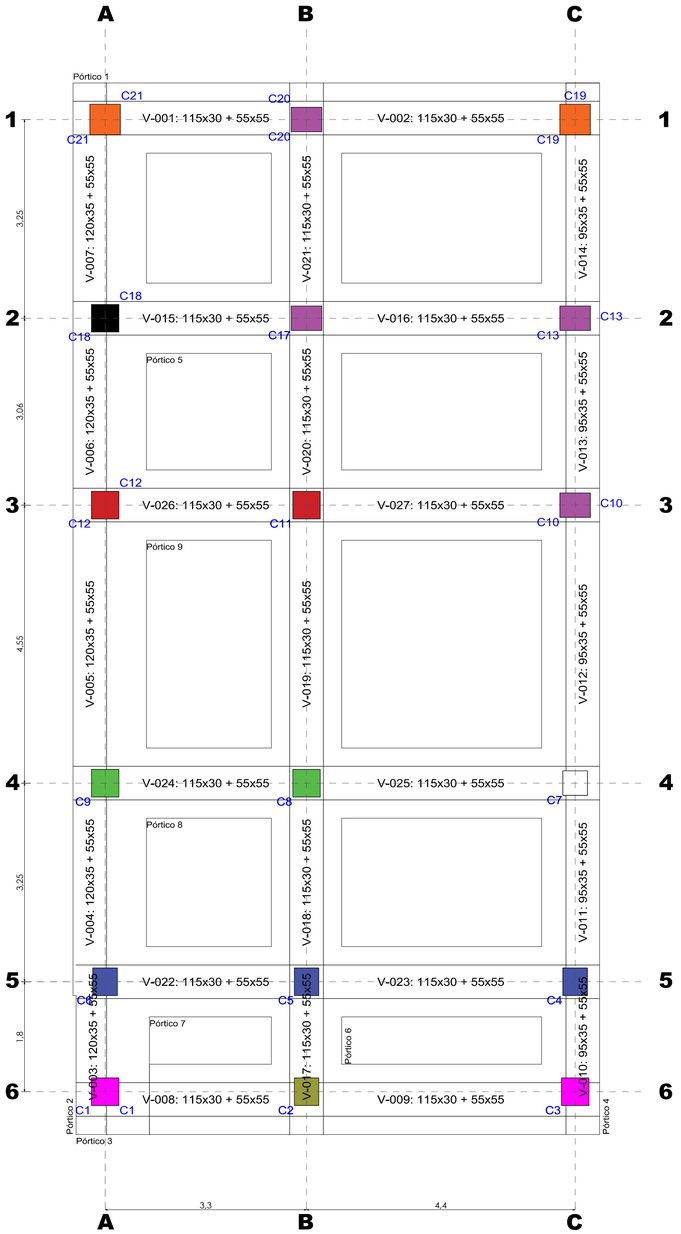
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

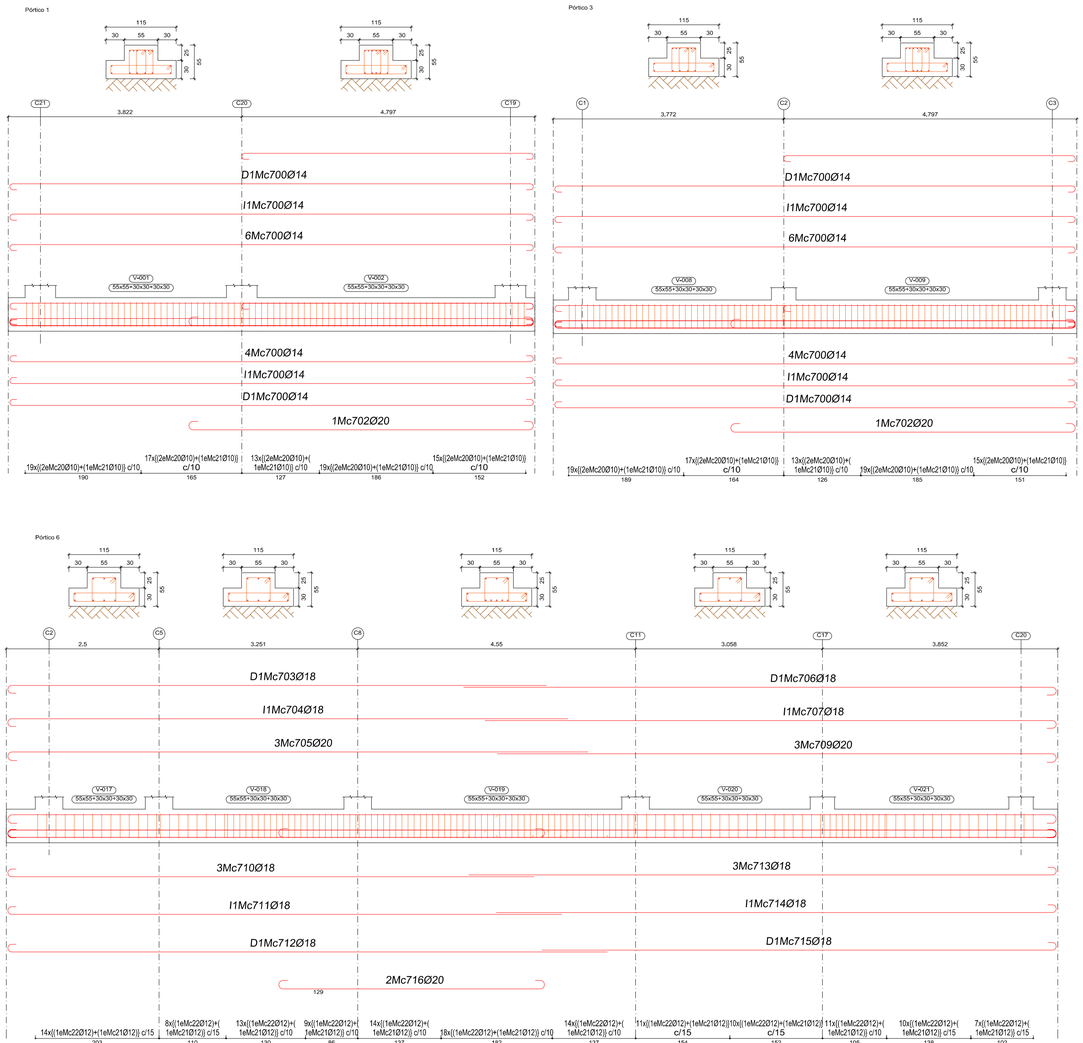
CONTIENE:
-DETALLE ACERO LOSAS
-PLANILLA DE ACERO

FECHA
AGOSTO_____2021

LAMINA
H8_____8



ESC VIGAS T INVERTIDAS NIVEL −1.50 1:50



ESC VIGAS T INVERTIDAS NIVEL −1.50 1:50

PLANILLA DE ACERO VIGAS T INVERTIDA									
Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
700	I	14	53	8,60	0,00	0	0,11	8,82	467,46
701	I	14	5	5,80	0,00	0	0,11	5,92	29,96
702	I	20	2	5,64	0,00	0	0,16	5,96	11,92
703	I	18	1	8,80	0,00	0	0,15	9,10	9,10
704	I	18	1	9,15	0,00	0	0,15	9,45	9,45
705	I	20	3	9,50	0,00	0	0,16	9,82	29,46
706	I	18	1	9,70	0,00	0	0,15	10,00	10,00
707	I	18	1	9,35	0,00	0	0,15	9,65	9,65
709	I	20	3	9,15	0,00	0	0,16	9,47	28,41
710	I	18	3	8,60	0,00	0	0,15	8,90	26,70
711	I	18	1	9,05	0,00	0	0,15	9,35	9,35
712	I	18	1	9,80	0,00	0	0,15	10,10	10,10
713	I	18	3	9,00	0,00	0	0,15	9,90	29,70
715	I	18	1	9,19	0,00	0	0,15	9,45	9,45
715	I	18	1	8,40	0,00	0	0,15	8,70	8,70
716	I	20	2	4,90	0,00	0	0,16	4,82	9,64
717	I	20	3	7,65	0,00	0	0,16	7,97	23,91
718	I	22	4	9,35	0,00	0	0,17	9,69	38,76
719	I	20	3	11,00	0,00	0	0,16	11,32	33,96
720	I	22	4	10,15	0,00	0	0,17	10,49	41,96
721	I	20	4	9,95	0,00	0	0,16	10,27	41,08
722	I	20	3	8,75	0,00	0	0,16	9,07	27,21
723	I	20	1	8,45	0,00	0	0,16	8,67	13,68
724	I	20	3	9,40	0,00	0	0,16	9,72	29,15
725	I	16	11	8,60	0,00	0	0,14	8,86	97,46
726	I	20	5	5,60	0,00	0	0,16	5,92	29,60
727	I	22	4	9,95	0,00	0	0,17	10,29	41,16
728	I	22	4	8,35	0,00	0	0,17	8,69	34,76
729	I	22	3	8,75	0,00	0	0,17	9,09	27,27
730	I	22	5	9,50	0,00	0	0,17	9,71	29,22
731	I	22	2	7,95	0,00	0	0,17	8,29	16,58
732	I	20	5	7,40	0,00	0	0,16	7,72	25,16
20	O	12	409	0,25	0,40	0	0,095	1,49	743,51
21	O	12	616	1,00	0,15	0	0,095	2,49	1533,84
22	O	12	560	0,40	0,40	0	0,095	1,79	1002,40
23	O	12	442	0,80	0,15	0	0,095	2,09	923,78

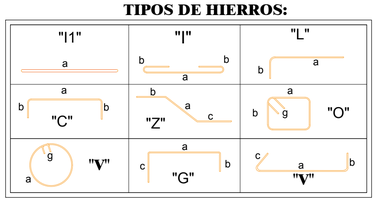
Resumen de hierros				
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	4203,53	0,887	3730,06	351
14	482,52	1,208	582,79	41
16	97,46	1,578	153,75	9
18	132,20	1,987	263,95	12
20	322,19	2,465	794,17	27
22	229,71	2,983	685,10	20
			6209,83	

ESPECIFICACIONES TECNICAS

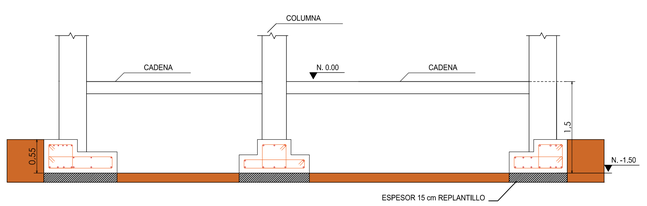
Capacidad portante del suelo	**14,00 T/m2**
Recubrimiento en cimentaciones	**7 cm**
Resistencia a la compresión del hormigon	**f'c = 210 Kg/cm2**
Limite de fluencia del acero	**fy = 4200 Kg/cm2**
Hormigon de replantillo	**f'c = 140 Kg/cm2**

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



NOTAS
PARA REPLANTEO DE EJES REFERIRSE A PLANOS ARQUITECTONICOS



ESC DETALLE CIMENTACIÓN NIVEL−1.50 1:50

DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA T INVERTIDA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

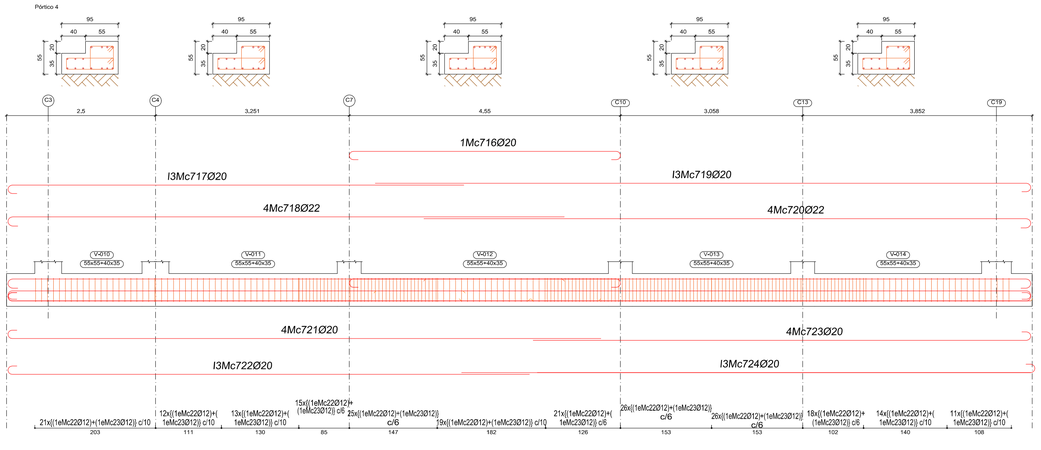
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

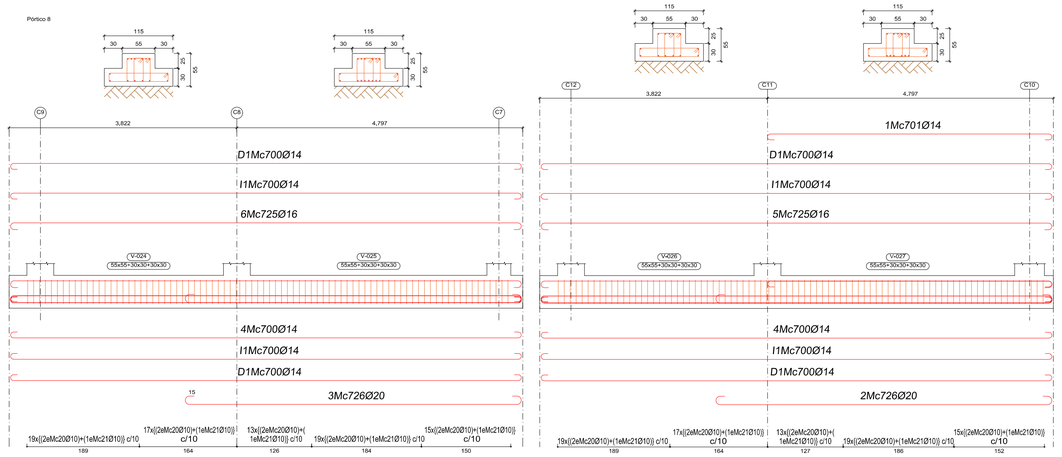
JESSICA CASTRO

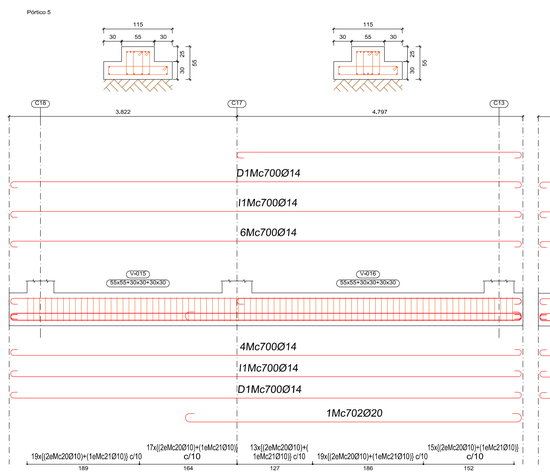
CONTIENE:
-DETALLE ACERO EN CIMETACIÓN VIGA T INVERTIDA Y ESCALERA
-PLANILLA DE ACERO

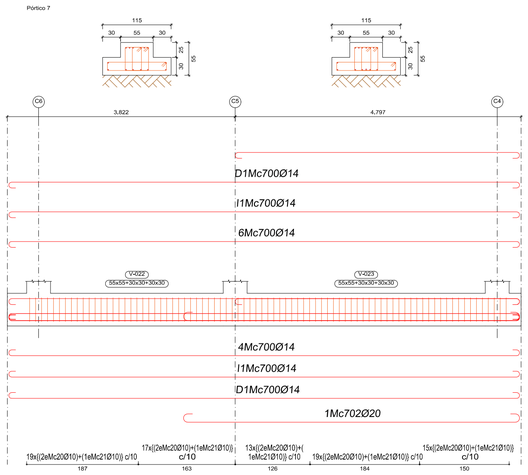
FECHA
AGOSTO 2021

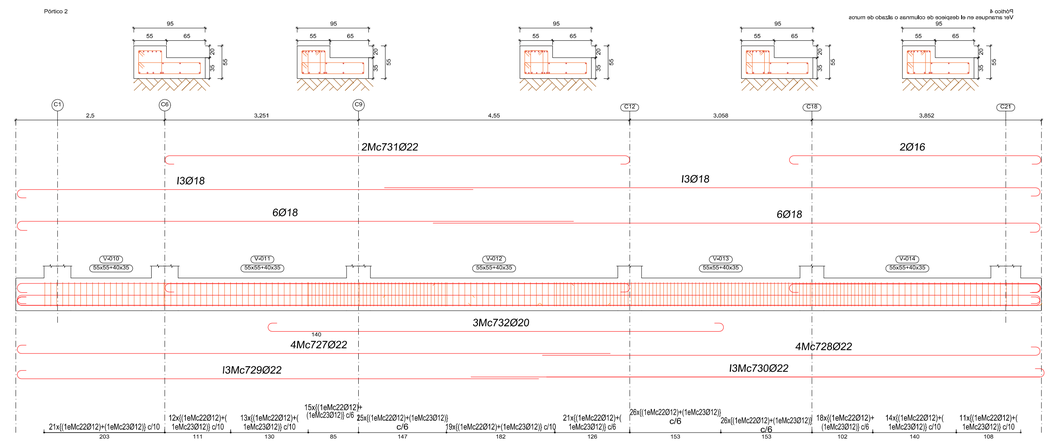
LAMINA
H1 9



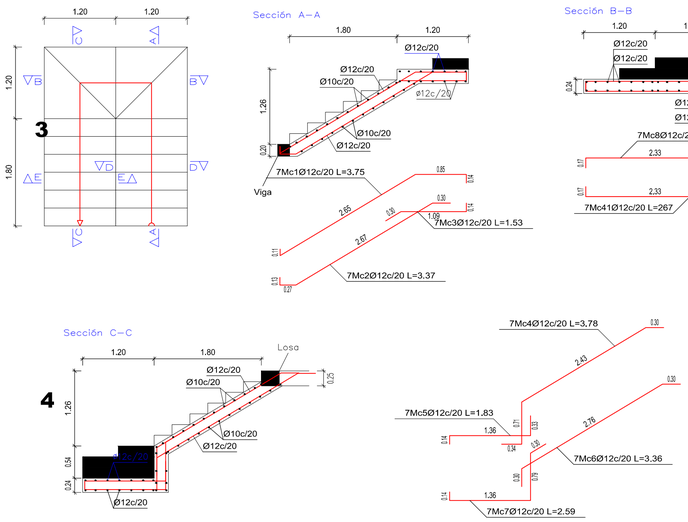








ESC VIGAS T INVERTIDAS NIVEL −1.00 1:50



ESC ESCALERA 1:50

PLANILLA DE ACERO VIGAS T INVERTIDA

Mc	Tipo	ϕ mm	Num	Dimensiones (m) a	b	c	g	Desarrollo (m) Parcial	total
700	I	14	34	8,60	0,00	0	0,11	8,82	367,36
701	I	14	3	4,80	0,00	0	0,11	5,02	15,06
702	I	20	2	5,44	0,00	0	0,16	5,96	11,92
704	I	18	1	8,60	0,00	0	0,15	9,10	9,10
704	I	18	1	9,25	0,00	0	0,15	9,85	9,85
705	I	20	3	9,50	0,00	0	0,16	9,82	29,46
706	I	18	1	9,70	0,00	0	0,15	10,00	10,00
707	I	18	1	9,35	0,00	0	0,15	9,65	9,65
709	I	20	3	9,15	0,00	0	0,16	9,47	28,41
710	I	18	3	8,60	0,00	0	0,15	8,90	26,70
711	I	18	1	9,05	0,00	0	0,15	9,35	9,35
712	I	18	1	9,80	0,00	0	0,15	10,10	10,10
713	I	18	3	9,60	0,00	0	0,15	9,90	29,70
714	I	18	1	9,15	0,00	0	0,15	9,45	9,45
715	I	18	1	8,90	0,00	0	0,15	9,20	9,20
716	I	20	2	4,50	0,00	0	0,16	4,82	9,64
717	I	20	3	7,65	0,00	0	0,16	7,97	23,91
718	I	22	1	9,35	0,00	0	0,17	9,69	38,76
719	I	20	3	11,00	0,00	0	0,16	11,32	33,96
720	I	22	4	10,15	0,00	0	0,17	10,49	41,96
721	I	20	4	9,35	0,00	0	0,16	10,27	41,08
722	I	20	3	8,75	0,00	0	0,16	9,07	27,21
723	I	20	4	8,35	0,00	0	0,16	8,67	34,66
724	I	20	3	9,40	0,00	0	0,16	9,72	29,16
725	I	16	11	8,60	0,00	0	0,13	8,86	97,46
726	I	20	5	5,60	0,00	0	0,16	5,92	29,60
727	I	22	4	9,95	0,00	0	0,17	10,29	41,16
728	I	22	4	8,35	0,00	0	0,17	8,69	34,76
729	I	22	5	8,75	0,00	0	0,17	9,09	22,27
730	I	22	3	9,40	0,00	0	0,17	9,74	29,22
731	I	22	2	7,95	0,00	0	0,17	8,29	16,58
161	I	20	3	7,16	0,00	0	0,16	7,47	22,41
20	O	12	499	0,25	0,40	0	0,095	1,49	743,51
21	O	12	516	1,00	0,15	0	0,095	2,49	1533,84
22	O	12	560	0,40	0,40	0	0,095	1,79	1002,40
23	O	12	442	0,80	0,15	0	0,095	2,09	925,78

Resumen de hierros

ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	4203,53	0,887	3730,06	351
14	483,52	1,208	582,29	41
16	97,16	1,578	153,15	9
18	132,20	1,997	263,95	12
20	322,19	2,465	794,17	27
22	1219,71	3,384	685,12	20
			6209,83	

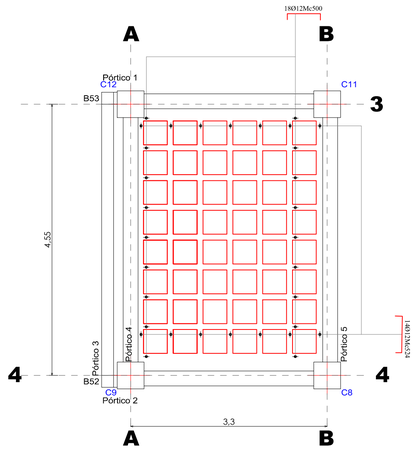
PLANILLA DE ACERO ESCALERA

Mc	Tipo	ϕ mm	Num	Dimensiones (m) a	b	c	g	Desarrollo (m) Parcial	total
1	Z	12	7	2,85	0,85	0,11	0,14	3,75	26,25
2	Z	12	7	2,67	0,30	0,27	0,13	3,37	23,59
3	Z	12	7	1,09	0,30		0,14	1,53	10,71
4	Z	12	7	2,45	0,71	0,5	0,31	3,78	26,46
5	Z	12	7	1,36	0,33		0,14	1,83	12,81
6	Z	12	7	2,76	0,30	0,5		3,56	24,92
7	Z	12	7	1,46	0,79	0,14	0,30	2,69	18,83
8	C	12	7	2,33	0,17			2,67	18,69
9	C	12	28	1,13	0,17			1,47	41,16

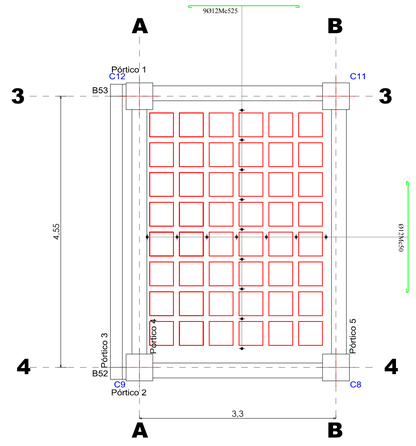
Resumen de hierros

ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	202,02	0,888	179,27	17

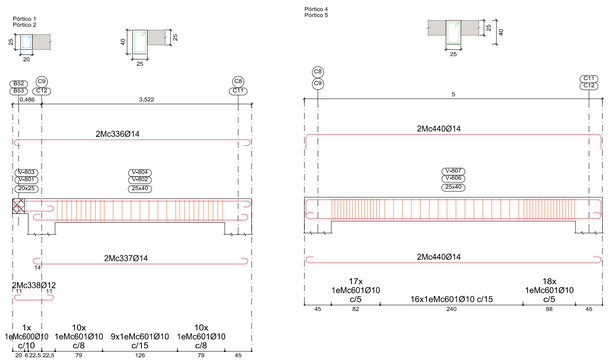
DISEÑO ESTRUCTURAL:	**EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA T INVERTIDA**
Esc: Las Indicadas	Universidad Católica de Cuenca
	DIS. JESSICA CASTRO
	DIG. JESSICA CASTRO
	REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ
	JESSICA CASTRO
CONTIENE: -DETALLE ACERO EN CIMETACIÓN VIGA T INVERTIDA Y ESCALERA -PLANILLA DE ACERO	FECHA AGOSTO 2021
	LAMINA H2 9

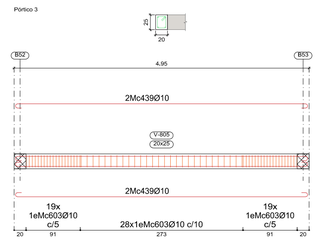


ESC ACERO SUP. NIVEL 20.96 1:50



ESC ACERO INF. NIVEL 20.96 1:50





ESC VIGAS. NIVEL 20.96 1:50

PLANILLA DE ACERO COLUMNAS										
Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
200	L	18	48	11,40	0,60			12,00	576,00
201	L	16	28	8,50	0,60			9,10	254,80
202	L	16	28	7,80	0,20			8,00	224,00
203	L	18	20	4,90	0,20			5,10	102,00
204	L	16	69	10,50	0,60			11,10	732,60
205	L	16	58	7,85	0,20			8,05	466,90
206	L	20	12	6,75	0,20			6,95	83,40
207	L	20	12	11,40	0,60			12,00	144,00
208	L	18	20	6,75	0,20			6,95	139,00
209	L	14	96	11,40	0,60			12,00	1152,00
210	L	14	24	6,75	0,20			6,95	166,80
211	L	14	4	10,50	0,60			11,10	44,40
212	L	14	4	7,85	0,20			8,05	32,20
213	L	18	90	10,50	0,60			11,10	999,00
214	L	16	40	11,50	0,70			11,70	468,00
215	L	18	18	10,50	0,20			10,70	192,60
216	O	10	1297	0,50	0,50		0,08	1,76	2282,72
217	O	10	1398	0,40	0,20		0,08	1,40	1957,20
218	O	10	1004	0,40	0,35		0,08	1,66	1665,64
219	O	10	757	0,50	0,50		0,08	1,76	1332,82
220	O	10	574	0,40	0,20		0,08	1,36	779,64
221	O	10	262	0,35	0,35		0,08	1,56	408,72
222	O	10	371	0,35	0,20		0,08	1,26	467,46
223	O	10	734	0,45	0,45		0,08	1,96	1438,64
224	O	10	1488	0,35	0,25		0,08	1,36	1995,48
225	O	10	598	0,40	0,17		0,08	1,30	777,40
226	O	10	538	0,40	0,23		0,08	1,41	849,16

Resumen de hierros				
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
10	13300,46	0,616	8196,08	1109
14	675,40	1,208	815,75	57
16	1548,30	1,578	2170,16	115
18	330,20	1,997	659,34	26
20	1111,49	2,185	2560,32	79
				12366,94

PLANILLA DE ACERO LOSAS									
Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
300	C	12	28	1,10	0,25			1,40	39,20
301	C	12	27	2,55	0,25			2,83	76,93
302	C	12	43	1,65	0,25			1,75	75,25
303	C	12	13	1,60	0,25			1,40	21,00
304	C	12	15	2,20	0,25			2,50	37,50
305	C	12	7	1,00	0,25			1,30	9,10
306	C	12	9	2,50	0,25			2,80	25,20
307	C	12	16	3,50	0,25			3,80	60,80
308	C	12	16	4,70	0,25			2,00	32,00
309	C	12	8	1,75	0,25			1,55	12,40
310	C	12	7	1,10	0,25			1,10	9,80
311	I	12	5	3,30			0,11	3,52	17,60
312	I	12	1	1,10			0,11	1,32	51,68
313	I	12	7	8,10			0,11	8,32	58,24
314	I	12	9	4,40			0,11	4,62	41,58
315	I	12	12	8,50			0,11	8,72	104,64
316	I	12	18	6,30			0,11	6,52	117,36
317	I	12	9	11,10			0,11	11,32	101,88
318	I	12	2	3,25			0,11	3,47	6,94
319	I	12	7	7,75			0,11	7,97	55,79
320	I	12	2	4,40			0,11	4,60	9,24
321	I	12	8	6,70			0,11	6,92	7,38
322	I	12	9	7,80			0,11	8,02	72,18
323	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,04
324	I	12	14	4,55			0,11	4,77	66,78
325	I	12	9	4,50			0,11	4,72	42,48
326	I	12	7	4,55			0,11	4,77	33,39

Resumen de hierros				
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	1196,98	0,887	1062,16	100
			1062,16	

CUADRO DE COLUMNAS

TIPO / NIVEL	C1=C3	C2	C4=C5=C6	C7	C18	C19=C21	C10=C13=C17=C20	C11=C12	C8=C9
N+20.96									
N+18.36									
N+15.30									
N+12.24	Ø16 Ø18 Ø16 45 40 40 Mc216Ø10c/7 22 40 40 Mc217Ø10c/7	Ø16 Ø18 Ø18 45 40 40 Mc218Ø10c/7 15 40 40 Mc219Ø10c/7	Ø16 Ø20 Ø16 45 40 40 Mc216Ø10c/7 20 40 40 Mc220Ø10c/7	Ø14 Ø16 Ø14 40 40 35 35 Mc221Ø10c/7 20 35 35 Mc222Ø10c/7	Ø14 Ø18 Ø14 45 40 40 Mc216Ø10c/7 22 40 40 Mc217Ø10c/7	Ø14 Ø16 Ø14 50 45 45 Mc216Ø10c/7 20 45 45 Mc217Ø10c/7	Ø16 Ø18 Ø16 50 45 35 35 Mc223Ø10c/10 25 35 35 Mc224Ø10c/10	Ø18 Ø16 Ø18 45 40 40 Mc216Ø10c/7 17 40 40 Mc217Ø10c/7	Ø16 Ø18 Ø16 45 40 40 Mc216Ø10c/7 23 40 40 Mc217Ø10c/7
N+9.18									
N+6.12									
N+3.06									
N+0.00									
N -1.50									

12Ø16 Mc200	4Ø18 Mc201	12Ø16 Mc202	4Ø18 Mc203	4Ø16 Mc200	12Ø18 Mc201	12Ø16 Mc203	4Ø16 Mc206	8Ø16 Mc204	4Ø20 Mc207
8Ø16 Mc205	4Ø18 Mc206	4Ø16 Mc205	12Ø14 Mc210	4Ø16 Mc204	12Ø14 Mc209	4Ø14 Mc211	12Ø18 Mc201	4Ø14 Mc212	12Ø18 Mc208
4Ø16 Mc205	12Ø14 Mc210	4Ø16 Mc204	12Ø14 Mc209	10Ø16 Mc205	4Ø18 Mc208	10Ø16 Mc204	4Ø18 Mc201	4Ø16 Mc214	8Ø18 Mc215
4Ø16 Mc213	8Ø18 Mc201	16Ø16 Mc214	16Ø16 Mc213						

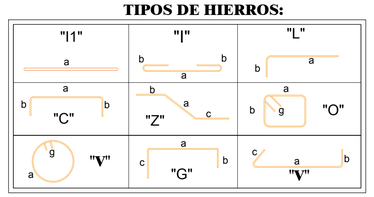
ESC COLUMNAS 1:20

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	**14,00 T/m2**
Resistencia a la compresión del hormigon	**fc = 210 Kg/cm2**
Limite de fluencia del acero	**fy = 4200 Kg/cm2**
Hormigon de replantillo	**fc = 140 Kg/cm2**

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA T INVERTIDA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

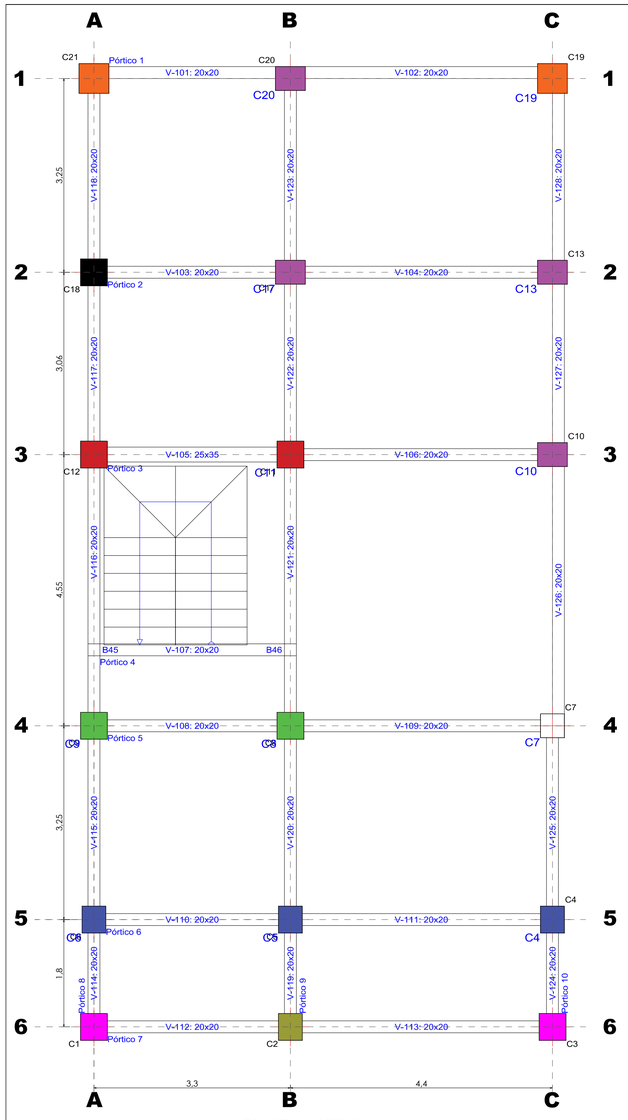
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

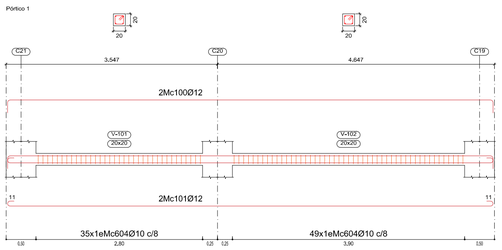
CONTIENE:
-DETALLE ACERO LOSA Y COLUMNAS
-PLANILLA DE ACERO

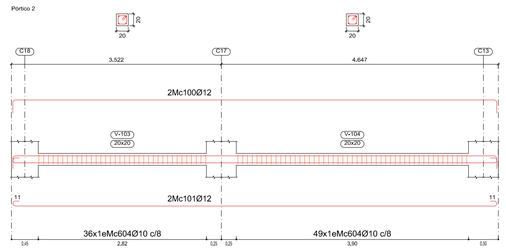
FECHA
AGOSTO 2021

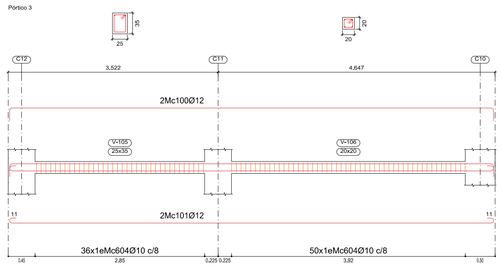
LAMINA
H3 9

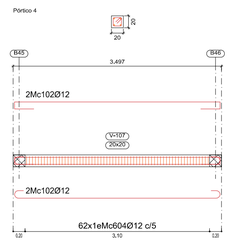


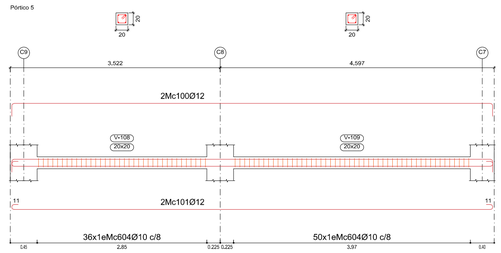
ESC PLANTA CADENAS 1:50

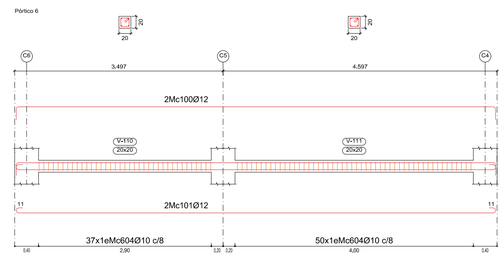


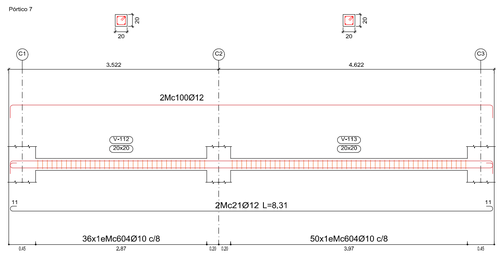


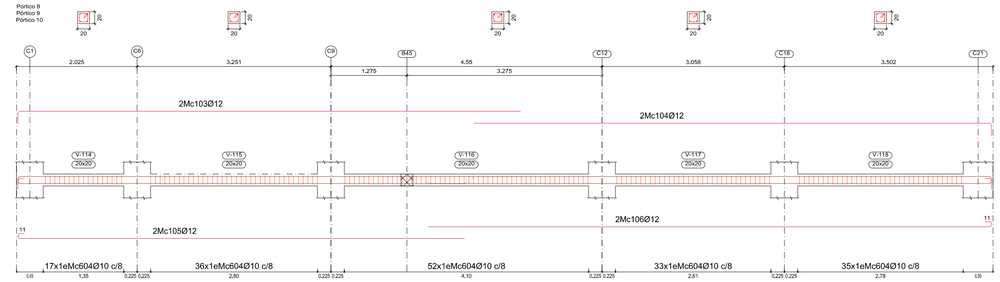




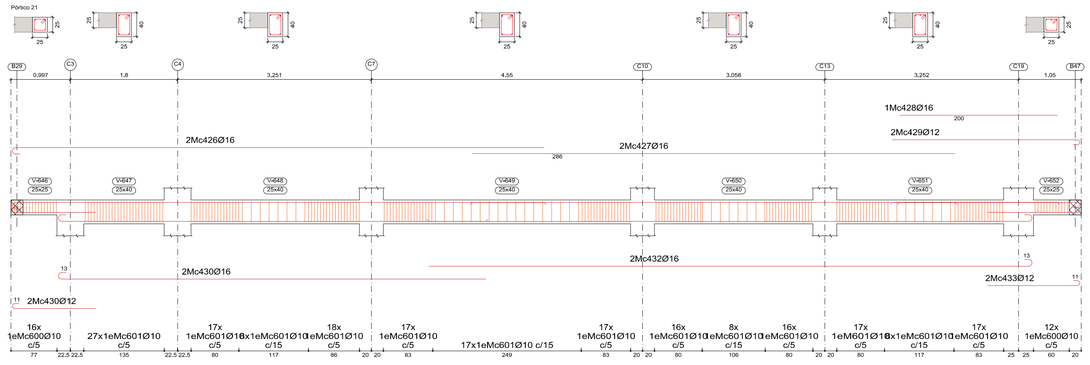


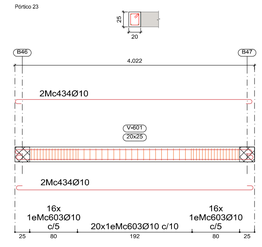


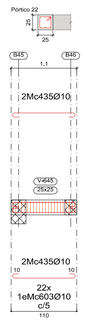




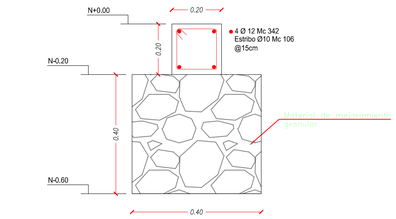
ESC CADENA 1:50







ESC VIGAS VOLADO EJE B1-C1 NIVEL 15.30 1:50



ESC CORTE CADENA F-F 1:20

PLANILLA DE ACERO CADENAS

Mc	Tipo	ϕ mm	Num	Dimensiones (m) a	b	c	g	Desarrollo (m) Parcial	total
100	C	12	12	8,15	0,15			8,45	101,40
101	I	12	12	8,15			0,11	8,37	100,44
102	I	12	4	3,48			0,11	3,70	14,80
105	L	12	2	6,00	0,75			6,15	12,30
104	L	12	2	8,00	0,15			8,15	16,30
103	I	12	2	6,00			0,11	6,22	12,44
106	I	12	2	8,00			0,11	8,22	16,44
601	O	10	149	0,75	0,75		0,08	0,76	569,24

Resumen de hierros

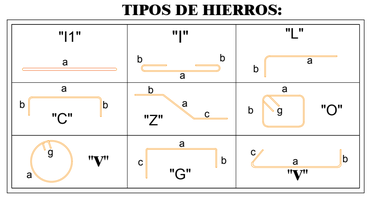
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
10	569,24	0,616	350,78	.5
12	274,10	0,887	243,24	.3
			594,02	71,00

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	14,00 T/m2
Resistencia a la compresión del hormigon	f'c = 210 Kg/cm2
Limite de fluencia del acero	fy = 4200 Kg/cm2
Hormigon de replantillo	f'c = 140 Kg/cm2

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA T INVERTIDA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

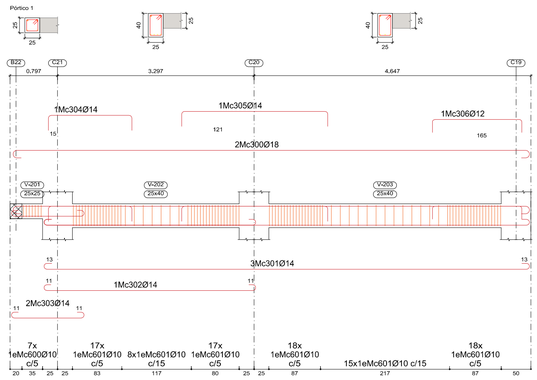
JESSICA CASTRO

CONTIENE:
-DETALLE ACERO CADENAS
-PLANILLA DE ACERO

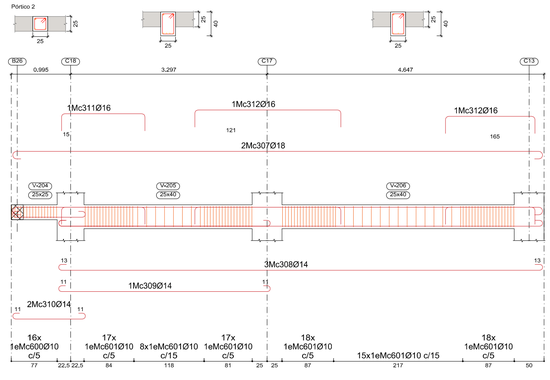
FECHA
AGOSTO 2021

LAMINA
H4 9

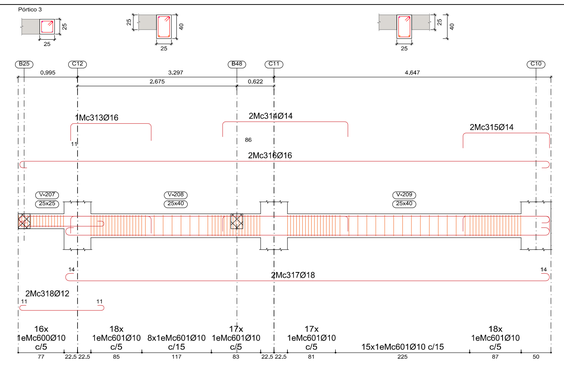
Pórtico 1

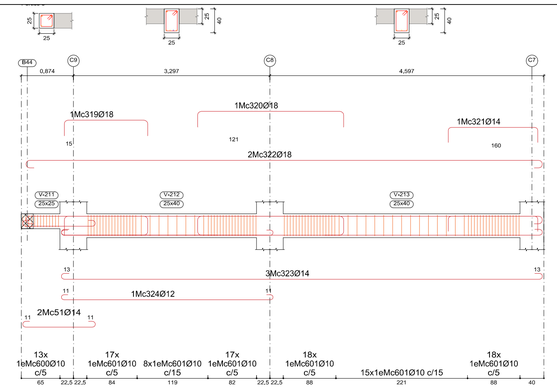


Pórtico 2

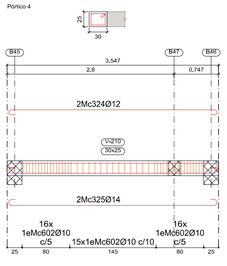


Pórtico 3

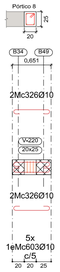




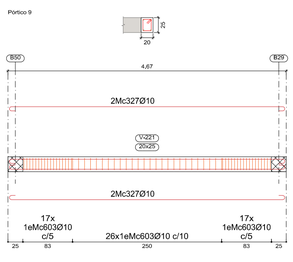
Pórtico 4



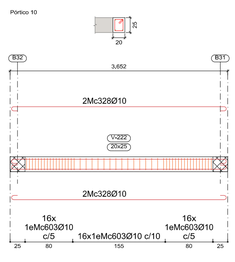
Pórtico 8



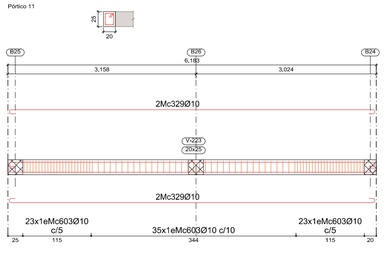
Pórtico 9



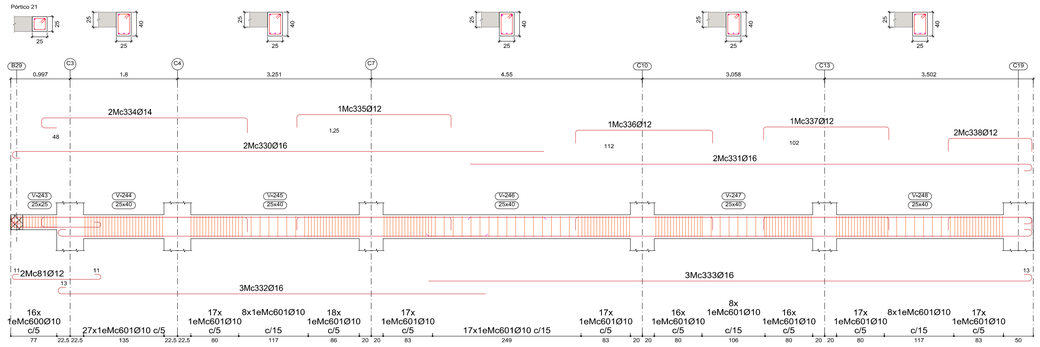
Pórtico 10



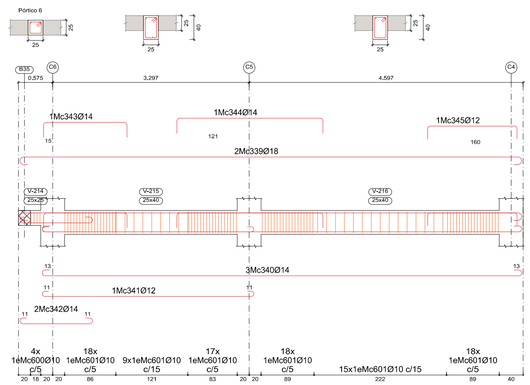
Pórtico 11



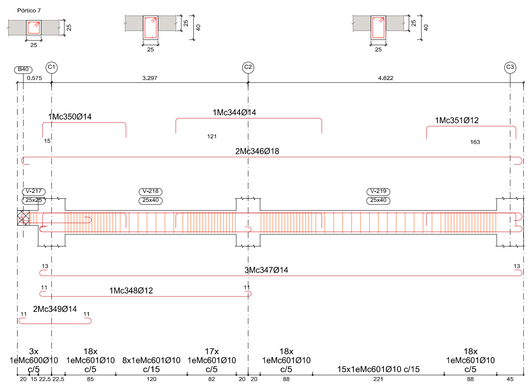
Pórtico 21



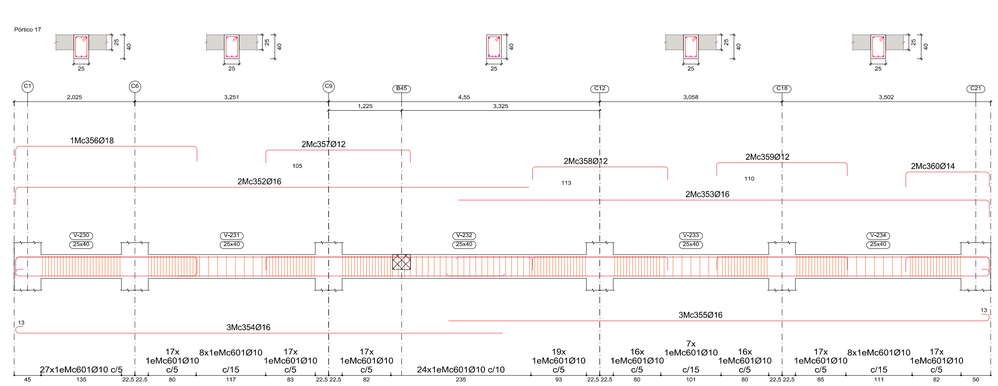
Pórtico 6



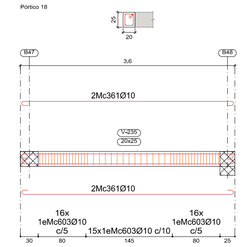
Pórtico 7



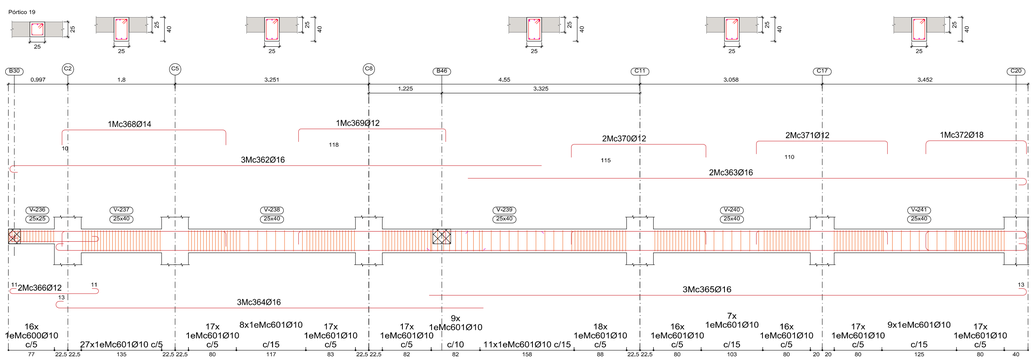
Pórtico 17



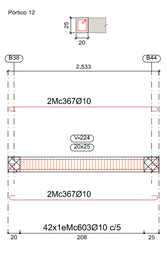
Pórtico 18



Pórtico 19



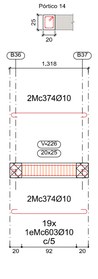
Pórtico 12



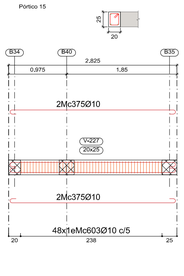
Pórtico 13



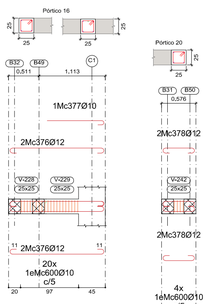
Pórtico 14



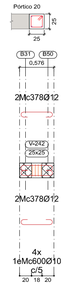
Pórtico 15



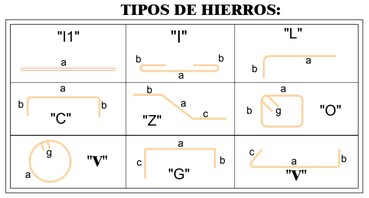
Pórtico 16



Pórtico 20



TIPOS DE HIERROS:



NOTA
LAS COTAS PARA CERCOS DE ESTRIBOS ESTAN EN CENTIMETROS

ESC VIGAS NIVEL 3.06 AL 15.30 1:50

DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA T INVERTIDA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

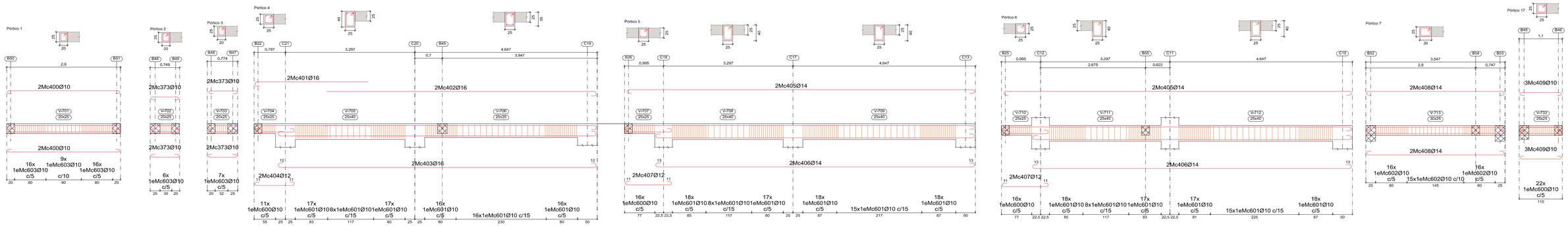
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

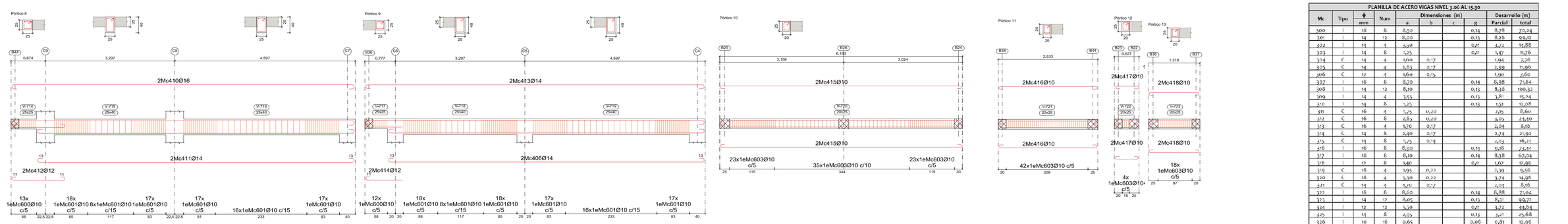
JESSICA CASTRO

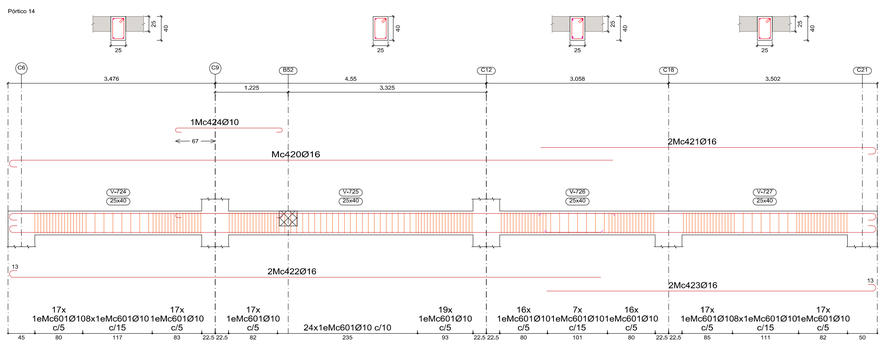
CONTIENE:
-DETALLE ACERO VIGAS

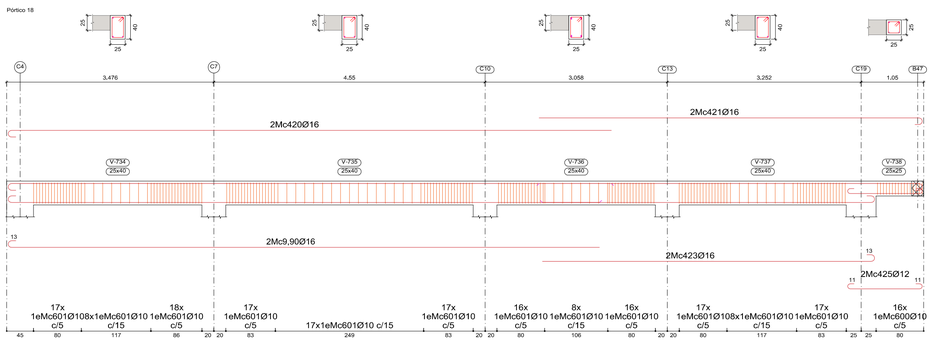
FECHA
AGOSTO 2021

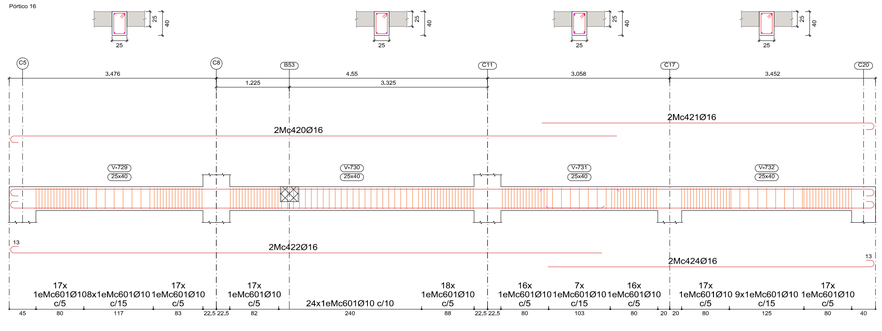
LAMINA
H5 9

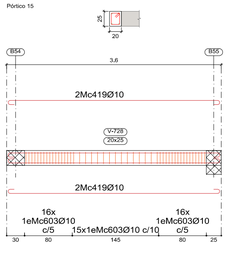












PLANILLA DE ACERO VIGAS NIVEL 3.06 AL 15.30										
Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
300	I	18	8	8,50			0,14	8,78	70,24
301	I	12	12	8,20			0,13	8,35	99,33
302	I	12	4	2,90			0,41	3,72	11,88
303	I	14	8	1,25			0,41	1,47	11,76
304	C	14	4	1,60	0,17			1,94	7,76
305	C	14	4	2,83	0,17			2,99	11,96
306	C	12	1	1,60	0,15			1,90	1,60
307	I	18	8	8,70			0,14	8,98	71,84
308	I	14	12	8,10			0,13	8,36	100,32
309	I	14	4	3,53			0,13	3,81	15,24
310	I	14	8	1,25			0,13	1,51	12,08
311	C	16	1	1,25	0,20			1,25	8,60
312	C	16	8	2,83	0,20			3,03	11,19
313	C	16	4	1,70	0,17			2,04	8,16
314	C	14	8	2,40	0,17			2,74	21,92
315	C	11	8	1,25	0,14			1,53	16,21
316	I	16	8	8,29			0,14	8,58	73,41
317	I	18	8	8,69			0,14	8,98	97,04
318	I	12	8	1,40			0,41	1,67	17,36
319	C	18	4	1,95	0,22			2,39	9,56
320	C	18	4	3,30	0,22			3,74	14,96
321	C	14	1	1,40	0,15			1,68	8,16
322	I	18	8	8,50			0,14	8,88	71,04
323	I	14	12	8,05			0,13	8,31	99,72
324	I	12	12	3,50			0,41	3,72	44,64
325	I	11	8	2,93			0,13	3,21	25,68
326	I	10	16	0,65			0,06	0,81	12,96
327	I	10	16	2,63			0,06	2,81	44,96
328	I	10	16	3,65			0,06	3,81	60,96
329	I	10	16	3,41			0,08	3,61	57,76
330	I	16	8	8,90			0,14	9,04	72,32
331	I	16	6	9,30			0,14	9,44	75,52
332	I	16	12	7,45			0,14	7,59	91,08
333	I	16	12	10,30			0,14	10,24	122,88
334	C	14	8	3,73	0,17			3,92	31,36
335	C	12	4	3,42	0,15			3,87	15,48
336	C	12	4	2,69	0,15			2,55	10,20
337	C	12	4	2,70	0,15			2,33	9,40
338	C	12	4	1,60	0,15			1,75	7,00
339	I	18	8	8,40			0,15	8,70	69,60
340	I	14	12	8,05			0,13	8,31	99,72
341	I	12	4	3,53			0,41	3,72	14,88
342	I	14	8	1,20			0,13	1,46	11,68
343	C	14	4	1,55	0,17			1,89	7,56
344	C	11	8	2,60	0,17			2,91	23,24
345	C	12	4	1,40	0,11			1,92	7,68
346	I	18	8	8,35			0,15	8,65	69,20
347	I	14	12	8,40			0,13	8,38	100,32
348	I	12	4	3,57			0,41	3,77	15,08
349	I	11	4	1,20			0,13	1,16	4,81
350	I	14	4	1,60			0,13	1,86	7,44
351	C	12	4	1,60	0,15			1,90	7,60
352	C	16	4	8,70	0,20			8,90	35,60
353	C	16	8	9,00	0,20			9,20	73,60
354	I	16	12	8,20			0,15	8,20	98,40
355	I	16	12	9,05			0,13	9,05	108,60
356	C	16	4	3,60	0,22			4,04	16,16
357	C	12	8	2,65	0,15			2,93	23,60
358	C	12	8	2,50	0,15			2,70	21,60
359	C	12	8	2,30	0,15			2,50	20,80
360	C	14	6	1,55	0,17			1,89	15,12
361	I	10	16	3,60			0,08	3,76	60,16
362	I	16	12	8,90			0,13	9,03	108,36
363	I	16	8	9,25			0,15	9,48	75,84
364	I	16	12	7,85			0,15	8,08	97,56
365	I	16	12	10,20			0,13	10,13	121,56
366	I	12	8	1,50			0,41	1,73	13,76
367	I	10	16	2,50			0,08	2,66	42,56
368	C	14	4	2,03	0,17			2,49	13,16
369	C	12	4	2,60	0,15			2,90	11,60
370	C	12	8	2,40	0,15			2,70	21,60
371	C	12	8	2,30	0,15			2,50	20,80
372	C	18	4	2,20	0,22			2,64	10,56
373	I	10	18	0,60			0,08	0,76	26,28
374	I	10	16	1,30			0,08	1,46	23,36
375	I	10	16	1,80			0,08	1,96	31,36
376	I	12	16	2,55			0,41	2,72	43,52
377	I	10	1	1,00			0,08	1,16	1,61
378	I	10	1	0,65			0,08	0,81	1,29

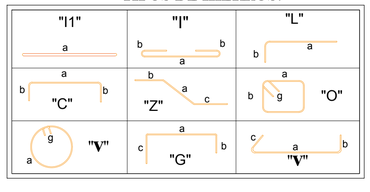
Resumen de hierros			
ϕ	m	kg/m	kg
10	925,65	0,616	569,92
12	314,80	0,887	279,24
14	760,56	1,208	918,81
16	118,22	1,578	186,84
18	150,40	1,999	938,79
			4932,54

PLANILLA DE ACERO VIGAS NIVEL 18.36 AL 20.96									
Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
400	I	10	4	2,90			0,08	3,06	12,24
401	I	16	2	2,80			0,13	3,06	6,12
402	I	16	2	6,80			0,13	7,06	14,12
403	I	16	2	7,95			0,13	8,21	16,42
404	I	12	2	1,00			0,11	1,22	2,44
405	I	11	4	8,15			0,13	8,41	25,01
406	I	11	6	8,03			0,13	8,31	63,86
407	I	12	4	1,15			0,11	1,37	5,48
408	I	14	4	3,40			0,13	3,66	14,64
409	I	10	5	1,05			0,08	1,21	6,05
410	I	16	2	8,30			0,13	8,76	17,52
411	I	11	2	8,03			0,13	8,31	16,62
412	I	12	2	1,35			0,11	1,57	3,14
413	I	14	2	8,50			0,13	8,76	17,52
414	I	12	2	0,90			0,11	1,12	2,24
415	I	10	4	6,15			0,08	6,31	25,24
416	I	10	4	2,50			0,08	2,66	10,64
417	I	10	4	0,60			0,08	0,76	3,04
418	I	10	4	1,25			0,08	1,41	5,64
419	I	10	4	3,50			0,08	3,66	14,64
420	I	16	2	10,10			0,13	10,23	20,46
421	I	16	2	5,60			0,13	5,73	11,46
422	I	16	2	9,90			0,13	10,03	20,06
423	I	16	2	5,50			0,13	5,63	11,26
424	I	10	1	1,10			0,08	1,86	1,86
425	I	12	2	1,25			0,11	1,47	2,94
426	I	16	2	8,90			0,13	9,16	18,32
427	I	16	2	8,00				8,00	16,00
428	I	16	1	2,63				2,63	2,63
429	I	12	2	5,15			0,11	5,37	6,74
430	I	12	2	1,40			0,11	1,62	3,24
431	I	16	2	7,15			0,13	7,41	14,82
432	I	16	2	10,10			0,13	10,36	20,72
433	I	12	2	1,50			0,11	1,72	3,44
434	I	10	4	4,00			0,08	4,16	16,64
435	I	10	1	1,10			0,08	1,26	1,01
436	I	11	2	3,50			0,13	3,71	8,02
437	I	14	2	3,55			0,13	3,81	7,62
438	I	12	2	0,60			0,11	0,82	1,64
439	I	10	4	4,95			0,08	5,11	20,44
440	I	14	4	4,95			0,13	5,21	20,84
600	O	10	253	0,40	0,20		0,08	0,96	236,80
601	O	10	6008	0,35	0,20		0,08	1,26	7570,08
602	O	10	235	0,25	0,20		0,08	1,06	249,10
603	O	10	1802	0,15	0,15		0,08	0,76	1369,52

Resumen de hierros			
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
10	9746,97	0,616	6006,33	813
12	31,30	0,887	27,77	3
14	171,56	1,208	207,21	15
16	189,93	1,578	299,82	16
			6540,09	

ESC VIGAS NIVEL 18.36 1:50

TIPOS DE HIERROS:



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	**14,00 T/m2**
Resistencia a la compresión del hormigon	**fc = 210 Kg/cm2**
Limite de fluencia del acero	**fy = 4200 Kg/cm2**
Hormigon de replantillo	**fc = 140 Kg/cm2**

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

NOTA
LAS COTAS PARA CERCOS DE ESTRIBOS ESTAN EN CENTIMETROS

DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA T INVERTIDA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

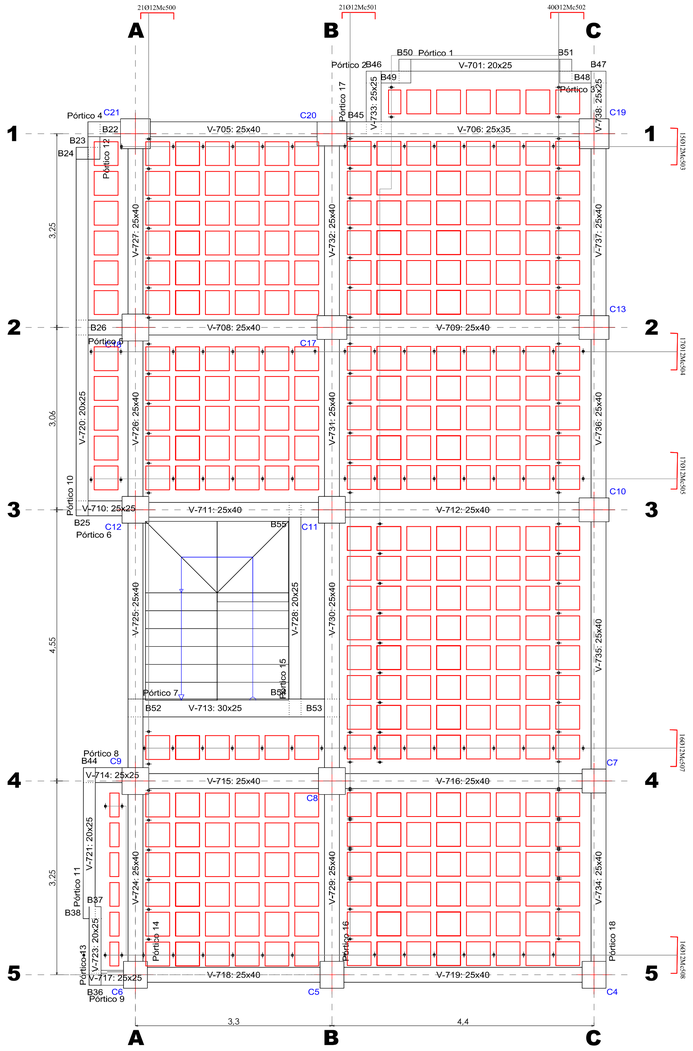
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

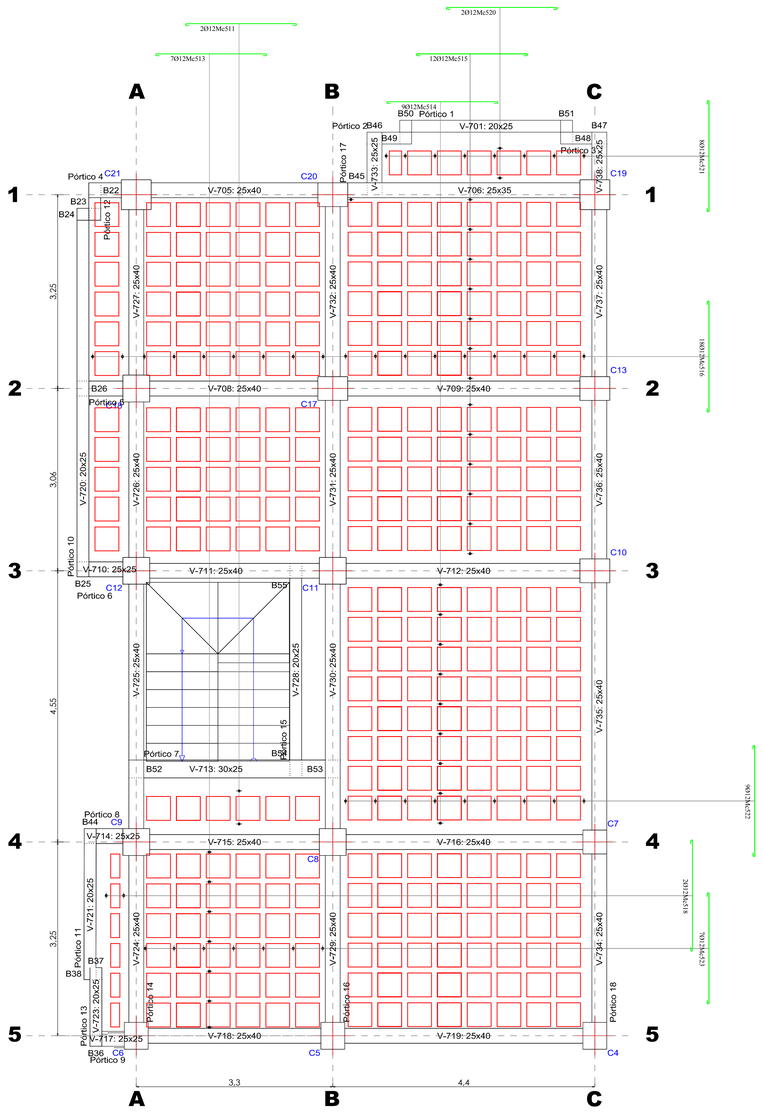
CONTIENE:
-DETALLE ACERO VIGAS
-PLANILLA DE ACERO

FECHA
JUNIO 2021

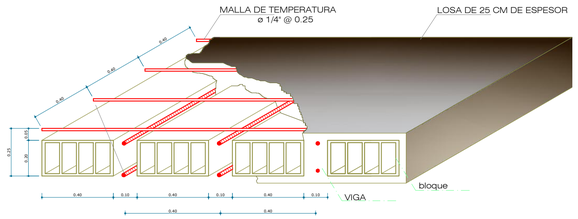
LAMINA
H6 9



ESC_____ACERO SUP. NIVEL 18.36_____1:50



ESC_____ACERO INF. NIVEL 18.36_____1:50



ESC_____DETALLE LOSA NERVADA_____1:10

PLANILLA DE ACERO LOSAS

Mc	Tipo	ϕ mm	Num	Dimensiones (m) a	b	c	g	Desarrollo (m) Parcial	total
500	C	12	28	1,10	0,15			1,40	39,20
501	C	12	27	2,53	0,15			2,83	76,33
502	C	12	43	1,45	0,15			1,75	75,25
503	C	12	15	1,10	0,15			1,40	21,00
504	C	12	15	2,20	0,15			2,50	37,50
505	C	12	7	1,00	0,15			1,30	9,10
506	C	12	9	2,50	0,15			2,80	25,20
507	C	12	16	3,50	0,15			3,80	60,80
508	C	12	16	1,70	0,15			2,00	32,00
509	C	10	8	1,25	0,15			1,55	12,40
510	C	12	7	1,10	0,15			1,40	9,80
511	I	12	5	3,26			0,11	3,52	17,60
512	I	12	4	1,40			0,11	1,62	31,68
513	I	12	7	8,10			0,11	8,32	58,24
514	I	12	9	4,40			0,11	4,62	41,58
515	I	12	12	8,40			0,11	8,52	102,24
516	I	12	18	6,30			0,11	6,52	117,36
517	I	12	11	11,10			0,11	11,32	124,58
518	I	12	2	3,25			0,11	3,47	6,94
519	I	12	7	7,75			0,11	7,97	55,79
520	I	12	2	4,40			0,11	4,62	9,24
521	I	12	8	0,70			0,11	0,92	7,36
522	I	12	9	7,80			0,11	8,02	72,18
523	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,04
524	I	12	14	4,50			0,11	4,72	66,08
525	I	12	9	4,50			0,11	4,72	42,48
526	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,09

Resumen de hierros

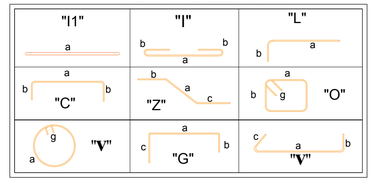
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	1196,98	0,887	1062,16	100
			1062,16	

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	**14,00 T/m2**
Resistencia a la compresión del hormigon	**f'c = 210 Kg/cm2**
Limite de fluencia del acero	**fy = 4200 Kg/cm2**
Hormigon de replantillo	**f'c = 140 Kg/cm2**

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA T INVERTIDA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

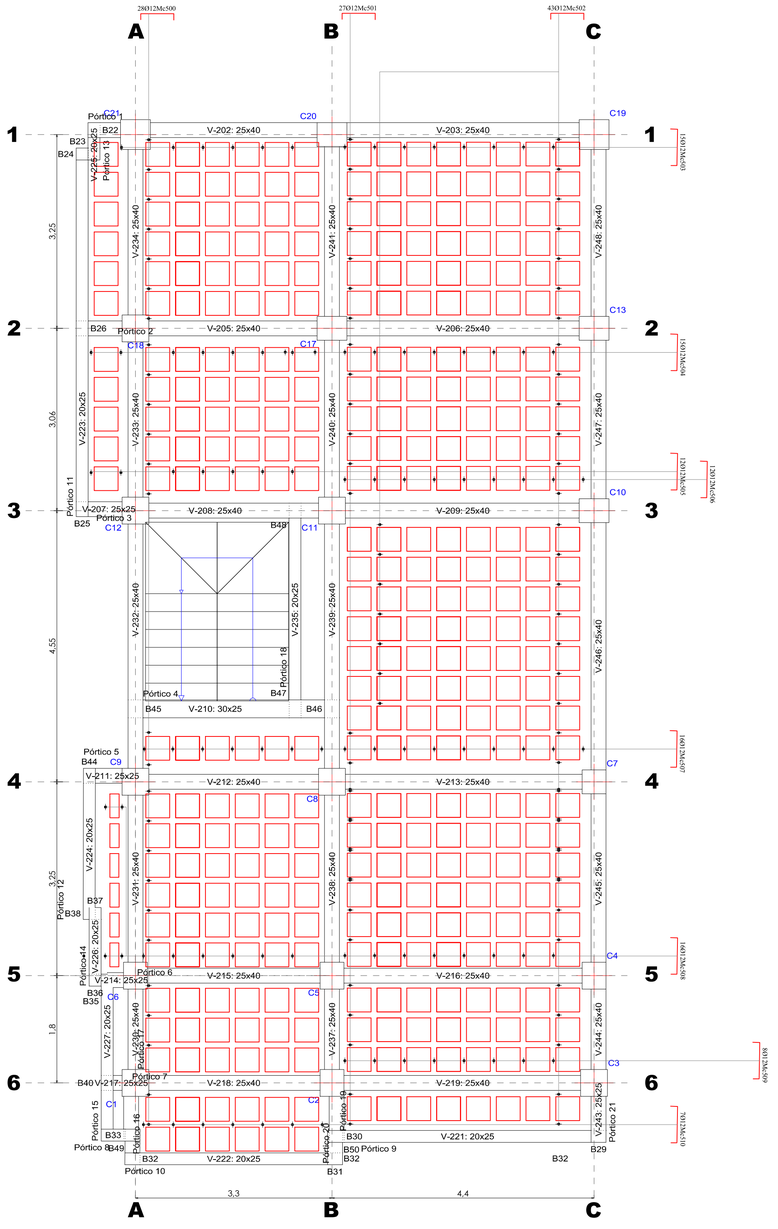
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

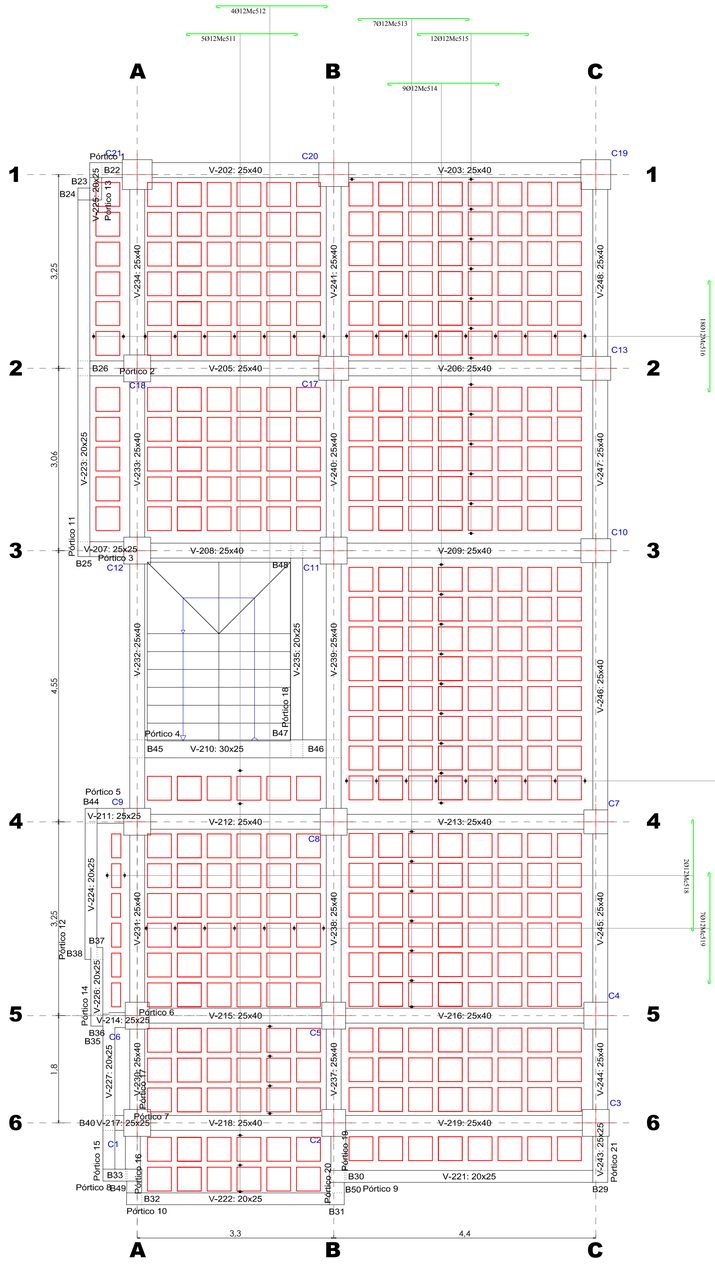
CONTIENE:
-DETALLE ACERO LOSAS
-PLANILLA DE ACERO

FECHA
AGOSTO_____2021

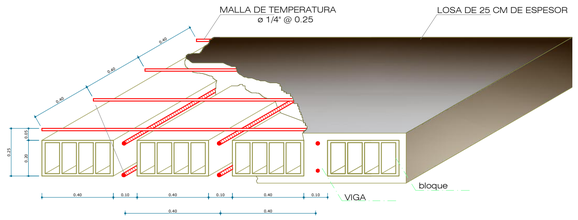
LAMINA
H7_____9



ESC ACERO SUP. NIVEL 3.06 AL 12.24 1:50



ESC ACERO INF. NIVEL 3.06 AL 12.24 1:50



ESC DETALLE LOSA NERVADA 1:10

PLANILLA DE ACERO LOSAS

Mc	Tipo	ϕ mm	Num	Dimensiones (m) a	b	c	g	Desarrollo (m) Parcial	total
500	C	12	28	1,10	0,15			1,40	39,20
501	C	12	27	2,23	0,15			2,83	76,33
502	C	12	43	1,45	0,15			1,75	75,25
503	C	12	15	1,10	0,15			1,40	21,00
504	C	12	15	2,20	0,15			2,50	37,50
505	C	12	7	1,20	0,15			1,50	6,30
506	C	12	9	2,50	0,15			2,80	25,20
507	C	12	16	3,56	0,15			3,80	60,80
508	C	12	16	1,70	0,15			2,00	32,00
509	C	10	8	1,25	0,15			1,55	12,40
510	C	12	7	1,10	0,15			1,40	9,80
511	I	12	5	3,26			0,11	3,52	17,60
512	I	12	9	1,40			0,11	1,62	14,58
513	I	12	7	8,10			0,11	8,32	58,24
514	I	12	9	4,40			0,11	4,62	41,58
515	I	12	12	8,40			0,11	8,52	102,24
516	I	12	18	6,30			0,11	6,52	117,36
517	I	12	11	11,10			0,11	11,32	124,58
518	I	12	2	3,25			0,11	3,47	6,94
519	I	12	7	7,75			0,11	7,97	55,79
520	I	12	2	4,40			0,11	4,62	9,24
521	I	12	8	0,70			0,11	0,82	7,38
522	I	12	9	7,80			0,11	8,02	72,18
523	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,04
524	I	12	14	5,50			0,11	5,71	66,78
525	I	12	9	4,50			0,11	4,72	42,48
526	I	12	7	5,50			0,11	5,71	55,59

Resumen de hierros

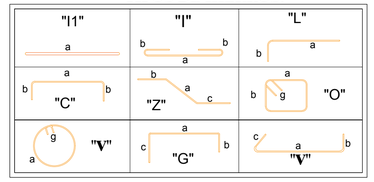
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	1196,98	0,887	1062,16	100
			1062,16	

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	**14,00 T/m2**
Resistencia a la compresión del hormigon	**f'c = 210 Kg/cm2**
Limite de fluencia del acero	**fy = 4200 Kg/cm2**
Hormigon de replantillo	**f'c = 140 Kg/cm2**

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA T INVERTIDA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

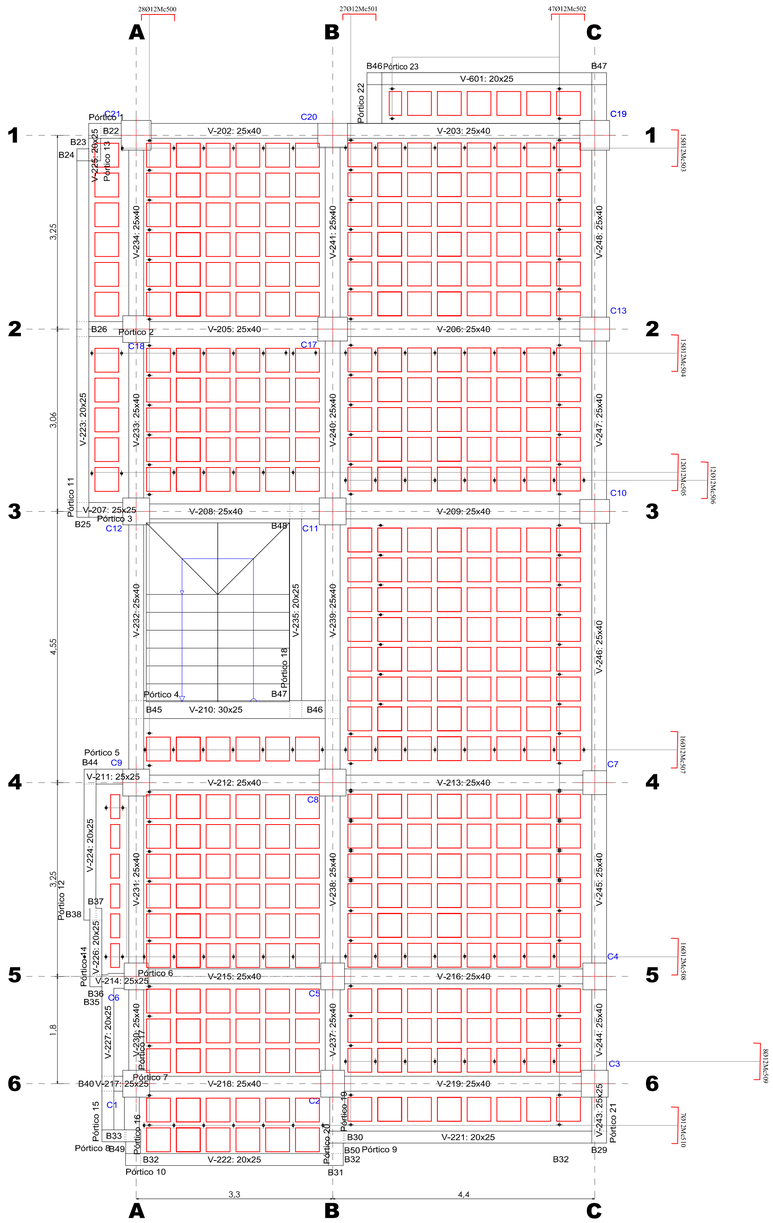
DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

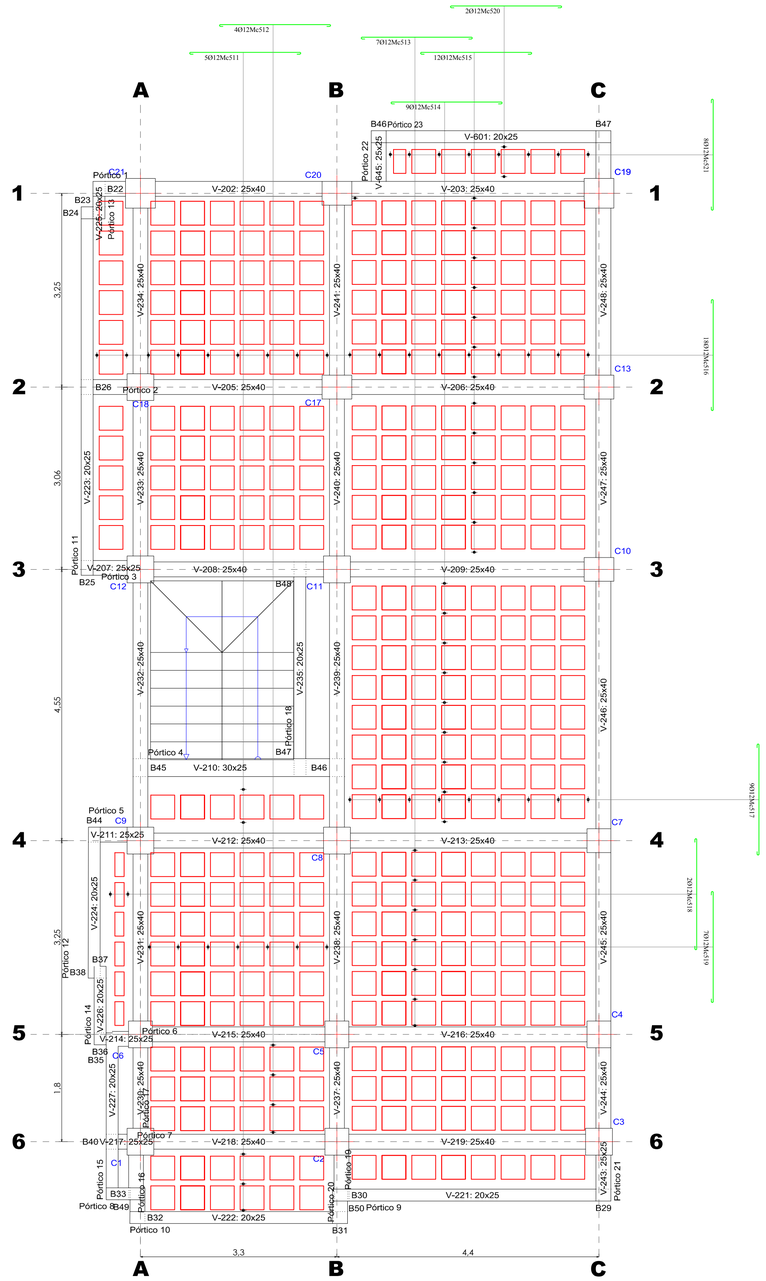
CONTIENE:
-DETALLE ACERO LOSAS
-PLANILLA DE ACERO

FECHA
AGOSTO _____ 2021

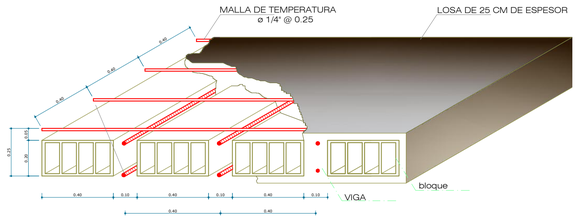
LAMINA
H8_____9



ESC_____ACERO SUP. NIVEL 15.30_____1:50



ESC_____ACERO INF. NIVEL 15.30_____1:50



ESC_____DETALLE LOSA NERVADA_____1:10

PLANILLA DE ACERO LOSAS

Mc	Tipo	ϕ	Num	Dimensiones (m)				Desarrollo (m)	
		mm		a	b	c	g	Parcial	total
500	C	12	28	1,10	0,15			1,40	39,20
501	C	12	27	2,55	0,15			2,85	76,93
502	C	12	43	1,45	0,15			1,75	75,25
503	C	12	13	1,10	0,15			1,40	18,20
504	C	12	15	2,20	0,15			2,50	37,50
505	C	12	7	1,00	0,15			1,30	9,10
506	C	12	9	2,50	0,15			2,80	25,20
507	C	12	16	3,50	0,15			3,80	60,80
508	C	12	16	1,70	0,15			2,00	32,00
509	C	12	8	1,25	0,15			1,55	12,40
510	C	12	7	1,10	0,15			1,40	9,80
511	I	12	5	3,26			0,11	3,52	17,60
512	I	12	4	1,40			0,11	1,62	31,68
513	I	12	7	8,10			0,11	8,32	58,24
514	I	12	9	4,40			0,11	4,62	41,58
515	I	12	12	8,40			0,11	8,52	102,24
516	I	12	18	6,30			0,11	6,52	117,36
517	I	12	11	11,10			0,11	11,32	124,58
518	I	12	2	3,25			0,11	3,47	6,94
519	I	12	7	7,75			0,11	7,97	55,79
520	I	12	2	4,40			0,11	4,62	9,24
521	I	12	8	0,170			0,11	0,62	7,38
522	I	12	9	7,80			0,11	8,02	72,18
523	I	12	7	4,50			0,11	4,72	33,04
524	I	12	14	5,50			0,11	5,71	66,78
525	I	12	9	4,50			0,11	4,72	42,48
526	I	12	7	5,50			0,11	5,71	55,59

Resumen de hierros

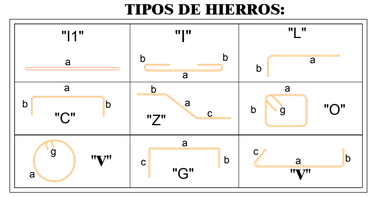
ϕ	m	kg/m	kg	VAR
12	1196,98	0,887	1062,16	100
			1062,16	

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Capacidad portante del suelo	**14,00 T/m2**
Resistencia a la compresión del hormigon	**f'c = 210 Kg/cm2**
Limite de fluencia del acero	**fy = 4200 Kg/cm2**
Hormigon de replantillo	**f'c = 140 Kg/cm2**

Para las juntas y traslapes se han seguido todas las normas del NEC-SE-DS-2015

TIPOS DE HIERROS:



DISEÑO ESTRUCTURAL:
EDIFICIO CON CIMENTACIÓN VIGA T INVERTIDA

Esc: Las Indicadas

Universidad Católica de Cuenca

DIS. JESSICA CASTRO
DIG. JESSICA CASTRO
REV. ING. GEOVANNY GONZÁLEZ

JESSICA CASTRO

CONTIENE:
-DETALLE ACERO LOSAS
-PLANILLA DE ACERO

FECHA
AGOSTO _____ 2021

LAMINA
H9_____9

ANEXO 3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Hormigón fc=210 Kg/cm2. UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	1	0,3	0,3	0,9332	0,28
Concretera	1	3	3	0,9332	2,8
Vibrador	1	1,75	1,75	0,9332	1,63
SUBTOTAL M					4,71
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	5	3,62	18,1	0,9332	16,89
Albañil	1	3,66	3,66	0,9332	3,42
Maestro de Obra	1	3,86	3,86	0,9332	3,6
Ayudante de albañil	1	3,62	3,62	0,9332	3,38
SUBTOTAL N					27,29
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Cemento Portland		Kg	370	0,15	55,5
Ripio		m3	0,8	20	16
Arena		m3	0,7	20	14
Agua		m3	0,3	0,33	0,1
SUBTOTAL O					85,6
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	117,6
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	23,52
	OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	141,12
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	VALOR OFERTADO	141,12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Replanteo y nivelación UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	1	0,3	0,3	0,016	0
Equipo de Topografía	1	4	4	0,016	0,06
SUBTOTAL M					0,06
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3,62	3,62	0,016	0,06
Topógrafo (en construciones-estr Oc. C1)	1	4,06	4,06	0,016	0,06
SUBTOTAL N					0,12
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Clavos		Kg	0,03	2,52	0,08
Albalux		Kg	0,01	0,22	0
Tira de Eucalipto (4x5cm)		m	0,4	1,05	0,42
Pintura Spray		u	0,01	2,5	0,03
SUBTOTAL O					0,53
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,71
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	0,14
	OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,85
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	VALOR OFERTADO	0,85

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavacion manual UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	1	0,3	0,3	2,4	0,72
SUBTOTAL M					0,72
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil - D2	1	3,65	3,65	0,25	0,91
Ayudante de albañil	1	3,62	3,62	0,4	1,45
Peón	1	3,62	3,62	2	7,24
SUBTOTAL N					9,6
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10,32
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	2,06
	OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	12,38
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	VALOR OFERTADO	12,38

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavación con Retroexcavadora UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1	25	25	0,1	2,5
SUBTOTAL M					2,5
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Operador Retroexcavadora	1	4,06	4,06	0,1	0,41
C3 Sin título Ayudante Maquinaria	1	3,7	3,7	0,05	0,19
SUBTOTAL N					0,6
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3,1
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	0,62
	OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,72
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	VALOR OFERTADO	3,72

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Replantillo de hormigón simple, e = 10 cm f'c=180 Kg / cm2 Unidad: m2

DETALLE:

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Herramienta menor	hora	1,0000	0,20	1,2000	0,24
Concretera	HORA	1,0000	3,63	1,0000	3,63
Vibrador	HORA	1,0000	1,75	1,0000	1,75
					5,62

SUBTOTAL M					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Cemento Portland	kg	48,0000	0,14		6,72
Ripio	m3	0,1110	19,64		2,18
Arena	m3	0,0825	19,64		1,62
Agua	m3	0,0255	0,41		0,01
					10,53

SUBTOTAL M					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
					0,00

SUBTOTAL M					
Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
E2 Peón		6,0000	3,51	1,2000	25,27
D2 Albañil		1,0000	3,55	1,2000	4,26
					29,53
SUBTOTAL P					

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	45,68
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	9,14
	OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	54,82
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	VALOR OFERTADO	54,82

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Relleno compactado con material de sitio UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	1	0,3	0,3	0,2	0,06
Compactador mediano Weber CF4	1	3	3	0,2	0,6
SUBTOTAL M					0,66
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3,62	3,62	0,2	0,72
Albañil	1	3,66	3,66	0,2	0,73
Maestro de Obra	1	3,86	3,86	0,2	0,77
SUBTOTAL N					2,22
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Material clasificado		m3	1,25	2,26	2,83
SUBTOTAL O					2,83
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,71
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	1,14
	OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,85
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	VALOR OFERTADO	6,85

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Relleno Compactado con Material de Mejoramiento UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Compactador	1	4,5	4,5	0,7	3,15
Herramienta menor	1	0,3	0,3	0,7	0,21
SUBTOTAL M					3,36
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3,62	3,62	0,7	2,53
Albañil	1	3,66	3,66	0,7	2,56
Maestro de Obra	1	3,86	3,86	0,7	2,7
SUBTOTAL N					7,79
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Material de mejoramiento		m3	1	11	11
SUBTOTAL O					11
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	22,15
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	4,43
	OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	26,58
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	VALOR OFERTADO	26,58

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2 UNIDAD: Kg

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	1	0,3	0,3	0,0811	0,02
SUBTOTAL M					0,02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	1	3,66	3,66	0,06	0,22
Ayudante de albañil	1	3,62	3,62	0,06	0,22
Maestro de Obra	1	3,86	3,86	0,02	0,08
SUBTOTAL N					0,52
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Alambre de Amarre		Kg	0,052	1,94	0,1
Hierro Corrugado Fy=4200 Kg/cm2		Kg	1	1,1	1,1
SUBTOTAL O					1,2
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,74
	INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %	0,35
	OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,09
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	VALOR OFERTADO	2,09

ANEXO 4

ESTUDIO DE SUELOS UNITARIOS

LABORATORIO DE SUELOS

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

INFORME GEOTÉCNICO

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA EL EDIFICIO

UBICACION: MARGEN IZQUIERDO DEL RÍO BURGAY, DETRÁS DE LA FERRETERÍA CONTINENTAL, CIUDAD DE AZOGUES.

Azogues, 27 de julio de 2020.

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1.- PROPOSITO Y ALCANCE:

El objetivo del presente informe, que corresponde al Estudio Geotécnico ubicado en la margen izquierda del río Burgay, detrás de la ferretería Continental, ciudad de Azogues, planificación que corresponde a una futura edificación, razón por la cual se requiere conocer la composición del subsuelo y las características generales de los materiales que servirán de soporte a la infraestructura proyectada, de manera que se constituyan en el antecedente requerido para la selección del tipo de infraestructura de cimentación que mejor se adapte a las condiciones del lugar y los parámetros necesarios para los correspondientes diseños de cimentación.

La información obtenida mediante la investigación Geotécnica efectuada, fue complementada con datos topográficos, estructurales, etc.

1.2.- INFRAESTRUCTURA PROYECTADA.-

El proyecto corresponde a un proyecto de vivienda unifamiliar

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

1.3.- DESCRIPCION DEL SITIO.-

Morfológicamente al terreno se lo puede definir como plano. En el sector el clima dominante es frío y seco, típico de la sierra ecuatoriana. La isoyeta de la zona es de alrededor de los 900 mm/año, y la temperatura media anual oscila alrededor de los 14.0 grados centígrados.

1.4.- INFORMACION PROPORCIONADA.-

1.- Antecedentes del proyecto, tipo y uso del mismo.

2.- Antecedentes estructurales: cargas, luces y tipos de materiales.

3.- Inspección directa del terreno.

Adicionalmente se contó con información general sobre clima y lluvias de la región.

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

1.5.- METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS.

La investigación Geotécnica del área de implantación del Proyecto, se la efectuará de acuerdo a los siguientes sub-puntos:

a) Reconocimiento del terreno.

b) Prospección Geotécnica mediante la inspección del sitio de implantación del proyecto y la obtención de muestras alteradas, que posteriormente serán evaluadas en Laboratorio.

c) Trabajos de laboratorio.

d) Informe Geotécnico.

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

1.5.- METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS.

La investigación Geotécnica del área de implantación del Proyecto, se la efectuará de acuerdo a los siguientes sub-puntos:

a) Reconocimiento del terreno.

b) Prospección Geotécnica mediante la inspección del sitio de implantación del proyecto y la obtención de muestras alteradas, que posteriormente serán evaluadas en Laboratorio.

c) Trabajos de laboratorio.

d) Informe Geotécnico.

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

CAPÍTULO 2.

EXPLORACION SUBTERRANEA.

2.1 PLANIFICACION PREVIA:

En función de la configuración del terreno y de los requerimientos constructivos que han motivado la presente consultoría, se ubicó 1 punto de muestreo. La perforación fue efectuada en los ejes de mayor concentración de carga del proyecto, estableciéndose como profundidad promedio de la exploración, 3.00 metros.

No obstante, los criterios para incrementar o disminuir la profundidad de exploración establecida, de conformidad a la práctica profesional común para este tipo de labores, se basarán en los siguientes criterios:

1.- Se debe alcanzar un espesor suficiente de material adecuado para apoyar la cimentación, lo cual se controlará en el campo mediante los resultados de los ensayos ejecutados.

2.- La profundidad de exploración deberá alcanzar un valor de por lo menos dos veces el ancho previsto de la cimentación, a partir de la cota de desplante de la misma.

3.- Lo indicado en el numeral 2 se incrementará si se encontraren suelos blandos o compresibles.

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

4.- Las excavaciones podrán suspenderse a cotas más altas que las indicadas si se encontrare roca u otro material impenetrable, en cuyo caso se continuará usando otros sistemas de exploración subterránea.

Los ensayos de laboratorio fueron establecidos en una cantidad de 1 en cuanto, se refiere a ensayos de clasificación.

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

2.2 INVESTIGACION DE CAMPO.

La investigación de las condiciones del subsuelo en el sitio del proyecto se la efectuó a través de la excavación de un (1) Pozo a Cielo Abierto P.C.A. y la obtención de muestras "alteradas" representativas de la estratigrafía de la subrasante, siendo la profundidad promedio de la prospección 3.00 m. Se complementó esta investigación mediante ensayos In Situ: Cono de Penetración Dinámico y Penetrómetro de bolsillo en las paredes y en el fondo de las excavaciones realizadas.

Las muestras extraídas corresponden a variaciones estratigráficas observadas; en general los procedimientos empleados para la prospección se ajustan a lo recomendado para estos casos y teniendo en cuenta las solicitaciones a las que el terreno de fundación está expuesto, por lo cual se tomaron muestras a diferentes profundidades, conforme lo indica el proyecto vertical.

Los perfiles estratigráficos se incluyen al presente informe en el Capítulo 3. En el cuadro siguiente se indican las cantidades de ensayos realizados y las profundidades alcanzadas en cada Pozo a Cielo Abierto.

CUADRO No. 1
(Detalle de los Pozos a Cielo Abierto Realizados)

P.C.A.	PROFUNDIDAD (m.)	MUESTRAS (No.)
1	3.00	1

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University
Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

2.3 NIVEL FREATICO (N.A.F.)

Los estudios realizados para el presente informe, se los efectuaron en el mes de julio, lo que en el presente año correspondió a una época de invierno y en estas condiciones, no se detectó la presencia de aguas freáticas, a la profundidad de 3.00 m. explorado, por lo que; se concluye Geotécnicamente, que dicho nivel no va a influir en el diseño y construcción del proyecto.

2.4.-) INVESTIGACION DE LABORATORIO:

A las muestras extraídas se les realizaron los ensayos normados, a fin de determinar las propiedades físico-mecánicas de los suelos de las cimentaciones.

El programa de laboratorio efectuado a las muestras "alteradas", básicamente consiste de los siguientes ensayos:

LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

TIPOS DE ENSAYOS	NORMA	
CONTENIDO DE AGUA	INEN:	Co 09.02-312
	MOP:	E-I22
	AASHTO:	T-93
	ASTM:	D-2216
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO	INEN:	No existe
	MOP:	E-115
	AASHTO:	T-88
	ASTM:	D-422
LÍMITE LÍQUIDO	INEN:	Co 09.02-312
	MOP:	E-116
	AASHTO:	T-89
	ASTM:	D-423
LÍMITE PLÁSTICO	INEN:	Co.09.02-312
	MOP:	E-117
	AASHTO:	T-90
	ASTM:	D-424
CONO DE PENETRACION DINAMICO	INEN:	No existe
	MOP:	No existe
	AASHTO:	No existe
	ASTM:	No existe
CORTE DIRECTO	INEN:	No existe
	MOP:	No existe
	AASHTO:	T-236
	ASTM:	D-3080
DENSÍMETRO NUCLEAR	INEN:	No existe
	MOP:	No existe
	AASHTO:	T-310
	ASTM:	D-2922

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

Mediante este plan de ensayos de laboratorio sobre muestras "alteradas" se obtuvo la clasificación de suelos por los métodos S.U.C.S. y A.A.S.H.T.O., cuyos formatos de laboratorio se reportan en los Anexos y un resumen se presenta en el cuadro que a continuación se indica:

CUADRO No. 2
(Detalle de la Estratigrafía)

P.C.A.	MUESTRA (No.)	PROFUNDIDAD (m.)	SUCS	AASHTO
1	1	0.00 a -3.00	MH	A – 7 – 5 (10)

Los resultados obtenidos de los ensayos se presentan en los Anexos y se describen con detalle en el capítulo que sigue.

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

CAPÍTULO 3.

RESULTADOS OBTENIDOS.

3.1 ESTRATIGRAFIA DE LA SUBRASANTE.

Con los resultados de las propiedades físicas de los suelos se clasificaron los mismos de acuerdo a los dos sistemas universalmente conocidos, tanto para el diseño de cimentaciones, como para las aplicaciones viales: el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS" y el "AASHTO" (American Asociation of State Highway and Transportation Officials).

El subsuelo del proyecto en el área estudiada está constituido por limos de alta compresibilidad, hasta la profundidad de 3.00 m. explorado.

A continuación se describen los pozos a cielo abierto excavados y estudiados en laboratorio:

LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

P.C.A. No. 1.

Desde el punto de vista Geotécnico, se identifica un solo estrato, el mismo que se encuentra a una profundidad de (0.00 a -3.00 m.), estrato que se encuentra constituido por un suelo fino cohesivo, que según el SUCS se lo identifica como MH; limos de alta compresibilidad y de acuerdo al sistema AASHTO como A–7–5, con índice de grupo 10.

LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

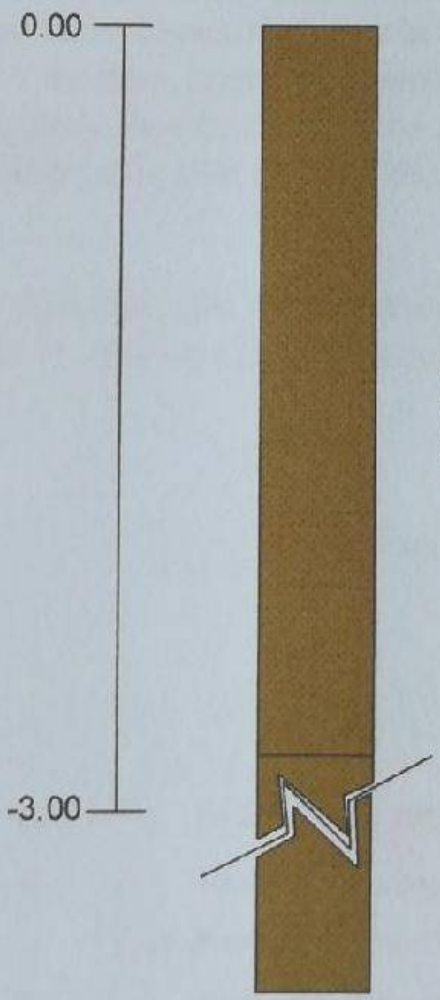
Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

ESTRATIGRAFÍA

CALICATA 1

PROFUNDIDAD (m.)	CALICATA # 1	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN



SUCS = MH
AASHTO = A - 7 - 5 (10)
L.L.= 52%
I.P.= 20%

LIMOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD
(Estrato de color amarillento)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

CAPÍTULO 4.

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.

4.1 CIMENTACIONES SUPERFICIALES.

El suelo de cimentación del proyecto está constituido por un estrato de suelo fino "cohesivo" para el diseño estructural del proyecto, las cargas de la estructura que llegan a la cimentación serán transmitidas al estrato identificado y deberán ser soportadas por el mismo, razón por la cuál en la presente investigación Geotécnica se estudiará y se dará, como recomendación, la profundidad de cimentación, D_f, y la capacidad de carga admisible a dicha profundidad, según el criterio de estabilidad por fallo de la base, utilizando un factor de seguridad global de 3.

La capacidad de carga admisible, q_{adm}, para cualquier tipo de suelo de cimentación se obtiene, aplicando el método del factor de seguridad global, según:

$$q_{adm} = \frac{q_u - q'}{F.S.}$$

Donde:

q_u = Capacidad de carga última del suelo (resistente).

q' = Sobrecarga circundante ($q' = \gamma_1 \cdot D_f$).

γ_1 = Peso específico del suelo por encima del nivel de solera.

D_f = Profundidad de desplante.

F.S. = Factor de seguridad global.

LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

La capacidad de carga última q_u, según Meyerhof, para cualquier tipo de cimiento superficial, viene dada por la expresión general siguiente:

$$q_u = c\, N_c\, F_{cs}\, F_{cd}\, F_{ci} + q'\, N_q\, F_{qs}\, F_{qd}\, F_{qi} + 0.5\, \gamma_2\, B\, N_\gamma\, F_{\gamma s}\, F_{\gamma d}\, F_{\gamma i}$$

q_u	=	Capacidad de carga última del suelo (resistente).
c	=	Cohesión del suelo, existente por debajo del nivel de solera.
ϕ	=	Angulo de fricción interna del suelo, existente por debajo del nivel de solera.
q'	=	Sobrecarga circundante ($q' = \gamma_1 \cdot D_f$).
γ_2	=	Peso específico del suelo por debajo del nivel de solera.
B	=	Lado menor del cimiento (diámetro para un cimiento circular).
D_f	=	Profundidad de desplante.
N_c, N_q, N_γ	=	Factores de capacidad de carga.
$F_{cs}\, F_{qs}\, F_{\gamma s}$	=	Factores de forma.
$F_{cd}\, F_{qd}\, F_{\gamma d}$	=	Factores de profundidad.
$F_{ci}\, F_{qi}\, F_{\gamma i}$	=	Factores de inclinación de la carga.

Nota: no se tendrá en cuenta en la capacidad de carga admisible recomendada, los factores de inclinación de la carga. Se asume pues, carga vertical centrada.

Los valores de los factores de capacidad de carga, forma y profundidad, son tomados del libro: "Principios de Ingeniería de Cimentaciones", de Braja M. Das, de la editora Thomson and Learning (2001), tablas 3.4 y 3.5, páginas 168 y 169.

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

4.2 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.

El subsuelo a nivel de desplante del proyecto está constituido por un estrato de suelo fino "cohesivo", razón por la cual en el presente diseño se recomendará cimentar, mediante cimientos aislados armados, a una profundidad de desplante D_f = 1.00 m. *(Ver a continuación esquema de cimentación).*

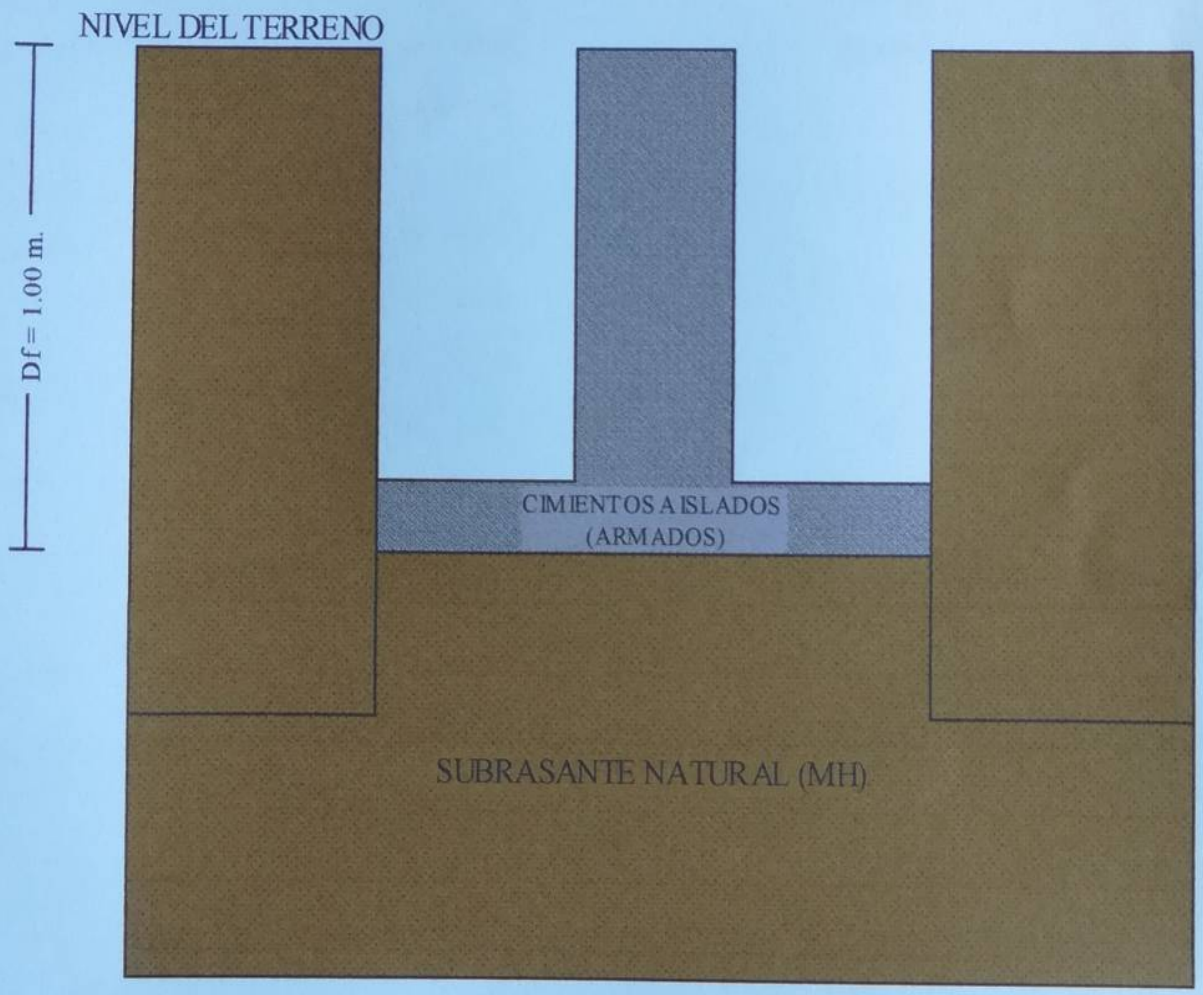
LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

ESQUEMA DE CIMENTACION



LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

La capacidad de carga admisible, q_{adm}, para los siguientes datos:

c	=	0.42	Kgf/cm^2
ϕ	=	5	grados
γ_1	=	1858	Kgf/m^3
γ_2	=	1858	Kgf/m^3
N_c	=	6.49	
N_q	=	1.57	
N_γ	=	0.45	
B	=	3.00	m
L	=	3.00	m
Df	=	1.00	m
F.S.	=	3	

Será de:

$$\mathbf{q_{adm} = 1.40\ kg/cm^2.}$$

Nota: a mayor profundidad de desplante que la indicada en el cuadro anterior, la capacidad admisible del suelo será también mayor.

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

4.3 CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO ELÁSTICO EN EL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN:

El asentamiento inmediato o elástico bajo una cimentación depende de la rigidez de ésta. El cálculo del mismo se basa en la aplicación de la teoría de la elasticidad, que considera que el medio sobre el cual se aplica el cimiento es elástico, isótropo y homogéneo.

Para la condición de un cimiento completamente flexible con profundidad de desplante D_f = 0 m. y profundidad del estrato incompresible, H = infinito, Harr (1966) da la siguiente expresión del asentamiento elástico en el centro del cimiento flexible:

$$Sec = \left(\frac{B\,q_o}{E_s}\right)\cdot\left(1-\mu_s{}^2\right)\cdot(\alpha)$$

$$\alpha = \left(\frac{1}{\pi}\right)\cdot\left[\left(ln\left(\frac{\sqrt{1+m_1^2}+m_1}{\sqrt{1+m_1^2}-m_1}\right)\right)+\left((m_1)\cdot\left(ln\left(\frac{\sqrt{1+m_1^2}+1}{\sqrt{1+m_1^2}-1}\right)\right)\right)\right]$$

$$m_1 = \frac{L}{B}$$

Donde:

E_S	=	Módulo de elasticidad del suelo.
u_s	=	Relación de Poisson.
q_o	=	Carga uniformemente distribuida, transmitida por el cimiento flexible.
B	=	Lado menor del cimiento.
L	=	Lado mayor del cimiento.
q_o	=	Asumiendo como carga uniformemente distribuida q_o sobre cimiento flexible, la obtenida como q_{adm} en el criterio de estabilidad por fallo de la base
N	=	Carga vertical total que baja por la columna a nivel del terreno

Para el presente caso se asumieron los siguientes datos del libro Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (Braja M. Das), páginas 416 y 417, considerando que se está en presencia de un limo de alta compresibilidad:

$$E_S = 540 \quad Kgf/cm^2$$

$$u_s = 0.40$$

Será de:

$$\mathbf{Se_c = 7.38\ mm.}$$

Nota: Estos asentamientos elásticos calculados se reducen en la medida que se reduce el espesor del estrato compresible, considerado en los cálculos anteriores como de extensión infinita. Disminuyen también en la medida que Dr aumenta.

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

4.4 CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA:

En el caso de cimentaciones sobre estratos compresibles, suelos blandos, donde se produzcan asientos por consolidación primaria, producto de cargas de larga duración, se requerirá hacer una investigación adicional, consistente en toma de muestras inalteradas del estrato compresible, y ensayarlas en el edómetro, a fin de obtener los parámetros que permitan calcular la magnitud del asiento total primario en función de la magnitud de la carga neta actuante a nivel de solera (D_f) y de las dimensiones de la cimentación (B y L).

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

4.5 CONCLUSIONES FINALES:

La estratigrafía determinada en el sitio de proyecto, desde el punto de vista Geotécnico, presenta buenas características como material de cimentación.

Se recomienda que la construcción del proyecto se lo realice previo a un estudio y diseño estructural.

Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M.

CONSULTOR EN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.

ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARA EL EDIFICIO I
SOLICITA:	
UBICACIÓN:	MARGEN IZQUIERDO DEL RÍO BURGAY (DETRÁS DE LA FERRETERÍA
MUESTRA:	DE SITIO P1 - M1 PROF. 0,00 - 3,00 m. SUELO AMARILLENTO
FECHA :	27 DE JULIO DE 2020

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
NORMAS: ASTM D-2216	124,62	117,01	48,24	11,07	11,01
	124,13	116,60	47,87	10,96	

ANALISIS GRANULOMETRICO — **NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88**

FRACCION GRUESA	
PESO INICIAL:	100,00
PESO FINAL:	100,00
ERROR:	0,00

TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	100,00
1"	0,00	100,00
3/4"	0,00	100,00
3/8"	0,00	100,00
No. 4	0,00	100,00
PASA No.4	100,00	

FRACCION FINA	
PESO INIC.HUM.:	500
PESO INIC.SECO:	450,41

TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.10	45,20	89,96
No.40	125,40	72,16
No.200	195,30	56,64
PASA 200	255,11	

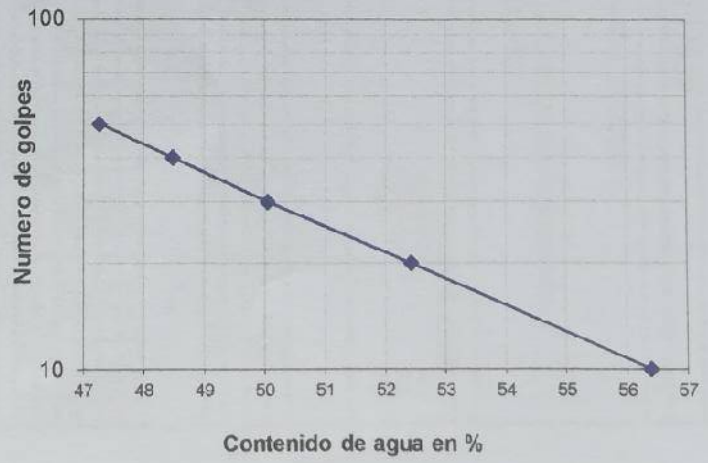
RESULTADOS FINALES:					
LL=	52	GRAVA=	0,00	SUCS=	MH
LP=	32	ARENA=	43,36	AASHTO=	A - 7 - 5
IP=	20	FINOS=	56,64	IG=	10

Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M.

LIMITE LIQUIDO	NUMERO GOLPES	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA
NORMAS: ASTM D-423 AASHTO T-89	10	63,10	56,80	45,63	56,40
	20	62,80	57,20	46,52	52,43
	30	66,76	61,29	50,36	50,05
	40	62,40	56,98	45,80	48,48
	50	63,12	57,67	46,14	47,27
	LIMITE LIQUIDO:		52,04		

LIMITE PLASTICO	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA
NORMAS: ASTM D-424 AASHTO T-90	18,41	16,32	9,80	32,06
	18,73	16,56	9,77	32,00
	18,16	16,11	9,83	32,56
	18,19	16,13	9,78	32,44
	LIMITE PLASTICO:		32,26	

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0995713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA EL EDIFICIO

SOLICITA:

UBICACION: MARGEN IZQUIERDO DEL RÍO BURGAY (DETRÁS DE LA FERRETERÍA CONTINENTAL)

MUESTRA: DE SITIO P1 - M1 PROF. 0,00 - 3,00 m. SUELO AMARILLENTO

FECHA: 27 DE JULIO DE 2020

NORMA DE ENSAYO:	T 99 C
GOLPES POR CAPA:	25
No. DE CAPAS :	3,00
PESO MARTILLO :	2.49 Kg.
ALTURA DE CAIDA:	30.5 cm

MOLDE ESTANDAR

DIAMETRO:	10,1
VOLUMEN :	929
PESO :	4142

DATOS PARA LA CURVA:

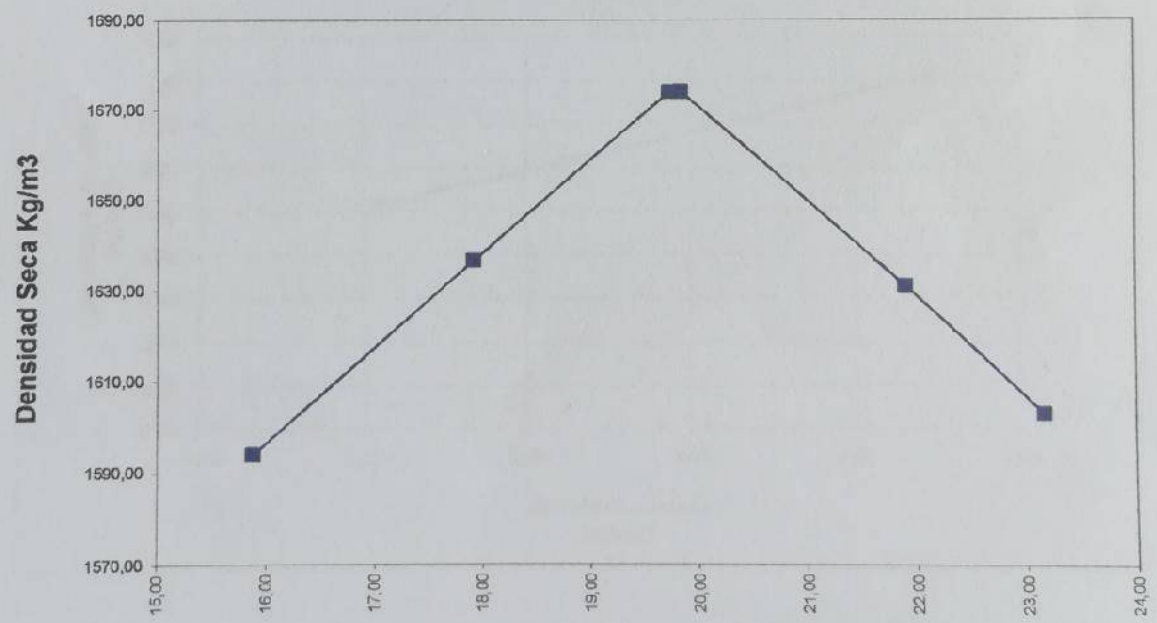
PUNTO No.:	1	2	3	4	5
Peso comp.:	5.858	5.935	6.004	5.989	5.976
Peso suelo:	1.716	1.793	1.862	1.847	1.834
Dens. Hum :	1.847	1.930	2.004	1.988	1.974

CONTENIDOS DE HUMEDAD

W. humedo :	75,53	75,29	76,85	76,93	80,63	81,86	72,13	72,16	68,13	68,23
W. seco :	68,11	67,89	68,40	68,42	70,89	71,81	62,92	63,08	59,24	59,50
W. capsula:	21,32	21,35	21,10	21,08	21,38	21,05	20,83	21,66	20,68	22,00
w (%) :	15,86	15,90	17,86	17,98	19,67	19,80	21,88	21,92	23,05	23,28
w(%) prom.:	15,88		17,92		19,74		21,90		23,17	
Dens. Seca:	1.594		1.637		1.674		1.631		1.603	

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MAX. = 1674 CONT. DE AGUA OPT. = 19,84

CURVA DE COMPACTACION



Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M.

LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

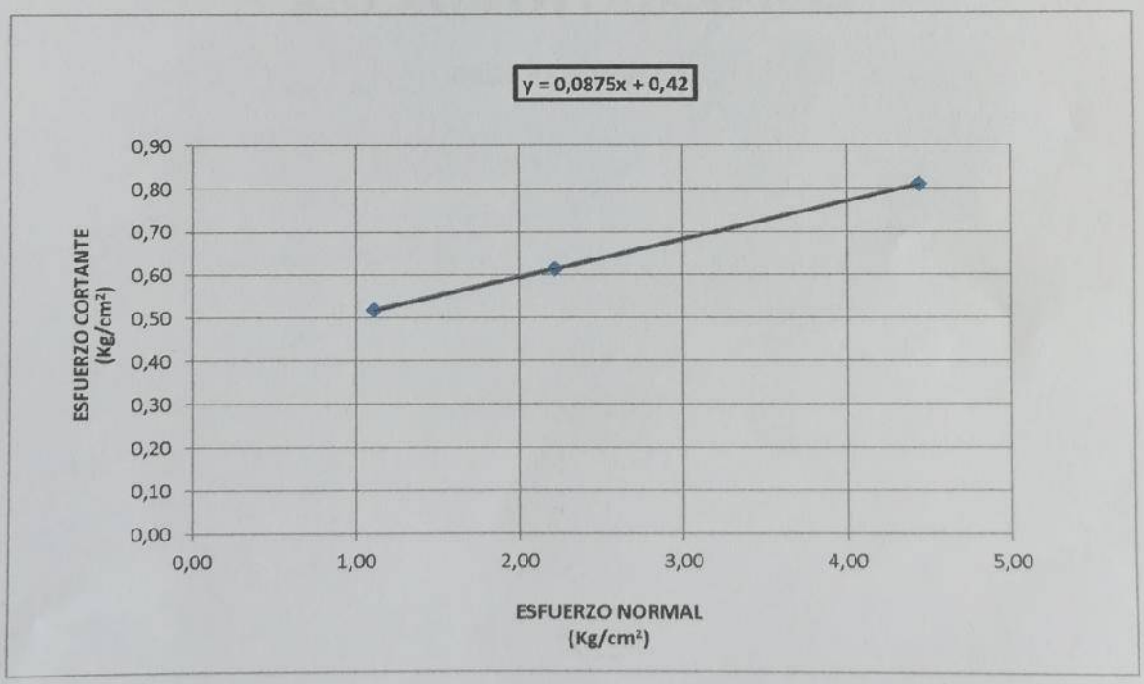
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS
SOLICITA:
UBICACIÓN: MARGEN IZQUIERDO DEL RÍO BURGAY (DETRÁS DE LA FERRETERÍA CONTINENTAL)
MUESTRA: DE SITIO P1 - M1 PROF. 0,00 - 3,00 m. SUELO AMARILLENTO
FECHA: 27 DE JULIO DE 2020

ESTADO DE LA MUESTRA COMPACTADA	
CONTENIDO DE AGUA PROMEDIO (%)	11,01
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,674
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,858
SATURACIÓN (%)	49,41

CARACTERISTICAS FÍSICAS DEL SUELO	
LIMITE LIQUIDO (%)	52,04
LIMITE PLASTICO (%)	32,26
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	20
PASA EL TAMIZ # 200 (%)	56,64
CLASIFICACIÓN SUCS	MH

RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO RAPIDO EN LA FALLA

ESFUERZO NORMAL (Kg/cm2)	ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm2)
1,11	0,52
2,22	0,61
4,44	0,81



COHESION (Kg/cm2)	0,42
ANGULO FRICCION INTERNA (Grados)	5,00

Ing. M.Sc. Juan Pablo Riquetti M.

LABORATORIO DE SUELOS
Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

ANEXO FOTOGRÁFICO

(Sitio de proyecto)

LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.
M.Sc. Geotecnia
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.
M.Sc. Geología y Geotecnia
Universidad de Cuenca

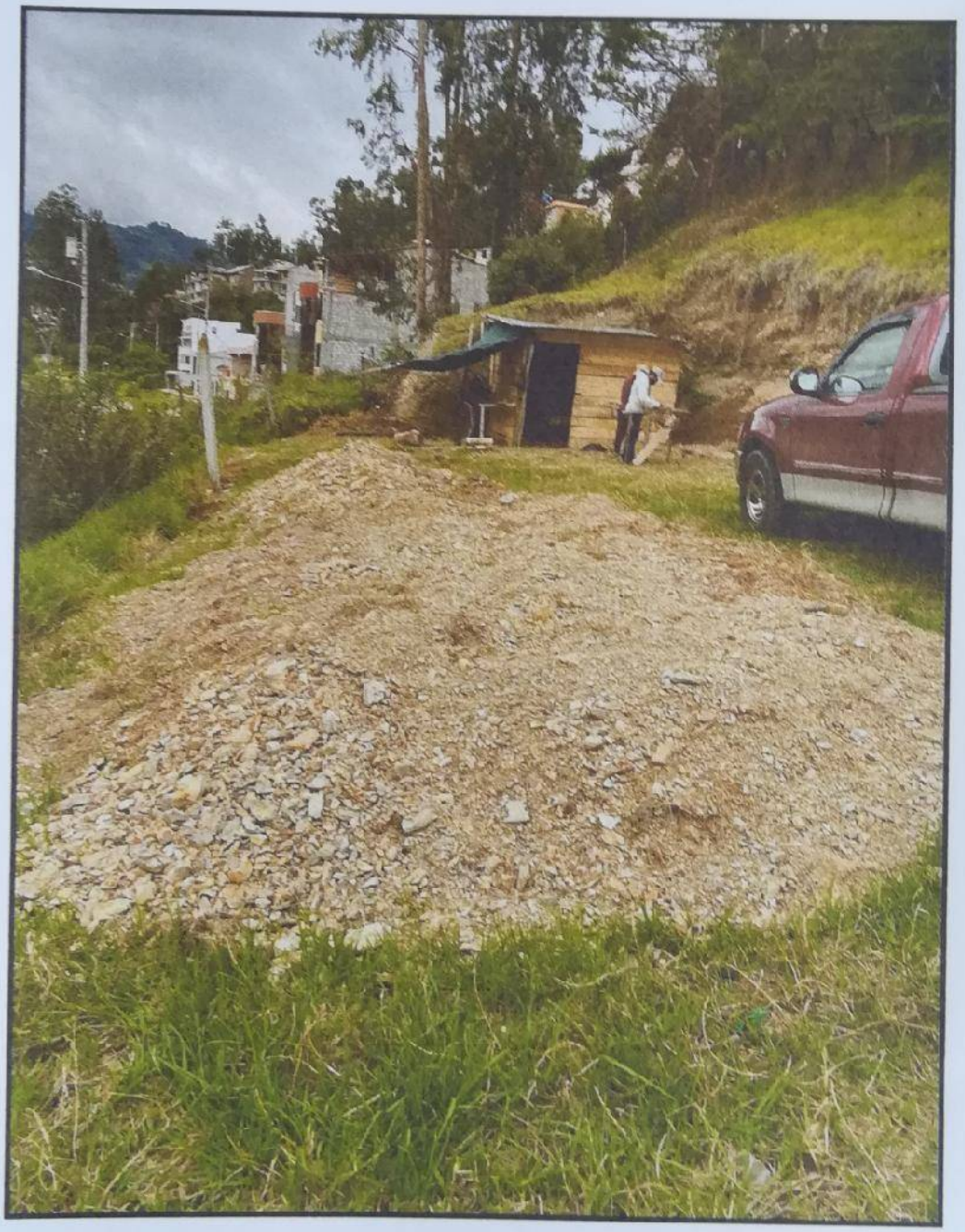


Foto 2: Sitio de Proyecto.



Fray Marchena y Av. Loja
(Urb. Antonio Borrero V. lote 29)
Telfs.: 2385-371 0999773004
(PRINCIPAL: Cuenca)
E-mail: ivantti2009@hotmail.com

Av. Oriente y 3 de Noviembre
(Sector San Francisco)
Telfs.: 2247-645 0985713834
(SUCURSAL: Azogues)
E-mail: jpriquettim@hotmail.com

ANEXO 5

MEMORIA DE CÁLCULO

DISEÑO MEDIANTE CYPECAD.

Envolventes

Para el diseño estructural de elementos se ha tomado en consideración la envolvente con todas combinaciones críticas de carga. Los estudios estructurales fueron realizados considerándose modelos matemáticos espaciales, es decir, disposición regular de pórticos planos en 2 sentidos.

Para todas las áreas, el modelo permitió aplicar cargas verticales debidas a pesos muertos y sobrecargas directamente en vigas, considerando su peso propio como una constante geométrica del elemento.

Cargas horizontales

Las cargas horizontales o sísmicas fueron aplicadas, en los dos sentidos y en el centro de masas de los pisos. Dichas cargas fueron evaluadas automáticamente de acuerdo a las recomendaciones de los códigos respectivos.

De esta manera se obtuvieron resultados finales de esfuerzos para todos los elementos en concordancia con su geometría y de acuerdo a las combinaciones de cargas que se indicarán más adelante.

Consideraciones para cimentación

Para las cimentaciones el diseño se basó en las recomendaciones del estudio de suelos respectivo y en el sistema constructivo del proyecto. Los niveles de cimentación fueron establecidos en base criterios de compactación de plataformas y necesidades del proyecto, además de los datos obtenidos del estudio de suelos.

Las vigas y losas de cimentación fueron diseñadas considerando los efectos verticales y horizontales que se producen en bases de columnas.

Todos los elementos de hormigón armado están diseñados de conformidad con el Código ACI 318-14 por el método LRFD de Factores de Carga y Resistencia, cumpliendo además con los requisitos de la norma nacional vigente. El diseño incluye cimentación, columnas, vigas y losas.

A continuación, se presenta un resumen del diseño de vigas donde se presentan esfuerzos de corte, torsión y momento flector.

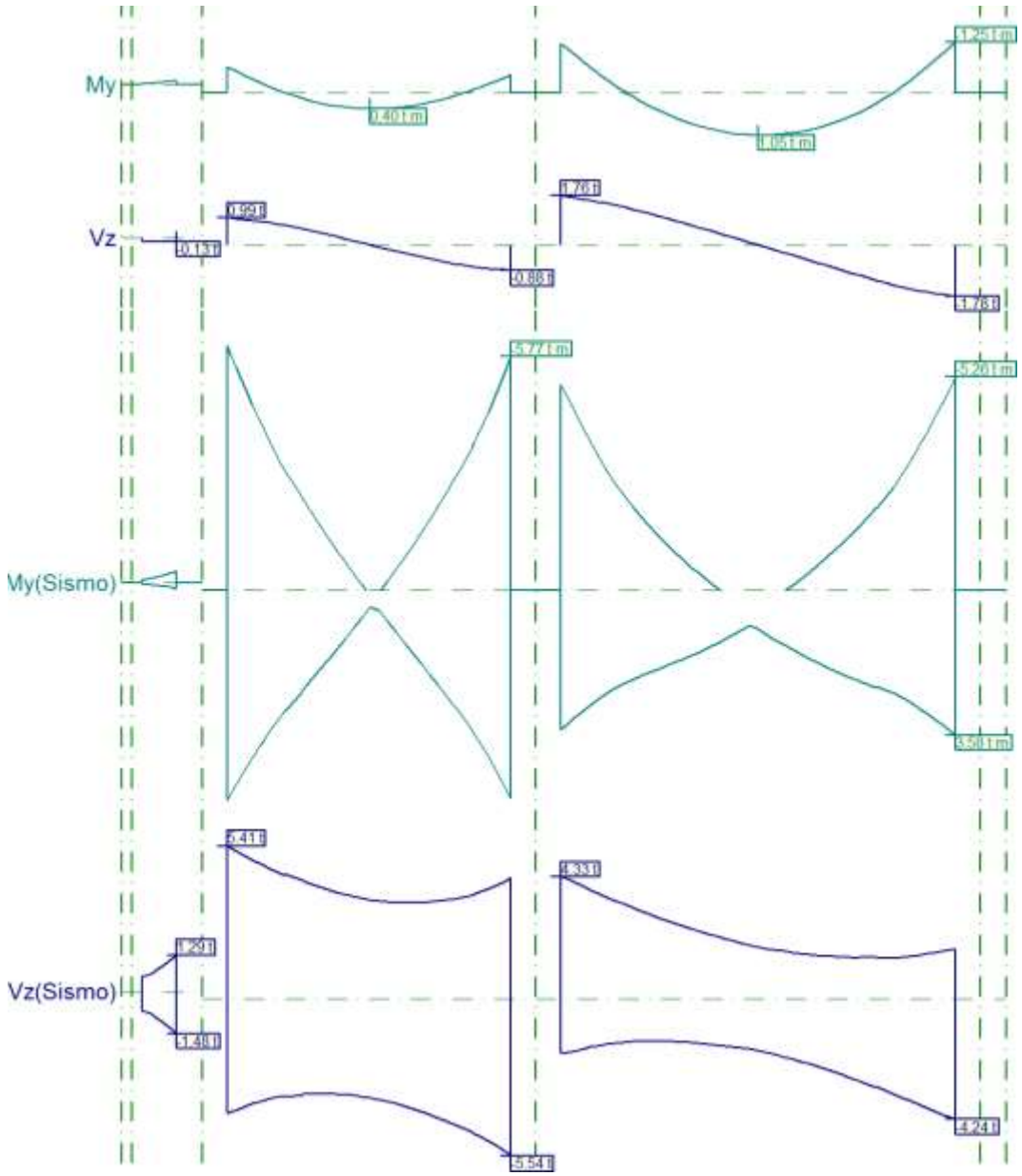


Fig. 1 Pórtico 1

TABLA I.

PÓRTICO 1.

Pórtico 1			Tramo: V-201			Tramo: V-202			Tramo: V-203		
Sección			25x25			25x40			25x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones	Momento mín.	[t·m]	-0,1	-0,2	-0,3	-4,5	-1,1	-5,6	-5,9	-0,6	-5
Situaciones	Momento máx.	[t·m]	--	--	0,1	4,9	1,6	3,5	3,2	1,9	4,2
Situaciones	Cortante mín.	[t]	-0,6	-0,8	-1,1	-3,8	-3,8	-5,3	-1,8	-2,2	-4,2
Situaciones	Cortante máx.	[t]	0,4	0,6	0,9	4	2,7	3	4,8	2,8	2,2
Situaciones	Torsor mín.	[t]	--	--	--	--	--	-0,3	--	--	-0,2
Situaciones	Torsor máx.	[t]	--	--	--	0,2	--	0,1	0,3	--	--

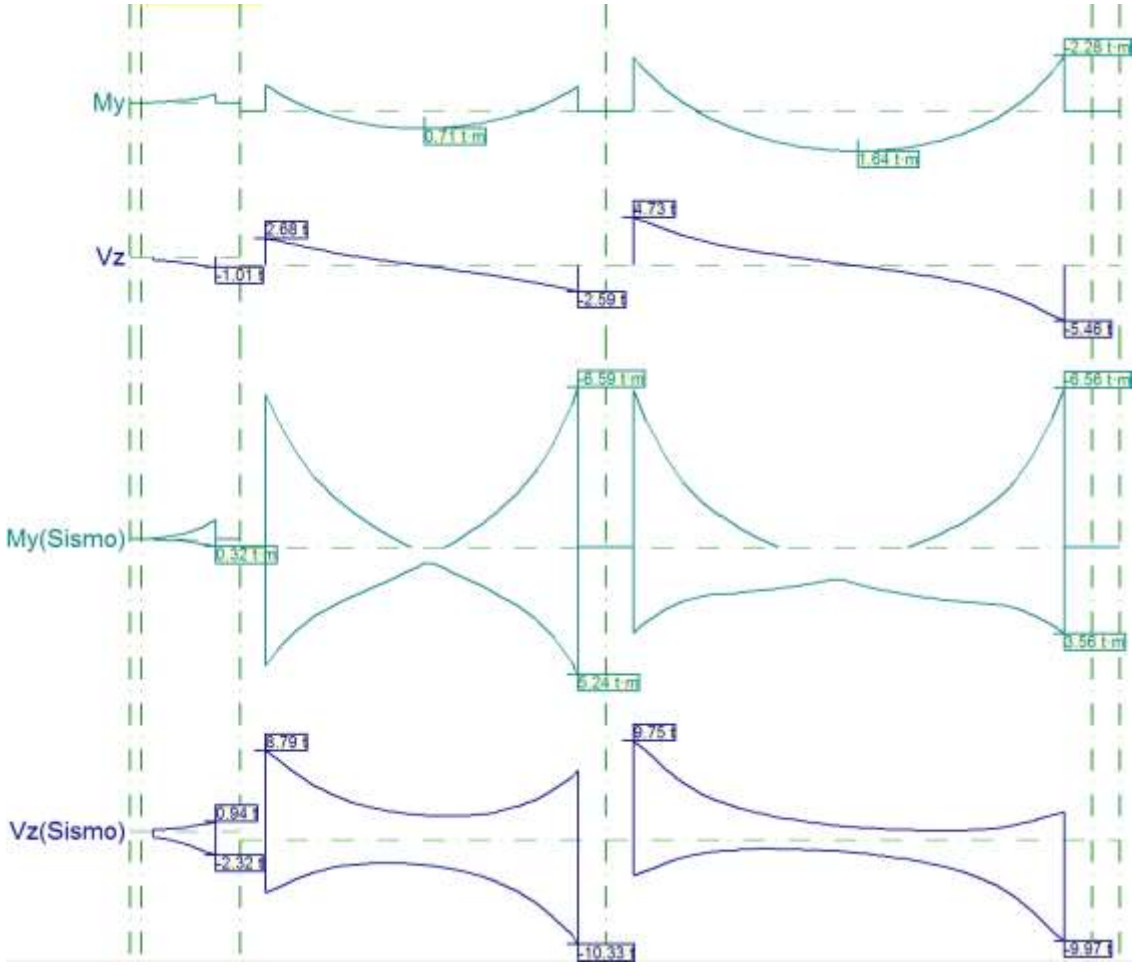


Fig. 2. Pórtico 2

TABLA II.

PÓRTICO 2.

Pórtico 2			Tramo: V-204			Tramo: V-205			Tramo: V-206		
Sección			25x25			25x40			25x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones	Momento mín.	[t·m]	-0,1	-0	-0,7	-5,6	-1	-6	-7,4	-0	-6,66
Situaciones	Cortante mín.	[t]	-0,7	-1	-2,2	-4,6	-3	-10	-3,4	-2	-10
Situaciones	Cortante máx.	[t]	0,2	0,5	0,7	7,8	2,7	5,9	10,6	2,5	3,83
Situaciones	Torsor mín.	[t]	--	--	-0,1	-0,2	--	-0	-0,2	--	-0,24
Situaciones	Torsor máx.	[t]	--	--	0,1	0,2	--	0,3	0,2	--	0,28

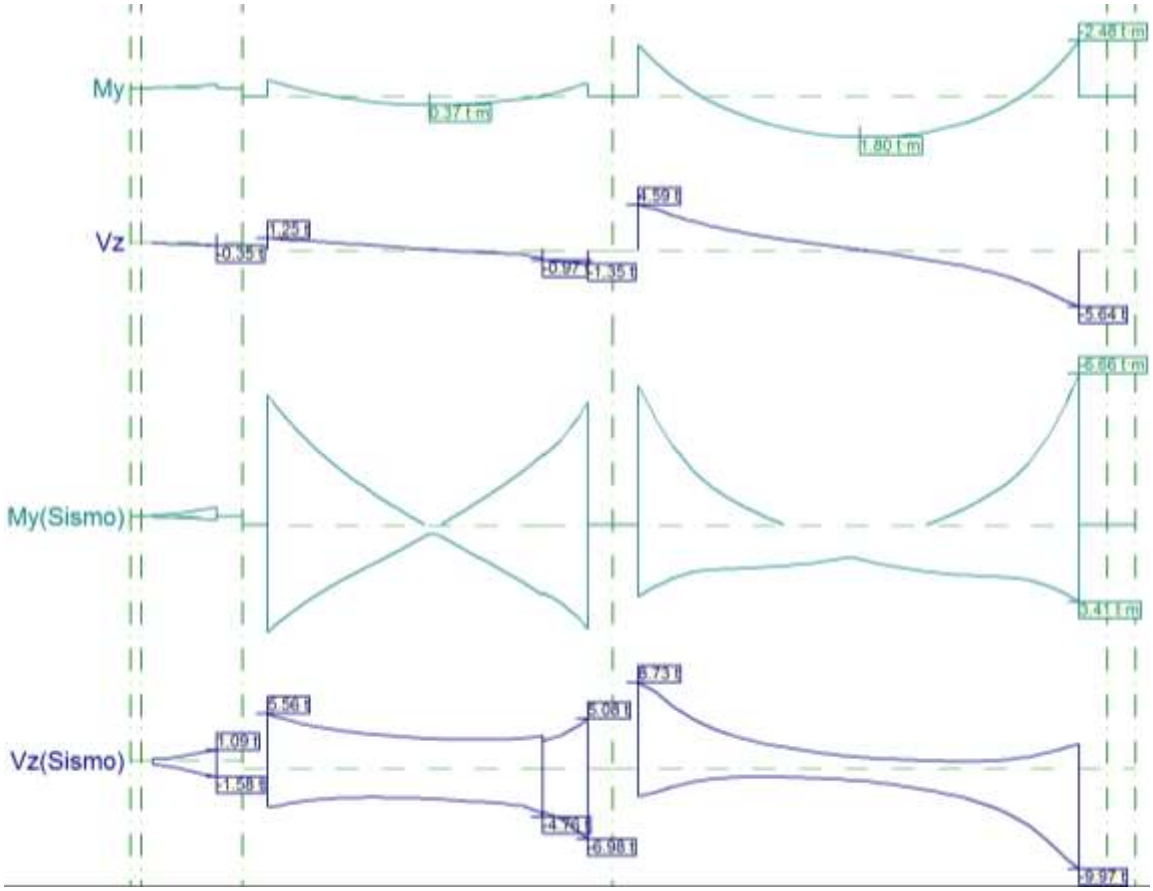


Fig. 3. Pórtico 3

TABLA III.

PÓRTICO 3.

Pórtico 3			Tramo: V-207			Tramo: V-208			Tramo: V-209		
Sección			25x25			25x40			25x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[t·m]	-0,1	-0	-0,4	-5,8	-1,2	-5	-7	--	-7,2
	Momento máx.	[t·m]	--	0,1	0,2	4,1	1,3	4,5	3,6	2,2	4,28
	Cortante mín.	[t]	-0,4	-1	-1,4	-3,1	-2,7	-6	-3,1	-2,2	-10,6
	Torsor mín.	[t]	--	--	-0,1	-0,2	--	-0	-0,2	--	-0,33
	Torsor máx.	[t]	--	--	0,1	0,1	--	0,5	0,3	--	0,24

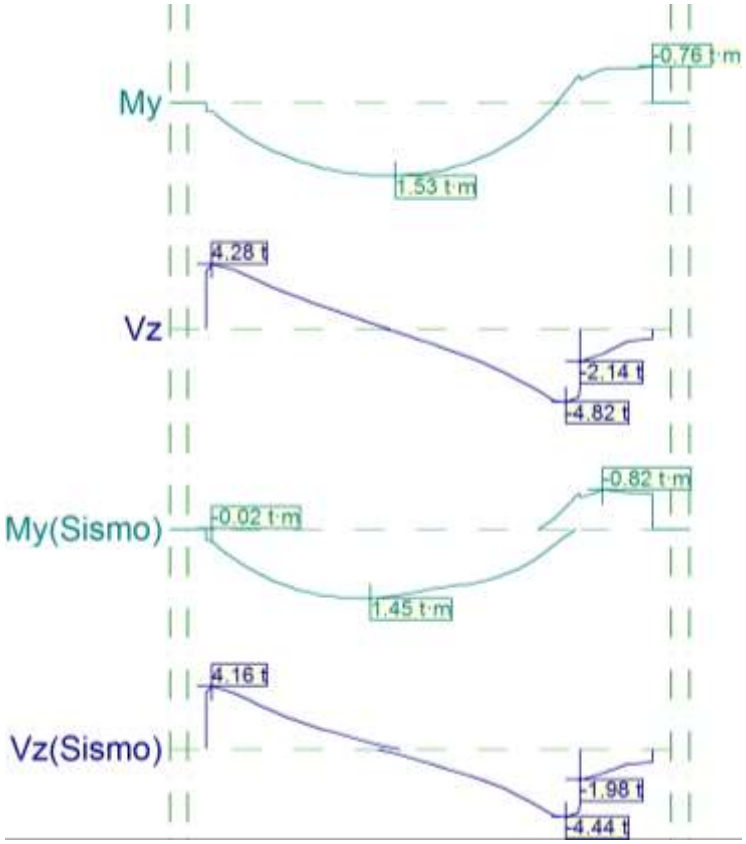


Fig. 4. Pórtico 4

TABLA IV.

PÓRTICO 4.

Pórtico 4				**Tramo: V-210**	
Sección				**30x25**	
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**--**	**--**	**-0,79**
	Momento máx.	[t·m]	**1,51**	**1,52**	**0,9**
	Cortante mín.	[t]	**--**	**-2,53**	**-5,02**
	Cortante máx.	[t]	**4,94**	**0,7**	**--**
	Torsor mín.	[t]	**-0,87**	**--**	**--**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**0,12**	**1,27**

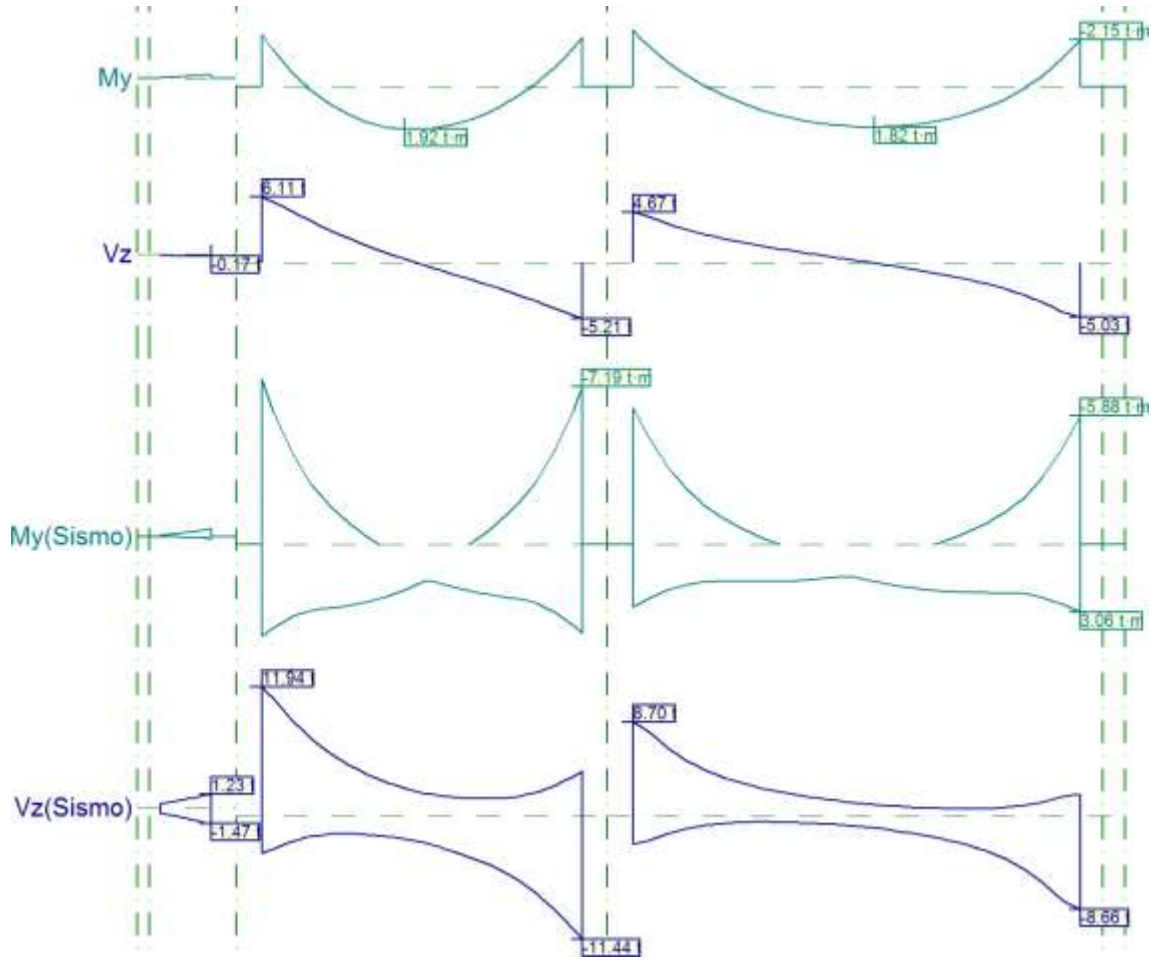


Fig. 5. Pórtico 5

TABLA V.

PÓRTICO 5.

Pórtico 5			**Tramo: V-211**			**Tramo: V-212**			**Tramo: V-213**		
Sección			**25x25**			**25x40**			**25x40**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-0,1**	**-0**	**-0,4**	**-6,8**	**--**	**-7**	**-6,3**	**-0,1**	**-7**
	Momento máx.	[t·m]	**--**	**--**	**--**	**3,94**	**2,4**	**3,57**	**3,7**	**2**	**3,5**
	Cortante mín.	[t]	**-0,7**	**-1**	**-1,4**	**-3,1**	**-4**	**-11**	**-3,5**	**-2,2**	**-10**
	Cortante máx.	[t]	**0,4**	**0,6**	**0,9**	**11**	**3,1**	**3,62**	**8,7**	**2,2**	**2,5**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**	**-0,4**	**--**	**--**	**-0,2**	**--**	**-0,2**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**	**--**	**--**	**0,4**	**0,2**	**--**	**0,3**

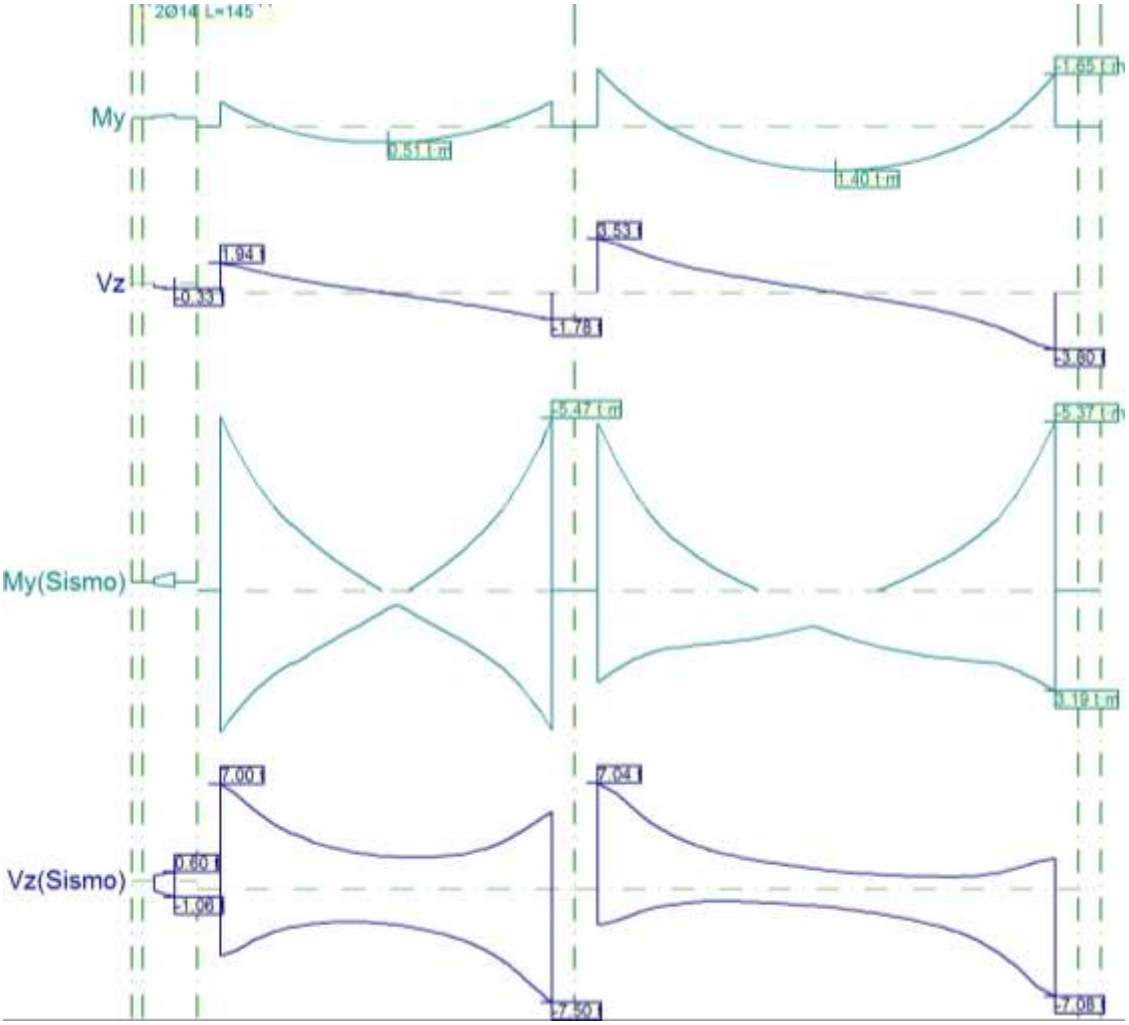


Fig. 6. Pórtico 6

TABLA VI.

PÓRTICO 6.

Pórtico 6			**Tramo: V-214**			**Tramo: V-215**			**Tramo: V-216**		
Sección			**25x25**			**25x40**			**25x40**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-0,1**	**-0,2**	**-0,3**	**-4,3**	**-0,7**	**-5,3**	**-5,9**	**-0,3**	**-5,5**
	Momento máx.	[t·m]	**--**	**0,1**	**0,1**	**4,1**	**1,5**	**3,1**	**2,8**	**2**	**3,6**
	Cortante mín.	[t]	**-0,7**	**-0,8**	**-0,9**	**-3,9**	**-2,8**	**-7,3**	**-2,2**	**-1,8**	**-7,3**
	Cortante máx.	[t]	**0,3**	**0,4**	**0,4**	**5,6**	**2,1**	**3,7**	**7,5**	**2,2**	**2,4**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**	**-0,2**	**--**	**-0,1**	**-0,2**	**--**	**-0,1**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**	**0,1**	**--**	**0,2**	**--**	**--**	**0,2**

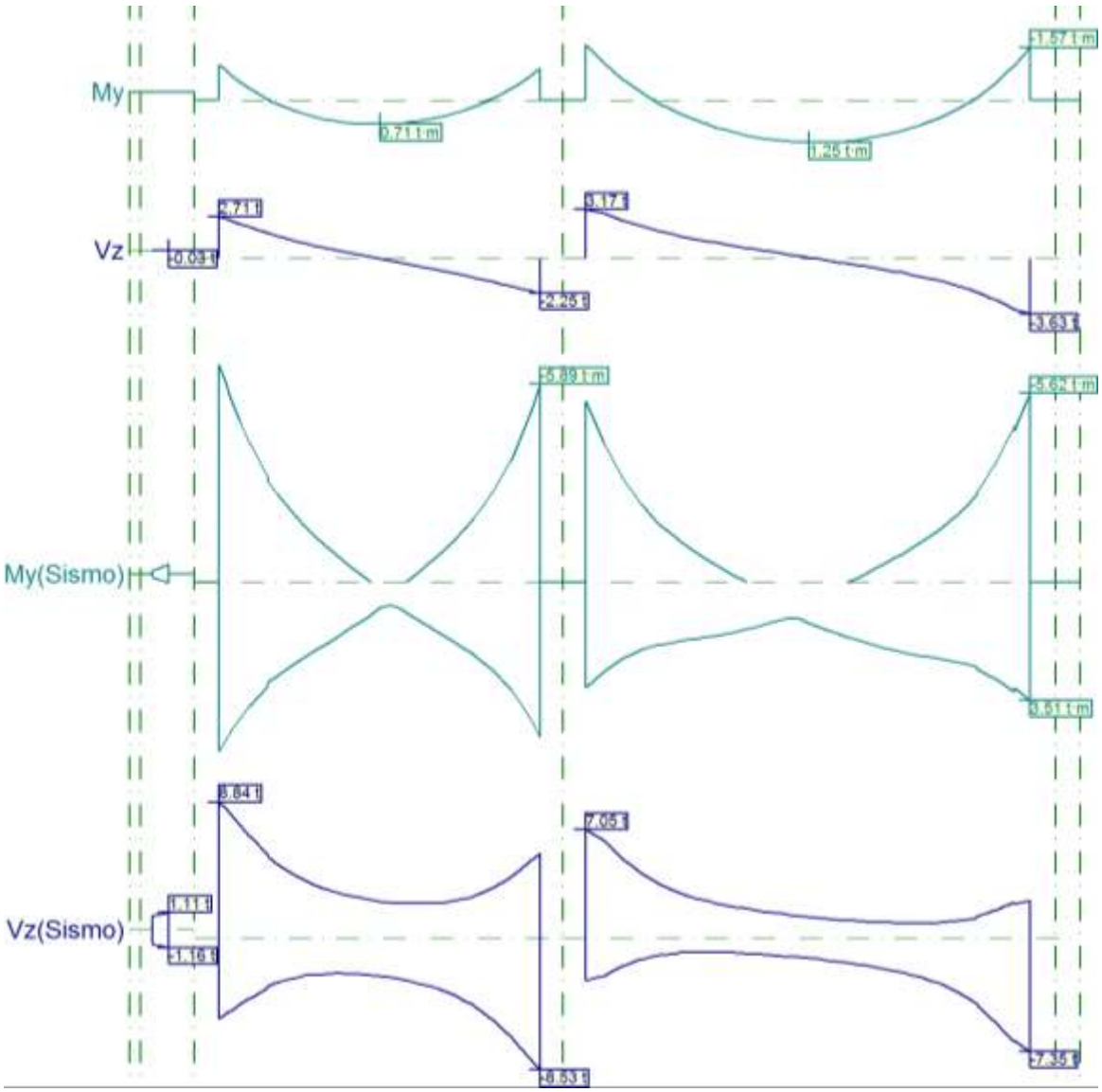


Fig. 7. Pórtico 7

TABLA VII.

PÓRTICO 7.

Pórtico 7			Tramo: V-217			Tramo: V-218			Tramo: V-219		
Sección			25x25			25x40			25x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[t·m]	-0,1	-0,2	-0,3	-4,7	-0,7	-5,5	-6	-0,4	-5,3
	Momento máx.	[t·m]	0,1	0,2	0,2	4,4	1,6	3,1	2,8	1,9	4,2
	Cortante mín.	[t]	-0,9	-1	-1,1	-4,5	-2,9	-8	-2,4	-1,7	-6,9
	Cortante máx.	[t]	0,7	0,8	0,8	6,6	2,2	3,8	7,5	2,3	3,2
	Torsor mín.	[t]	--	--	--	--	--	-0,1	--	--	-0,1
	Torsor máx.	[t]	--	--	--	0,2	--	--	--	--	--

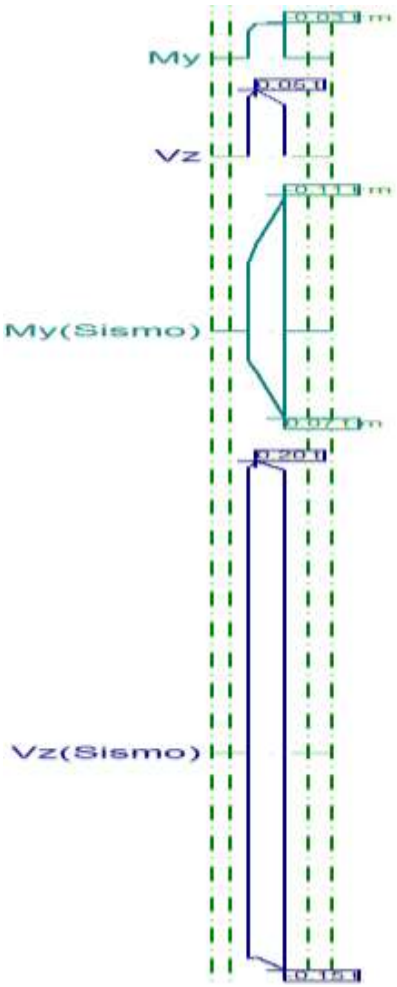


Fig. 8 Pórtico 8

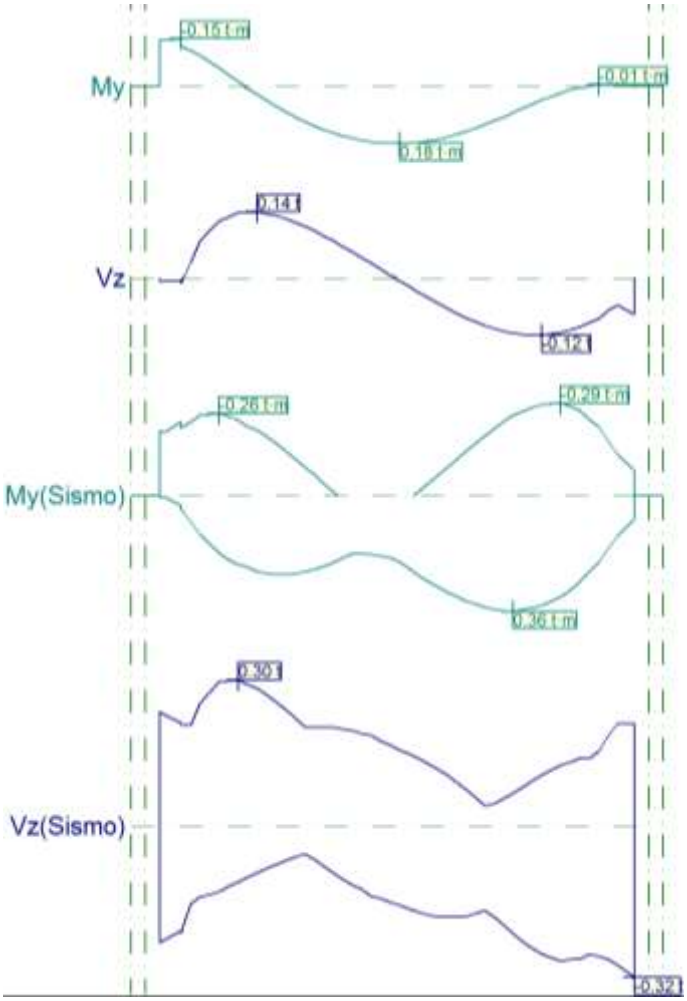


Fig. 9. Pórtico 9

TABLA VIII.

PÓRTICO 8.

Pórtico 8				**Tramo: V-220**	
Sección				**20x25**	
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**--**	**-0,08**	**-0,08**
	Momento máx.	[t·m]	**--**	**--**	**--**
	Cortante mín.	[t]	**-0,1**	**-0,11**	**-0,11**
	Cortante máx.	[t]	**0,2**	**0,2**	**0,19**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**

TABLA IX.

PÓRTICO 9.

Pórtico 9				**Tramo: V-221**	
Sección				**20x25**	
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-0,36**	**-0,15**	**-0,27**
	Momento máx.	[t·m]	**0,21**	**0,37**	**0,41**
	Cortante mín.	[t]	**-0,25**	**-0,13**	**-0,35**
	Cortante máx.	[t]	**0,26**	**0,26**	**0,2**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**

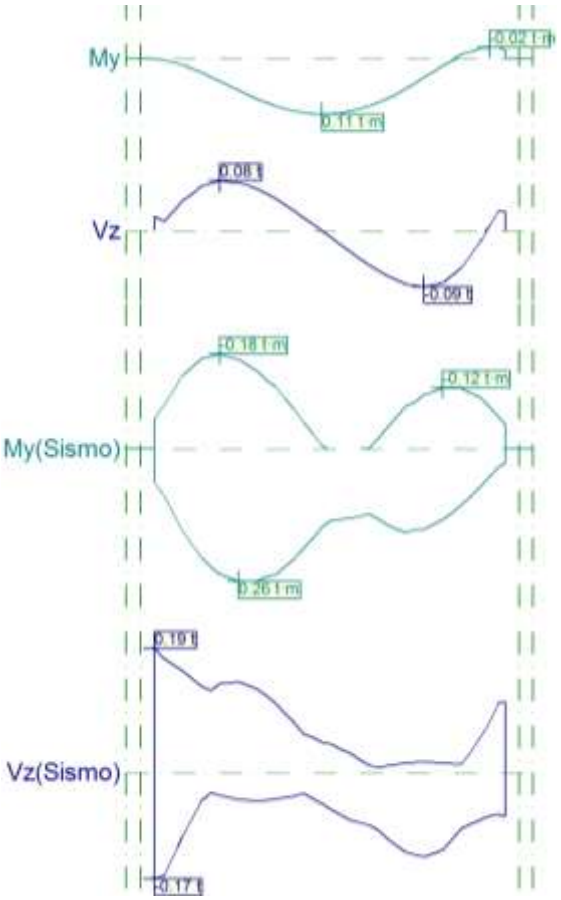


Fig. 10. Pórtico 10

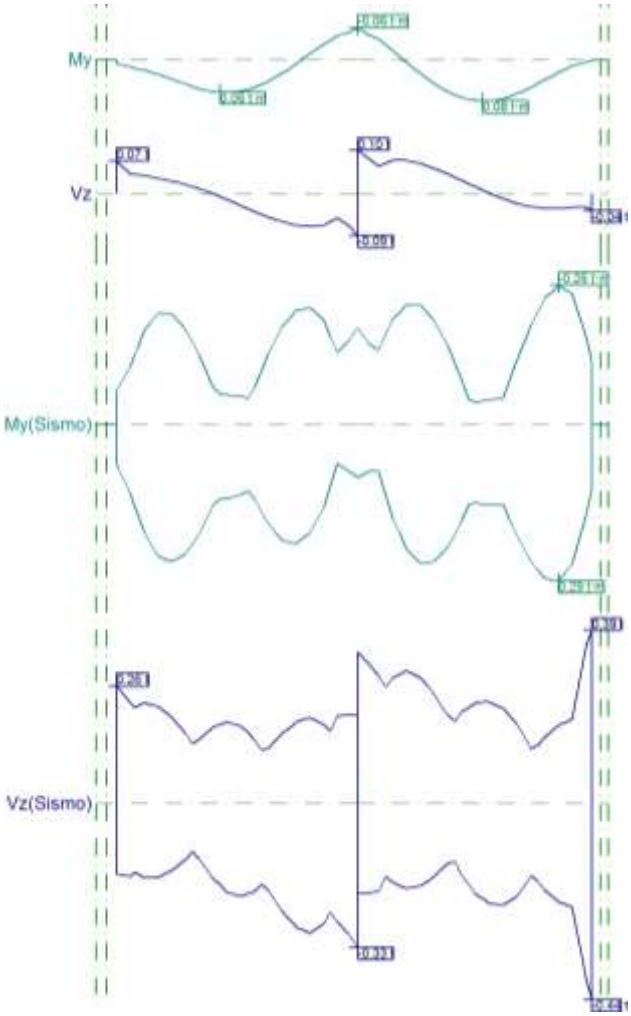


Fig. 11. Pórtico 11

TABLA X.

PÓRTICO 10.

Pórtico 10				**Tramo: V-222**	
Sección				**20x25**	
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-0,13**	**-0,08**	**-0,12**
	Momento máx.	[t·m]	**0,24**	**0,23**	**0,08**
	Cortante mín.	[t]	**-0,12**	**-0,09**	**-0,1**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**

TABLA XI.

PÓRTICO 11.

Pórtico 11				**Tramo: V-223**	
Sección				**20x25**	
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-0,18**	**-0,26**	**-0,17**
	Momento máx.	[t·m]	**0,22**	**0,21**	**0,22**
	Cortante mín.	[t]	**-0,21**	**-0,27**	**-0,35**
	Cortante máx.	[t]	**0,23**	**0,33**	**0,26**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**

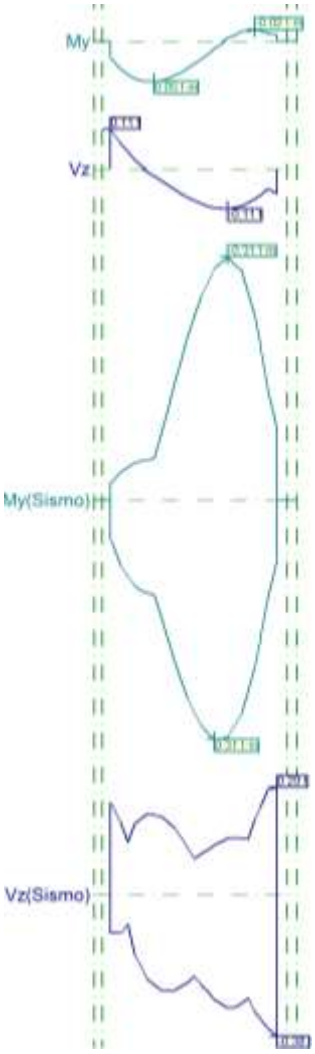


Fig. 12. Pórtico 12

TABLA XII.

PÓRTICO 12.

Pórtico 12			**Tramo: V-224**		
Sección			**20x25**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**--**	**-0,21**	**-0,23**
	Cortante mín.	[t]	**-0,21**	**-0,3**	**-0,38**
	Cortante máx.	[t]	**0,23**	**0,16**	**0,19**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**

TABLA XIII.

PÓRTICO 13.

Pórtico 13			**Tramo: V-225**		
Sección			**20x25**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-0,15**	**-0,13**	**-0,08**
	Momento máx.	[t·m]	**0,15**	**0,12**	**0,07**
	Cortante mín.	[t]	**-0,38**	**-0,39**	**-0,4**
	Cortante máx.	[t]	**0,26**	**0,27**	**0,28**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**

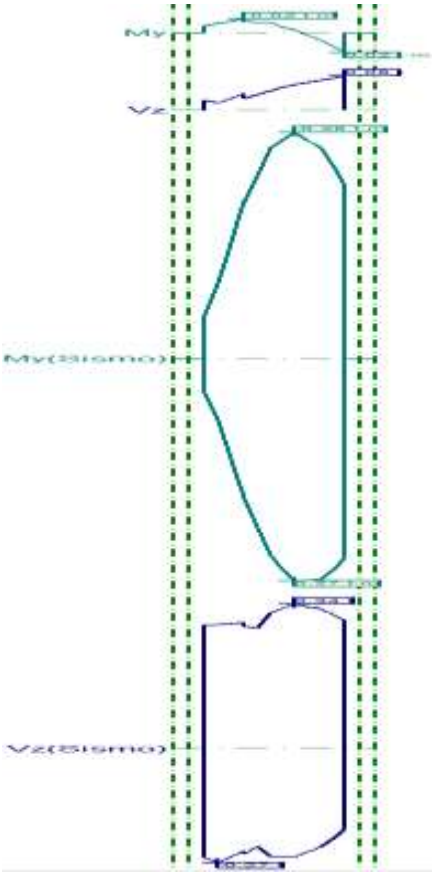


Fig. 13. Pórtico 14

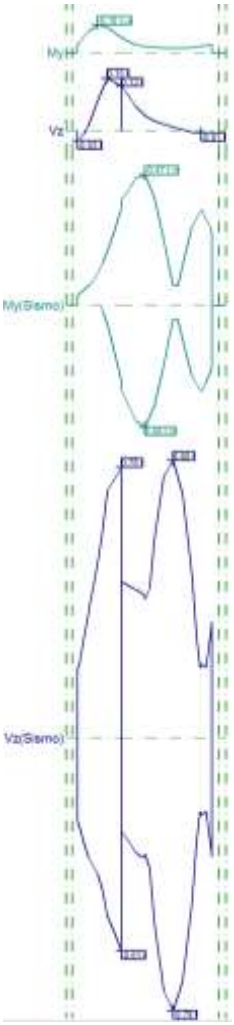


Fig. 14. Pórtico 15

TABLA XIV.

PÓRTICO 14.

Pórtico 14				**Tramo: V-226**	
Sección				**20x25**	
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-0,24**	**-0,32**	**-0,3**
	Momento máx.	[t·m]	**0,17**	**0,26**	**0,26**
	Cortante máx.	[t]	**0,3**	**0,32**	**0,33**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**

TABLA XV.

PÓRTICO 15.

Pórtico 15				**Tramo: V-227**	
Sección				**20x25**	
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-0,21**	**-0,24**	**-0,17**
	Momento máx.	[t·m]	**0,13**	**0,23**	**0,1**
	Cortante máx.	[t]	**0,46**	**0,39**	**0,32**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**

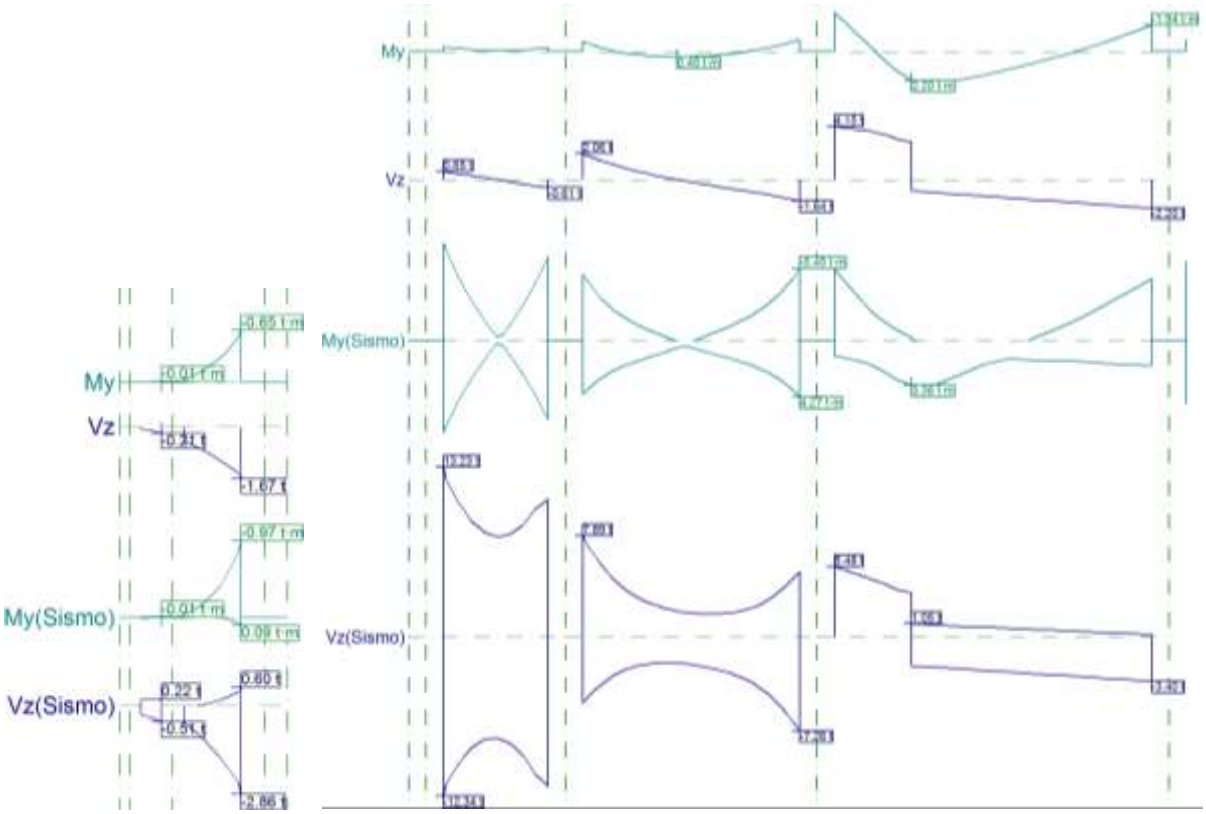


Fig. 15. Pórtico 16

Fig. 16. Pórtico 17

TABLA XVI.

PÓRTICO 16.

Pórtico 16			**Tramo: V-228**			**Tramo: V-229**		
Sección			**25x25**			**25x25**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**--**	**--**	**--**	**-0,1**	**-0,32**	**-0,76**
	Momento máx.	[t·m]	**--**	**--**	**--**	**--**	**--**	**--**
	Cortante mín.	[t]	**-0,28**	**-0,35**	**-0,49**	**-0,69**	**-1,33**	**-2,23**
	Cortante máx.	[t]	**0,14**	**0,15**	**0,14**	**--**	**--**	**--**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**	**--**	**--**	**-0,11**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**	**--**	**--**	**0,09**

TABLA XVII.

PÓRTICO 17.

Pórtico 17			**Tramo: V-230**			**Tramo: V-231**			**Tramo: V-232**		
Sección			**25x40**			**25x40**			**25x40**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-3,6**	**-1**	**-3,3**	**-5,1**	**-0,7**	**-4,2**	**-5,4**	**-0,6**	**-7,5**
	Momento máx.	[t·m]	**3,5**	**0,9**	**2,4**	**3,3**	**1,1**	**4**	**5,8**	**3,4**	**2,4**
	Cortante mín.	[t]	**-6,1**	**-4,4**	**-6,3**	**-3,7**	**-2,1**	**-6**	**-3,8**	**-4,3**	**-4,9**
	Torsor mín.	[t]	**-0,2**	**--**	**--**	**-0,2**	**--**	**--**	**--**	**--**	**--**
	Torsor máx.	[t]	**0,2**	**--**	**--**	**0,2**	**--**	**0,2**	**0,5**	**--**	**--**

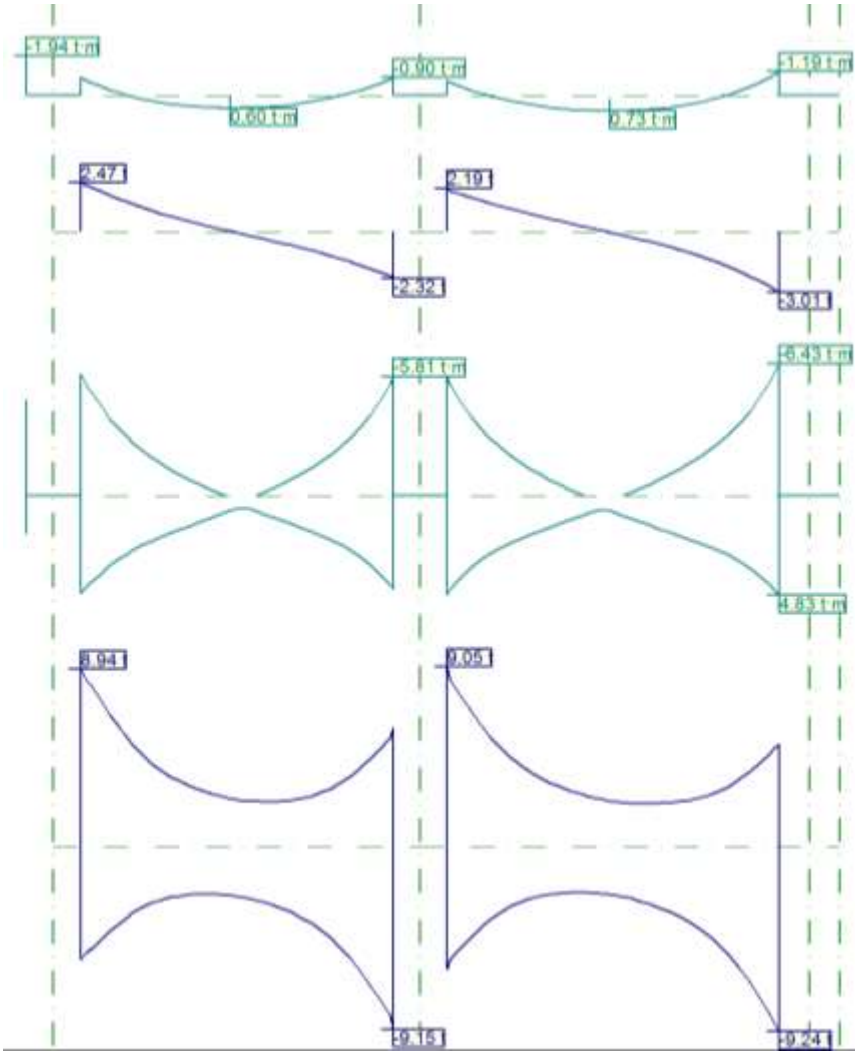


Fig. 17 Pórtico 17

TABLA XVIII.

PÓRTICO 17.

Pórtico 17			**Tramo: V-233**			**Tramo: V-234**		
Sección			**25x40**			**25x40**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-5,13**	**-0,64**	**-5,68**	**-4,24**	**-0,56**	**-4,67**
	Momento máx.	[t·m]	**4,28**	**1,25**	**3,96**	**3,07**	**1,29**	**3,22**
	Cortante mín.	[t]	**-5,16**	**-2,91**	**-8,65**	**-3,95**	**-2,18**	**-6,93**
	Cortante máx.	[t]	**7,88**	**2,69**	**4,9**	**7,01**	**2,26**	**3,17**
	Torsor mín.	[t]	**-0,16**	**--**	**-0,23**	**-0,21**	**--**	**-0,17**
	Torsor máx.	[t]	**0,2**	**--**	**0,21**	**0,21**	**--**	**0,18**

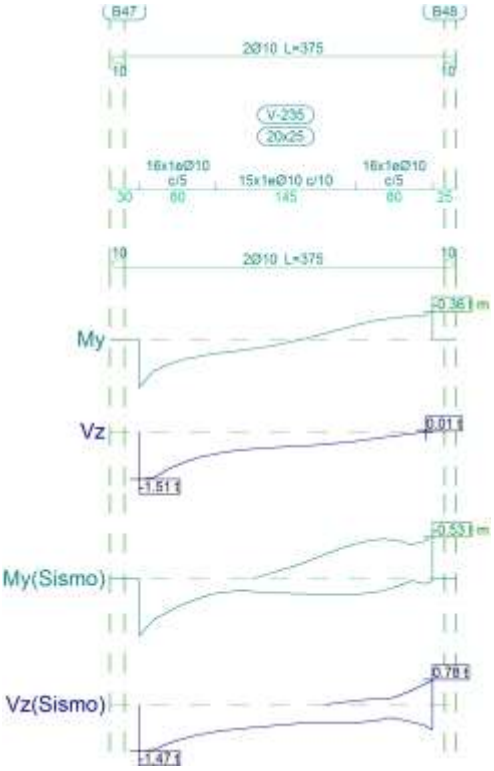


Fig. 18. Pórtico 18

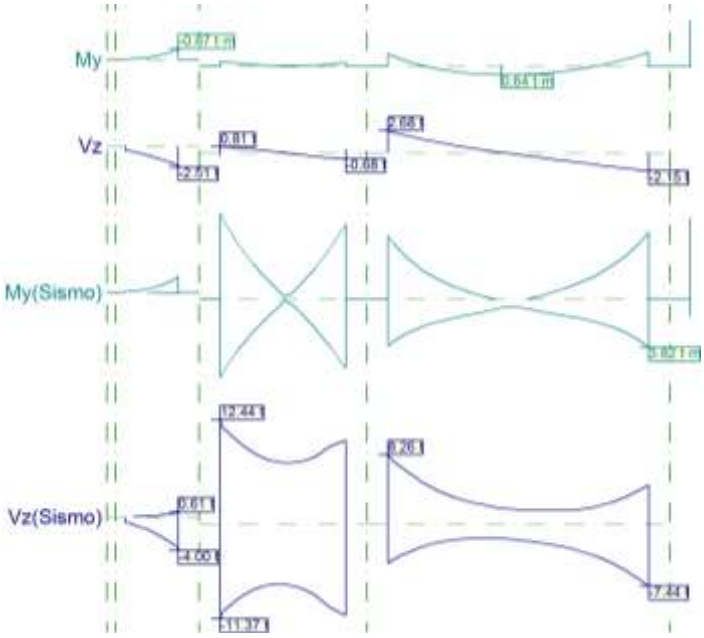


Fig. 19. Pórtico 19

TABLA XIX.

PÓRTICO 18.

Pórtico 18			**Tramo: V-235**		
Sección			**20x25**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**--**	**-0,53**	**-0,75**
	Momento máx.	[t·m]	**0,94**	**0,29**	**0,3**
	Cortante mín.	[t]	**-1,75**	**-1,04**	**-0,86**
	Cortante máx.	[t]	**--**	**0**	**0,86**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**-0,08**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**0,13**

TABLA XX.

PÓRTICO 19.

Pórtico 19			**Tramo: V-236**			**Tramo: V-237**			**Tramo: V-238**		
Sección			**25x25**			**25x40**			**25x40**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-0,1**	**-0,4**	**-1**	**-4,6**	**-1,2**	**-3,2**	**-6,2**	**-0,7**	**-4,3**
	Momento máx.	[t·m]	**--**	**--**	**--**	**3,3**	**0,8**	**3,1**	**3**	**1,2**	**4,5**
	Cortante mín.	[t]	**-0,9**	**-1,8**	**-3**	**-5,9**	**-4,2**	**-6**	**-3,4**	**-2,1**	**-6,4**
	Cortante máx.	[t]	**--**	**--**	**--**	**7,8**	**4,8**	**6,1**	**9,3**	**2,9**	**5,8**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**-0,3**	**-0,2**	**--**	**--**	**-0,2**	**--**	**-0,3**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**0,2**	**0,3**	**--**	**--**	**0,3**	**--**	**0,2**

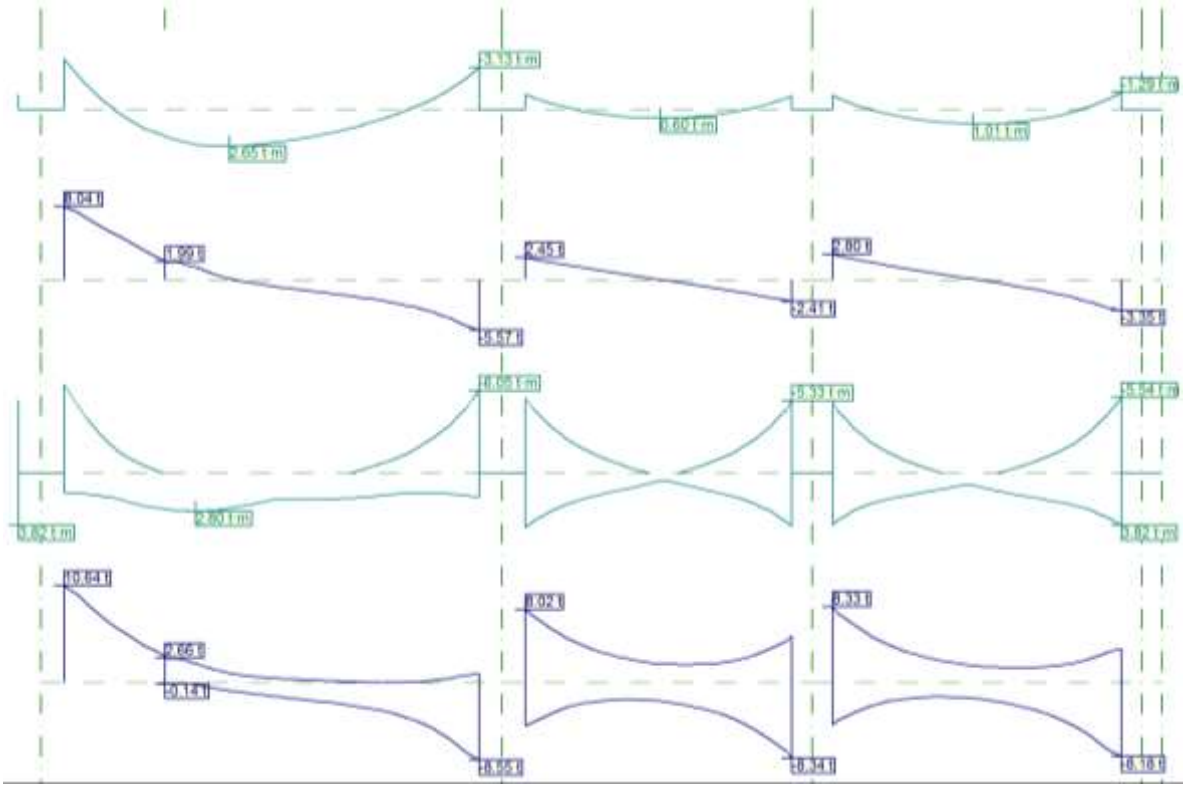


Fig. 20. Pórtico 19

TABLA XXI.

PÓRTICO 19.

Pórtico 19			Tramo: V-239			Tramo: V-240			Tramo: V-241		
Sección			25x40			25x40			25x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[t·m]	-7,3	-0,2	-8,5	-5,1	-1	-5,9	-4,3	-0,4	-4,8
	Momento máx.	[t·m]	3,57	3,4	2,86	4,4	1,2	3,8	2,8	1,5	2,8
	Cortante máx.	[t]	11,5	2,1	1,94	7,6	2,7	4,7	7,1	2,3	2,5
	Torsor mín.	[t]	-0,5	--	-0,2	-0,2	--	-0,3	-0,2	--	-0,2
	Torsor máx.	[t]	0,27	--	0,13	0,3	--	0,2	0,3	--	0,2



Fig. 21. Pórtico 20

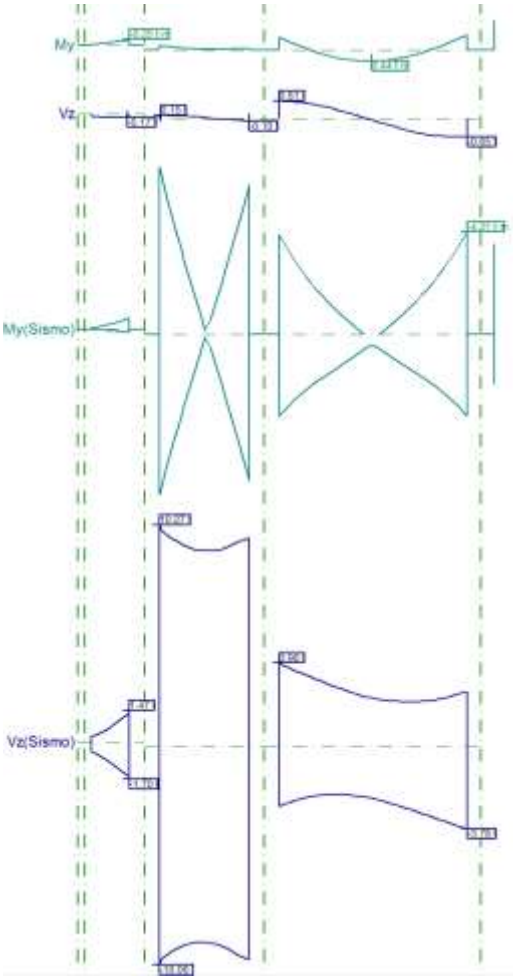


Fig. 22. Pórtico 21

TABLA XXII.

PÓRTICO 20.

Pórtico 20			**Tramo: V-242**		
Sección			**25x25**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**--**	**--**	**--**
	Cortante mín.	[t]	**-0,01**	**-0,03**	**-0,14**
	Cortante máx.	[t]	**0,13**	**0,14**	**0,11**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**
	Torsor máx.	[t]	**--**	**--**	**--**

TABLA XXIII.

PÓRTICO 21.

Pórtico 21			**Tramo: V-243**			**Tramo: V-244**			**Tramo: V-245**		
Sección			**25x25**			**25x40**			**25x40**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**	**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones sísmicas	**Momento mín.**	[t·m]	**-0,1**	**-0,2**	**-0,4**	**-3,9**	**-1,1**	**-3,4**	**-4,7**	**-1**	**-4**
	Momento máx.	[t·m]	**--**	**--**	**0,1**	**3,7**	**1**	**3**	**3,5**	**1,3**	**3,4**
	Cortante mín.	[t]	**-0,7**	**-1,3**	**-1,9**	**-5,5**	**-5,2**	**-5,6**	**-2,7**	**-2,7**	**-3,6**
	Cortante máx.	[t]	**0,4**	**0,8**	**1,4**	**5,7**	**4,9**	**5**	**4,1**	**2,8**	**2,9**
	Torsor mín.	[t]	**--**	**--**	**--**	**-0,2**	**--**	**--**	**-0,3**	**--**	**--**

Comprobación de columna fuerte, viga débil.

Se comprobó que todas las columnas y vigas cumplan con el requisito de viga débil y columna fuerte, tal como los códigos, antes mencionados, solicitan. Para este propósito se ha realizado la revisión del nudo, haciendo que cumpla los requisitos estipulados en ACI 318-14.

Las resistencias a flexión de las columnas deben satisfacer la ecuación:

$$\Sigma M_{nc} \geq 1{,}2\ \Sigma M_{nb}$$

Para este caso, resulta más desfavorable el esfuerzo axil mínimo: Nd = 42.04 t.

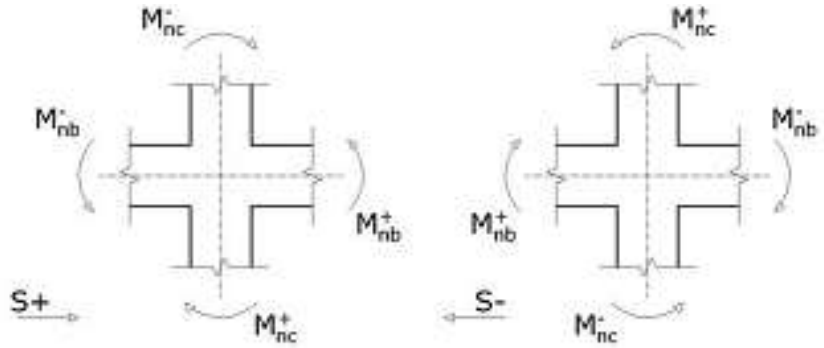


Fig. 23. Columna fuerte, viga débil.

$$23.11\ t \cdot m\ \geq\ 3.34\ t \cdot m\ Cumple$$

Donde:

ΣM_{nb}: Suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas.

ΣM_{nc}: Suma de los momentos nominales a flexión de las columnas.

TABLA XXIV.

SUMA DE MOMENTOS

Dirección y sentido de la acción sísmica	Sismo X		Sismo Y	
	S+	S-	S+	S-
ΣM_{nc} (t·m)	28.56	28.56	23.11	23.11
ΣM_{nb} (t·m)	2.78	2.78	2.78	2.78

Cortante de diseño para columnas.

La fuerza cortante de diseño, Ve, se debe determinar considerando las máximas fuerzas que se puedan generar en las caras de los nudos en cada extremo del elemento.

No es necesario que las fuerzas cortantes en el elemento sean mayores que aquellas determinadas a partir de la resistencia de los nudos, basada en M_{pr} de los elementos transversales que llegan al nudo.

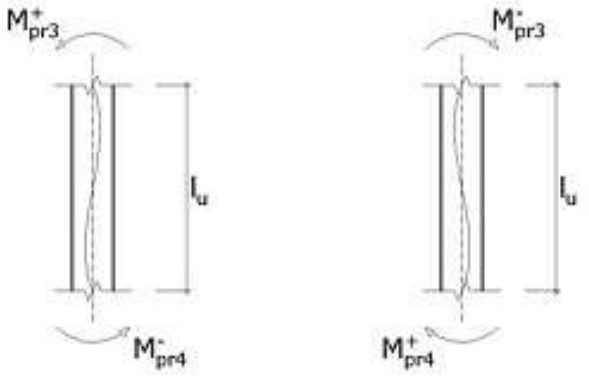


Fig. 24. Pórtico, resistencia a la flexión

Se debe satisfacer.

$$\phi.\ V_n \geq V_e$$

Siendo:

V_e: Fuerza cortante de diseño, obtenida como el máximo entre V_{e1}, V_{e2}.

V_n: Resistencia nominal a cortante.

ϕ: Factor de reducción de resistencia, valor igual a 1.

$$V_{e1} = \frac{{M_{pr3}}^{-} + {M_{pr4}}^{+}}{l_u} \qquad V_{e2} = \frac{{M_{pr3}}^{+} + {M_{pr4}}^{-}}{l_u}$$

Donde:

Mpr: Resistencia probable a la flexión del elemento, determinada usando las propiedades de los elementos en las caras de los nudos suponiendo un esfuerzo en tracción para las barras longitudinales de al menos $1.25 \cdot fy$.

lu: Longitud sin soporte lateral de un elemento en compresión.

TABLA XXV.
CORTANTES DE DISEÑO.

	l_u (m)	M_{pr4}^{+} (t·m)	M_{pr4}^{-} (t·m)	M_{pr3}^{+} (t·m)	M_{pr3}^{-} (t·m)	V_{e1} (t)	V_{e2} (t)	V_e (t)	$\phi \cdot V_n$ (t)	
Cortante en el eje X	1.30	31.71	31.71	1.39	1.39	25.46	25.46	25.46	47.76	Cumple

Cortante en el eje Y	1.30	25.35	25.35	1.39	1.39	20.57	20.57	20.57	52.19	Cumple

Se presenta a continuación un resumen del diseño de las columnas, donde, N es carga axial, Mx es momento flector en X, My es momento flector en Y, Qx estado límite de agotamiento frente a cortante en X y Qy estado límite de agotamiento frente a cortante en Y.

TABLA XXVI.

RESUMEN DE COMPROBACIONES.

Resumen de las comprobaciones									
Columnas	**Tramo**	**Dimensión (cm)**	**Posición**	**N (t)**	**Mxx (t·m)**	**Myy (t·m)**	**Qx (t)**	**Qy (t)**	**Estado**
C1	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	45x45	Cabeza	4,51	-0,18	1,35	-1,22	-0,2	Cumple
			Pie	6,13	0,32	-1,85	-1,16	-0,18	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	45x45	Cabeza	11,27	-0,45	2,56	-1,62	-0,36	Cumple
				10,98	-0,5	2,58	-1,55	-0,39	Cumple
			Pie	12,89	0,52	-1,74	-1,62	-0,36	Cumple
				13,5	0,42	-2,05	-1,34	-0,29	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	45x45	Cabeza	18,31	-0,62	2,95	-1,95	-0,47	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	45x45	7.45 m	7,99	0,18	-2,5	1,59	0,12	Cumple
				18,31	-0,62	2,95	-1,95	-0,47	Cumple
			Pie	20,03	0,62	-2,26	-1,95	-0,46	Cumple
				20,78	0,54	-2,4	-1,89	-0,39	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	45x45	Cabeza	18,88	-0,75	3,17	-1,78	-0,58	Cumple
				25,52	-0,88	3,23	-1,81	-0,69	Cumple
			Pie	20,18	0,78	-1,57	-1,76	-0,57	Cumple
				27,32	0,94	-1,58	-1,76	-0,67	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	45x45	Cabeza	17,92	-4,21	0,39	-0,55	-3,01	Cumple
				33,24	-1,03	4,54	-3,84	-0,36	Cumple
			Pie	19,47	3,76	-1,08	-0,55	-2,98	Cumple
				34,92	-0,16	-5,51	-3,71	-0,29	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	45x45	Cabeza	32,95	0,01	-0,46	6,42	-1,53	Cumple
				35,2	0	-3,88	5,49	-2,66	Cumple
			Pie	33,74	2,01	7,88	6,42	-1,53	Cumple
				21,61	-0,01	10,76	5,7	0	Cumple
	N -3.05	45x45	Arranque	21,61	-0,01	10,76	5,7	0	Cumple

Resumen de las comprobaciones									
Columnas	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Estado
C2	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	40x45	Cabeza	9,63	0,13	2,07	-1,85	0,1	Cumple
			Pie	11,07	-0,13	-2,84	-1,85	0,1	Cumple
				10,67	-0,16	-2,9	-1,81	0,12	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	40x45	Cabeza	18,77	0,08	4,07	-2,88	0,05	Cumple
				20,8	0,12	4,1	-2,9	0,07	Cumple
			Pie	15,1	-0,01	-3,57	-2,85	0,02	Cumple
				22,18	-0,07	-3,71	-2,96	0,07	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	40x45	Cabeza	21,52	0,01	4,34	-3,07	0	Cumple
				31,88	0,07	4,48	-3,16	0,04	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	40x45	7.45 m	21,52	0,01	4,34	-3,07	0	Cumple
				31,88	0,07	4,48	-3,16	0,04	Cumple
			Pie	22,52	0,01	-3,87	-3,09	0	Cumple
				33,17	-0,03	-4,01	-3,19	0,03	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	40x45	Cabeza	28,82	-0,05	5,25	-3,87	-0,05	Cumple
				42,71	-0,02	5,38	-3,96	-0,03	Cumple
			Pie	29,85	0,08	-5,02	-3,85	-0,05	Cumple
				44,1	0,07	-5,14	-3,94	-0,03	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	40x45	Cabeza	22,32	-3,96	0,35	-0,26	-2,84	Cumple
				52,78	-0,21	5,96	-3,64	-0,08	Cumple
			Pie	23,35	3,57	-0,35	-0,26	-2,82	Cumple
				70,87	-3,53	-0,86	-0,42	2,71	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	40x45	Cabeza	59,16	0,12	2,55	7,46	0,68	Cumple
				73,87	-2,27	-0,34	2,84	-0,37	Cumple
			Pie	41,61	-0,57	11,36	6,73	0,5	Cumple
				59,9	-0,76	12,12	7,4	0,68	Cumple
	N -3.05	40x45	Arranque	59,9	-0,76	12,12	7,4	0,68	Cumple
C3	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	45x45	Cabeza	4,57	0,2	-0,88	0,75	0,16	Cumple
				4,12	-0,06	-2,29	1,71	-0,08	Cumple
			Pie	5,73	0,14	2,27	1,71	-0,08	Cumple
				5,66	0,03	2,41	1,61	-0,01	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	45x45	Cabeza	11,18	-0,06	-3,05	2,02	-0,07	Cumple
				11,08	-0,12	-3,14	2,01	-0,11	Cumple
			Pie	12,92	0,14	2,48	2,1	-0,08	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	45x45	Cabeza	18,28	-0,17	-3,33	2,32	-0,14	Cumple
				17,94	-0,19	-3,47	2,29	-0,14	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	45x45	7.45 m	13,1	-0,22	-3,21	2,09	-0,17	Cumple
				17,94	-0,19	-3,47	2,29	-0,14	Cumple
			Pie	19,8	0,27	2,89	2,41	-0,2	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	45x45	Cabeza	18,4	-0,48	-3,47	1,99	-0,35	Cumple
				24,93	-0,47	-3,69	2,11	-0,35	Cumple
			Pie	19,66	0,44	1,82	1,97	-0,34	Cumple
				26,68	0,44	1,97	2,08	-0,34	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	45x45	Cabeza	16,05	-3,8	-1,09	0,9	-2,84	Cumple
				31,82	-0,76	-5	3,96	-0,27	Cumple
			Pie	17,61	3,73	1,31	0,9	-2,82	Cumple
				33,51	-0,13	5,41	3,86	-0,2	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	45x45	Cabeza	32,89	-0,06	0,05	-9,04	-0,66	Cumple
				33,86	-0,03	3,57	-5,93	-1,92	Cumple
			Pie	33,68	0,8	-11,7	-9,04	-0,66	Cumple
				22	-0,9	-15,99	-9,6	0,62	Cumple
	N -3.05	45x45	Arranque	22	-0,9	-15,99	-9,6	0,62	Cumple

Resumen de las comprobaciones

Columnas	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Estado
C4	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	40x45	Cabeza	3,82	0,91	-1,15	1,07	0,77	Cumple
				3,53	0,47	-2,12	1,77	0,35	Cumple
			Pie	5,26	-1,15	1,7	1,07	0,77	Cumple
				4,95	-0,52	2,62	1,72	0,39	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	40x45	Cabeza	11,37	1,02	-1,4	1,08	0,77	Cumple
				11,46	0,42	-3,05	2,11	0,29	Cumple
			Pie	12,8	-1,03	1,48	1,08	0,77	Cumple
				12,93	-0,33	2,63	2,16	0,27	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	40x45	Cabeza	19,08	1,05	-1,5	1,12	0,76	Cumple
				20,05	0,43	-3,42	2,37	0,29	Cumple
			Pie	20,51	-0,99	1,47	1,12	0,76	Cumple
				21,55	-0,33	2,94	2,4	0,27	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	40x45	Cabeza	26,84	0,92	-1,42	1,08	0,67	Cumple
				27,52	3,94	-1,12	0,86	2,74	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	40x45	7.45 m	10,49	-2,9	-0,64	0,48	-2,03	Cumple
				27,52	3,94	-1,12	0,86	2,74	Cumple
			Pie	28,28	-0,86	1,45	1,08	0,67	Cumple
				30,32	-0,25	3,23	2,56	0,2	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	40x45	Cabeza	15,24	-3,71	-0,6	0,41	-2,63	Cumple
				33,55	4,6	-1,02	0,68	3,25	Cumple
			Pie	16,07	3,27	0,48	0,4	-2,63	Cumple
				34,99	-4,05	0,78	0,68	3,25	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	40x45	Cabeza	26,29	5,37	-0,86	0,83	3,58	Cumple
				47,84	-0,54	-4,69	3,43	-0,12	Cumple
			Pie	44,06	-0,44	1,95	1,32	0,34	Cumple
				48,98	-0,35	4,35	3,37	0	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	40x45	Cabeza	45,22	-0,19	0,26	-6,85	-0,9	Cumple
				50,33	-0,18	2,79	-4,13	-2,54	Cumple
			Pie	45,93	0,97	-8,65	-6,85	-0,9	Cumple
				26,37	-1,1	-12,32	-7,64	0,72	Cumple
	N -3.05	40x45	Arranque	26,37	-1,1	-12,32	-7,64	0,72	Cumple
C5	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	40x45	Cabeza	9,53	2,32	0,3	-0,25	1,98	Cumple
				7,7	1,79	1,72	-1,62	1,51	Cumple
			Pie	10,96	-2,94	-0,36	-0,25	1,98	Cumple
				9,12	-2,24	-2,54	-1,59	1,51	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	40x45	Cabeza	21,77	2,36	0,76	-0,55	1,8	Cumple
				18,19	1,74	3,92	-2,74	1,33	Cumple
			Pie	23,2	-2,43	-0,71	-0,55	1,8	Cumple
				19,59	-1,78	-3,44	-2,8	1,32	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	40x45	Cabeza	34,75	2,51	0,69	-0,51	1,86	Cumple
				29,12	1,87	4,22	-3,01	1,38	Cumple
			Pie	36,18	-2,43	-0,68	-0,51	1,86	Cumple
				30,5	-1,8	-3,87	-3,06	1,38	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	40x45	Cabeza	46,68	5,77	0,49	-0,36	4,16	Cumple
				46,99	5,76	0,49	-0,37	4,13	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	40x45	7.45 m	46,68	5,77	0,49	-0,36	4,16	Cumple
				46,99	5,76	0,49	-0,37	4,13	Cumple
			Pie	48,07	-5,31	-0,48	-0,36	4,17	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	40x45	Cabeza	34,67	1,05	5,52	-4,09	0,79	Cumple
				58,18	6,61	0,41	-0,29	4,86	Cumple
			Pie	35,71	-1,06	-5,34	-4,07	0,79	Cumple
				59,61	-6,32	-0,37	-0,29	4,86	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	40x45	Cabeza	41,66	0,62	6,17	-3,69	0,36	Cumple
				67,71	7	0,39	-0,48	4,38	Cumple
			Pie	42,73	-0,33	-3,65	-3,69	0,36	Cumple
				69,14	-4,64	-0,88	-0,48	4,37	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	40x45	Cabeza	66,41	-0,2	2,49	7,84	0,68	Cumple
				77,83	-0,24	-0,45	2,75	0,65	Cumple
			Pie	46,36	-0,78	11,72	7,05	0,5	Cumple
				67,13	-1,08	12,56	7,78	0,68	Cumple
	N -3.05	40x45	Arranque	67,13	-1,08	12,56	7,78	0,68	Cumple

Resumen de las comprobaciones									
Columnas	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Estado
C6	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	40x45	Cabeza	4,5	1,51	0,01	0	1,26	Cumple
				3,26	1,37	-0,84	0,78	1,18	Cumple
			Pie	5,94	-1,85	0,01	0	1,26	Cumple
				4,69	-1,72	1,21	0,76	1,15	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	40x45	Cabeza	10,64	2,54	0,18	-0,12	1,91	Cumple
				12,37	2,67	0,12	-0,07	1,82	Cumple
			Pie	12,08	-2,55	-0,13	-0,12	1,91	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	40x45	Cabeza	15,59	3,3	-0,02	0,03	2,31	Cumple
				20,79	3,62	0,06	-0,03	2,54	Cumple
			Pie	16,6	-2,89	0,06	0,03	2,34	Cumple
				22,15	-3,19	-0,01	-0,03	2,58	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	40x45	Cabeza	10,72	-2,93	0,2	-0,14	-2,07	Cumple
				28,34	4,29	0	0	3,04	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	40x45	7.45 m	10,72	-2,93	0,2	-0,14	-2,07	Cumple
				28,34	4,29	0	0	3,04	Cumple
			Pie	11,8	2,57	-0,19	-0,14	-2,07	Cumple
				29,78	-3,81	-0,01	0	3,04	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	40x45	Cabeza	15,35	-3,83	0,09	-0,05	-2,74	Cumple
				35,07	4,94	-0,15	0,19	3,56	Cumple
			Pie	16,45	3,45	-0,03	-0,05	-2,73	Cumple
				36,48	-4,52	0,35	0,19	3,55	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	40x45	Cabeza	28,26	5,76	0,01	-0,34	3,79	Cumple
				39,79	5,88	0,08	-0,5	3,87	Cumple
			Pie	41,22	-4,39	-1,25	-0,5	3,85	Cumple
				51,5	-0,31	-4,19	-2,95	0,03	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	40x45	Cabeza	46,1	-0,25	-0,35	4,86	-0,7	Cumple
				52,92	-0,24	-2,87	3,89	-2,25	Cumple
			Pie	46,8	0,66	5,96	4,86	-0,7	Cumple
				26,09	-1,47	8,5	4,68	0,99	Cumple
	N -3.05	40x45	Arranque	26,09	-1,47	8,5	4,68	0,99	Cumple
C7	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	40x40	Cabeza	10,32	0,59	-2,21	1,87	0,56	Cumple
				9,29	2,07	-1,82	1,52	1,8	Cumple
			Pie	11,6	-0,91	2,77	1,87	0,56	Cumple
				10,56	-2,73	2,22	1,52	1,81	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	40x40	Cabeza	20,76	1,04	-2,24	1,77	0,77	Cumple
				18,17	4,34	-1,77	1,41	3,05	Cumple
			Pie	22,04	-1,02	2,45	1,77	0,77	Cumple
				19,44	-3,79	1,97	1,41	3,06	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	40x40	Cabeza	32,11	1,02	-2,64	1,96	0,76	Cumple
				27,68	4,74	-2,12	1,58	3,41	Cumple
				27,76	0,77	-2,14	1,59	0,57	Cumple
			Pie	33,39	-1,01	2,59	1,96	0,76	Cumple
				28,95	-4,35	2,08	1,58	3,42	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	40x40	Cabeza	43,48	1,01	-2,48	1,86	0,74	Cumple
				37,03	5,15	-1,98	1,49	3,71	Cumple
				37,81	0,75	-1,99	1,5	0,56	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	40x40	7.45 m	25,46	4,87	-1,31	0,99	3,51	Cumple
				37,03	5,15	-1,98	1,49	3,71	Cumple
			Pie	44,76	-0,98	2,48	1,86	0,74	Cumple
				38,29	-4,73	1,98	1,49	3,71	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	40x40	Cabeza	31,79	5,44	-1,29	0,96	4,05	Cumple
				58,5	0,62	-5,44	3,91	0,48	Cumple
				47,91	0,73	-1,96	1,45	0,55	Cumple
			Pie	32,58	-5,37	1,25	0,95	4,05	Cumple
				47,49	-5,65	1,9	1,45	4,26	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	40x40	Cabeza	71,93	0,38	-5,57	3,67	0,41	Cumple
				58,04	0,59	-1,94	1,37	0,44	Cumple
			Pie	73,22	-0,72	4,19	3,67	0,41	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	57,2	1,92	0,37	-4,32	-7,47	Cumple
				74,71	-0,17	2,84	-2,35	-2,36	Cumple
			Pie	39,37	11,24	-3,57	-2,93	-7,15	Cumple

	N+20.96 (18.36 - 20.96 m)	45x45	Cabeza	4,18	1,14	-0,87	0,73	1,68	Cumple
				4,15	2,21	-0,7	0,61	2,01	Cumple
			Pie	5,08	-2,76	0,75	0,71	1,67	Cumple
				5,49	-2,44	1,86	1,53	1,5	Cumple
	N+18.36 (16.63 - 18.36 m)	45x45	Cabeza	20,57	5,18	0,81	-0,25	3,77	Cumple
			16.63 m	15,98	-4,31	0,11	-0,16	3,46	Cumple
				22,19	-4,89	0,16	-0,25	3,8	Cumple
	N+18.36 (15.3 - 16.63 m)	45x45	16.63 m	20,57	5,18	0,81	-0,25	3,77	Cumple
			Pie	20,66	-4,69	0,2	-0,18	3,67	Cumple
				22,19	-4,89	0,16	-0,25	3,8	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	45x45	Cabeza	40,5	3,11	-0,98	0,66	2,31	Cumple
				36,08	7,2	-0,92	0,61	5,08	Cumple
			Pie	26,61	-5,53	0,52	0,45	4,49	Cumple
				37,7	-6,34	0,7	0,61	5,1	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	45x45	Cabeza	52,96	7,78	-0,39	0,32	5,6	Cumple
			Pie	54,57	-7,13	0,46	0,32	5,61	Cumple
C8	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	45x45	Cabeza	69,82	8,3	-0,47	0,35	5,99	Cumple
				69,93	8,3	-0,46	0,34	5,96	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	45x45	7.45 m	69,82	8,3	-0,47	0,35	5,99	Cumple
				69,93	8,3	-0,46	0,34	5,96	Cumple
			Pie	71,42	-7,64	0,45	0,35	5,99	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	45x45	Cabeza	59,78	8,27	-0,36	0,31	6,11	Cumple
				86,85	9,04	-0,52	0,43	6,7	Cumple
			Pie	60,99	-7,99	0,45	0,31	6,11	Cumple
				88,47	-8,77	0,63	0,43	6,7	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	45x45	Cabeza	71,31	8,15	-0,25	-0,09	4,79	Cumple
				104,13	8,84	-0,35	-0,14	5,3	Cumple
			Pie	72,52	-4,61	-0,48	-0,09	4,79	Cumple
				125,57	-2,49	-0,86	-0,17	1,91	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	45x45	Cabeza	76,28	0,87	3,91	9,89	-0,11	Cumple
				131,19	1,44	-0,23	3,78	-0,31	Cumple
			Pie	76,92	1	16,63	9,83	-0,1	Cumple
				111,82	1,48	17,86	10,83	-0,18	Cumple
	N -3.05	45x45	Arranque	111,82	1,48	17,86	10,83	-0,18	Cumple
	N+20.96 (18.36 - 20.96 m)	45x45	Cabeza	4,13	0,88	0,49	-0,38	1,22	Cumple
				4,15	2,13	0,36	-0,27	1,64	Cumple
			Pie	5,42	-1,85	-0,33	-0,37	1,21	Cumple
				4,66	-2,27	-0,24	-0,26	1,29	Cumple
	N+18.36 (16.63 - 18.36 m)	45x45	Cabeza	15,66	0,59	2,04	-1,54	0,76	Cumple
				15,51	3,7	1,7	-1,29	2,62	Cumple
			16.63 m	12,63	-2,94	-1,17	-0,87	2,46	Cumple
				17,13	-3,32	-1,72	-1,29	2,66	Cumple
	N+18.36 (15.3 - 16.63 m)	45x45	16.63 m	15,51	3,7	1,7	-1,29	2,62	Cumple
			Pie	17,28	-1,43	-2,05	-1,54	0,76	Cumple
				17,13	-3,32	-1,72	-1,29	2,66	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	45x45	Cabeza	30,38	1,91	2,46	-1,81	1,39	Cumple
				27,69	5,28	2	-1,47	3,61	Cumple
			Pie	32	-1,79	-2,36	-1,81	1,39	Cumple
				29,23	-4,37	-1,91	-1,47	3,64	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	45x45	Cabeza	45,5	1,66	2,29	-1,72	1,24	Cumple
				39,91	5,68	1,88	-1,41	4,01	Cumple
C9			Pie	47,12	-1,65	-2,28	-1,72	1,24	Cumple
				41,51	-5,02	-1,86	-1,41	4,04	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	45x45	Cabeza	51,94	6,11	1,85	-1,38	4,35	Cumple
				51,97	6,12	1,85	-1,38	4,35	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	45x45	7.45 m	51,94	6,11	1,85	-1,38	4,35	Cumple
				51,97	6,12	1,85	-1,38	4,35	Cumple
			Pie	53,51	-5,48	-1,81	-1,38	4,36	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	45x45	Cabeza	63,67	6,58	1,74	-1,31	4,77	Cumple
			Pie	65,26	-6,1	-1,75	-1,31	4,76	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	45x45	Cabeza	75,16	6,95	1,57	-1,31	4,37	Cumple
				96,05	1,02	6,01	-4,51	1,2	Cumple
			Pie	76,79	-4,69	-1,92	-1,31	4,38	Cumple
				97,75	-2,17	-5,95	-4,48	1,2	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	45x45	Cabeza	83,96	3,79	-0,8	5,61	-11,67	Cumple
				101,44	0,74	-4,34	4,53	-4,84	Cumple
			Pie	97,29	5,77	7,12	6,2	-3,76	Cumple
				84,75	18,97	6,5	5,61	-11,67	Cumple
	N -3.05	45x45	Arranque	84,75	18,97	6,5	5,61	-11,67	Cumple

Resumen de las comprobaciones									
Columnas	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Estado
C10	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	50x40	Cabeza	9,67	-0,59	-2,52	1,97	-0,5	Cumple
				8,48	-2,39	-2,08	1,6	-1,93	Cumple
			Pie	11,27	0,74	2,72	1,97	-0,5	Cumple
				10,07	2,75	2,17	1,6	-1,94	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	50x40	Cabeza	17,28	-4,36	-1,41	1,18	-3,04	Cumple
			Pie	18,88	3,73	1,74	1,18	-3,05	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	50x40	Cabeza	18,11	-4,68	-1,34	0,99	-3,32	Cumple
				26,56	-4,87	-2	1,47	-3,46	Cumple
			Pie	19,27	4,2	1,29	0,99	-3,35	Cumple
				28,11	4,4	1,92	1,48	-3,5	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	50x40	Cabeza	43,11	-0,64	-2,2	1,67	-0,49	Cumple
				35,54	-5,25	-1,77	1,34	-3,76	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	50x40	7.45 m	24,06	-5,07	-1,18	0,89	-3,63	Cumple
				35,54	-5,25	-1,77	1,34	-3,76	Cumple
			Pie	44,71	0,65	2,24	1,67	-0,49	Cumple
				37,1	4,76	1,81	1,35	-3,76	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	50x40	Cabeza	29,68	-5,59	-1,13	0,79	-4,13	Cumple
				44,12	-5,75	-1,7	1,2	-4,24	Cumple
			Pie	45,71	5,52	1,49	1,2	-4,23	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	50x40	Cabeza	65,64	-0,67	-2,42	1,86	-0,53	Cumple
				71,53	-0,54	-6,4	4,82	-0,53	Cumple
			Pie	67,23	0,73	2,54	1,86	-0,53	Cumple
				73,15	0,87	6,41	4,81	-0,53	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	50x40	Cabeza	59,3	-2,44	0,29	-8,37	9,04	Cumple
				74,46	0,14	4,5	-5,93	3,39	Cumple
			Pie	69,34	-2,86	-12,1	-9,59	2,28	Cumple
				60,1	-14,19	-10,59	-8,37	9,04	Cumple
	N -3.05	50x40	Arranque	60,1	-14,19	-10,59	-8,37	9,04	Cumple
C11	N+20.96 (18.36 - 20.96 m)	45x45	Cabeza	3,68	-1,55	-0,46	0,11	-1,2	Cumple
				3,63	-2,57	-0,26	0,01	-1,63	Cumple
			Pie	4,5	1,04	-0,39	-0,03	-1,11	Cumple
				3,66	0,89	-1,49	-0,88	-0,98	Cumple
	N+18.36 (16.63 - 18.36 m)	45x45	Cabeza	19,8	-3,37	3,46	-2,24	-2,5	Cumple
				18,23	-7,44	3,02	-1,94	-5,13	Cumple
			16.63 m	19,85	6,23	-2,14	-1,94	-5,15	Cumple
	N+18.36 (15.3 - 16.63 m)	45x45	16.63 m	18,23	-7,44	3,02	-1,94	-5,13	Cumple
			Pie	21,41	3,28	-2,5	-2,24	-2,5	Cumple
				19,85	6,23	-2,14	-1,94	-5,15	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	45x45	Cabeza	36,33	-3,4	1,66	-1,36	-2,53	Cumple
				32,03	-7,79	1,32	-1,1	-5,5	Cumple
			Pie	37,95	3,32	-1,95	-1,36	-2,53	Cumple
				33,64	6,85	-1,62	-1,1	-5,51	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	45x45	Cabeza	31,71	-7,31	1,36	-1	-5,26	Cumple
				45,8	-8,15	1,99	-1,47	-5,89	Cumple
			Pie	32,91	6,71	-1,31	-1	-5,28	Cumple
				47,41	7,55	-1,92	-1,47	-5,91	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	45x45	Cabeza	59,43	-8,69	1,85	-1,39	-6,29	Cumple
				59,46	-8,69	1,86	-1,39	-6,29	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	45x45	7.45 m	59,43	-8,69	1,85	-1,39	-6,29	Cumple
				59,46	-8,69	1,86	-1,39	-6,29	Cumple
			Pie	61,03	8,07	-1,84	-1,39	-6,3	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	45x45	Cabeza	72,94	-9,39	1,89	-1,47	-7	Cumple
				77,99	-2,75	1,78	-1,38	-2,11	Cumple
			Pie	74,55	9,22	-2,02	-1,47	-6,99	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	45x45	Cabeza	61,21	-1,58	7,95	-5,12	-0,91	Cumple
				86,5	-9,14	1,43	-0,98	-5,27	Cumple
			Pie	62,43	0,84	-5,67	-5,12	-0,91	Cumple
				90,81	1,21	-6,05	-5,44	-1,31	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	45x45	Cabeza	64,27	-0,09	3,35	10,63	-0,6	Cumple
				110,02	-0,19	-0,49	1,98	-0,62	Cumple
			Pie	64,8	0,59	15,52	10,6	-0,6	Cumple
				94,07	0,73	15,98	11,12	-0,76	Cumple
	N -3.05	45x45	Arranque	94,07	0,73	15,98	11,12	-0,76	Cumple

Resumen de las comprobaciones									
Columnas	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Estado
C12	N+20.96 (18.36 - 20.96 m)	45x45	Cabeza	5,47	-2,43	0,88	-0,47	-1,69	Cumple
				5,51	-3,65	0,81	-0,36	-2,14	Cumple
			Pie	6,81	1,29	-0,16	-0,47	-1,69	Cumple
				6,04	1,61	-0,12	-0,37	-1,75	Cumple
	N+18.36 (16.63 - 18.36 m)	45x45	Cabeza	14,01	-4,62	1,4	-0,97	-3	Cumple
			16.63 m	11,5	3,06	-0,83	-0,68	-2,77	Cumple
				15,63	3,41	-1,19	-0,97	-3,04	Cumple
	N+18.36 (15.3 - 16.63 m)	45x45	16.63 m	14,01	-4,62	1,4	-0,97	-3	Cumple
			Pie	15,63	3,41	-1,19	-0,97	-3,04	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	45x45	Cabeza	20,87	-5,14	0,86	-0,64	-3,54	Cumple
				22,4	-5,22	0,97	-0,73	-3,6	Cumple
			Pie	17,11	3,95	-0,67	-0,5	-3,28	Cumple
				24	4,38	-0,98	-0,73	-3,62	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	45x45	Cabeza	21,15	-5,31	0,68	-0,51	-3,74	Cumple
				30,41	-5,7	0,99	-0,74	-4,04	Cumple
			Pie	31,99	5,07	-0,96	-0,74	-4,05	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	45x45	Cabeza	25,97	-5,73	0,65	-0,49	-4,08	Cumple
				38,05	-6,13	0,95	-0,71	-4,37	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	45x45	7.45 m	25,97	-5,73	0,65	-0,49	-4,08	Cumple
				38,05	-6,13	0,95	-0,71	-4,37	Cumple
			Pie	39,58	5,53	-0,93	-0,71	-4,38	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	45x45	Cabeza	30,28	-6,31	0,57	-0,41	-4,59	Cumple
				45,04	-6,7	0,83	-0,6	-4,88	Cumple
			Pie	46,63	6,29	-0,77	-0,6	-4,88	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	45x45	Cabeza	34,03	-6,63	0,46	-0,48	-3,86	Cumple
				51,45	-6,98	0,67	-0,71	-4,07	Cumple
			Pie	35,25	3,65	-0,83	-0,48	-3,87	Cumple
				74,75	0,86	-5,96	-3,89	-0,72	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	45x45	Cabeza	36,41	4,43	0,17	1,8	-8,58	Cumple
				64,56	-4,98	0,25	3,95	7,28	Cumple
			Pie	36,92	14,26	2,25	1,8	-8,56	Cumple
				65,27	-13,3	4,79	3,95	7,26	Cumple
	N -3.05	45x45	Arranque	65,27	-13,3	4,79	3,95	7,26	Cumple
C13	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	50x40	Cabeza	7,18	0,09	-1,95	1,48	0,05	Cumple
				6,8	0,36	-3,22	2,21	0,3	Cumple
			Pie	8,77	-0,05	1,99	1,48	0,05	Cumple
				8,42	-0,4	2,7	2,24	0,28	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	50x40	Cabeza	16,09	0,56	-3,64	2,38	0,42	Cumple
			Pie	17,84	-0,53	2,83	2,47	0,4	Cumple
				13,09	-2,25	1,18	0,79	1,93	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	50x40	Cabeza	18,4	3,46	-1,42	1,03	2,42	Cumple
				26,12	0,92	-4,68	2,95	0,68	Cumple
			Pie	20	-3	1,32	1,03	2,43	Cumple
				28,4	-0,69	3,59	3,11	0,53	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	50x40	Cabeza	15,92	4	-0,81	0,61	2,84	Cumple
				37,08	0,97	-4,89	3,29	0,73	Cumple
			7.45 m	17,12	-3,56	0,81	0,61	2,84	Cumple
				39,13	-0,79	4	3,26	0,59	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	50x40	7.45 m	15,92	4	-0,81	0,61	2,84	Cumple
				37,08	0,97	-4,89	3,29	0,73	Cumple
			Pie	17,12	-3,56	0,81	0,61	2,84	Cumple
				39,13	-0,79	4	3,26	0,59	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	50x40	Cabeza	20,15	4,64	-0,76	0,5	3,39	Cumple
				48,24	0,88	-5,01	3,24	0,72	Cumple
			Pie	21,35	-4,36	0,58	0,5	3,38	Cumple
				33,67	-4,43	0,93	0,8	3,43	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	50x40	Cabeza	54,51	0,28	-1,98	1,66	0,27	Cumple
				59,88	0,47	-5,6	4,48	0,36	Cumple
			Pie	56,11	-0,44	2,44	1,66	0,27	Cumple
				61,5	-0,49	6,3	4,46	0,36	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	50x40	Cabeza	57,3	-0,14	0,23	-9,87	-1,22	Cumple
				62,67	-0,14	4,32	-6,63	-0,82	Cumple
			Pie	51,82	0,92	-11,75	-9,17	-0,8	Cumple
				54,96	8,75	-12,23	-9,51	-4,89	Cumple
	N -3.05	50x40	Arranque	54,96	8,75	-12,23	-9,51	-4,89	Cumple

Resumen de las comprobaciones

Columnas	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Estado
C14	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	50x40	Cabeza	13,36	-0,24	2,99	-2,38	-0,26	Cumple
			Pie	14,94	0,44	-3,4	-2,42	-0,25	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	50x40	Cabeza	17,17	-0,43	4,97	-3,34	-0,31	Cumple
				25,11	-0,69	5,3	-3,6	-0,5	Cumple
			Pie	18,32	0,39	-4,04	-3,42	-0,31	Cumple
				28,66	3,41	-0,95	-0,68	-2,81	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	50x40	Cabeza	26,2	-0,29	6,01	-4,16	-0,22	Cumple
				38,36	-0,49	6,42	-4,46	-0,37	Cumple
			Pie	39,89	0,5	-5,55	-4,52	-0,37	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	50x40	Cabeza	35,03	-0,25	6,7	-4,68	-0,18	Cumple
				51,5	-0,43	7,11	-4,97	-0,32	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	50x40	7.45 m	35,03	-0,25	6,7	-4,68	-0,18	Cumple
				51,5	-0,43	7,11	-4,97	-0,32	Cumple
			Pie	36,15	0,24	-5,8	-4,69	-0,18	Cumple
				52,95	0,41	-6,19	-4,98	-0,32	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	50x40	Cabeza	43,77	-0,2	7,67	-5,7	-0,15	Cumple
				64,52	-0,36	8,06	-6	-0,27	Cumple
			Pie	44,94	0,2	-7,47	-5,67	-0,15	Cumple
				66,08	0,37	-7,88	-5,97	-0,27	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	50x40	Cabeza	52,12	-0,05	7,32	-4,63	0,08	Cumple
				77,23	-0,12	7,61	-4,86	0,1	Cumple
			Pie	53,32	-0,27	-4,98	-4,63	0,08	Cumple
				96,36	-0,42	-1,28	-0,89	0,06	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	50x40	Cabeza	57,74	-0,08	4,34	9,11	-1,54	Cumple
				98,09	-0,18	-0,61	2,72	-2,71	Cumple
			Pie	58,34	1,92	16,06	9,06	-1,54	Cumple
				84,51	2,8	16,84	9,79	-2,26	Cumple
	N-3.05	50x40	Arranque	84,51	2,8	16,84	9,79	-2,26	Cumple
C15	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	45x45	Cabeza	8,28	-1,26	0,32	-0,32	-1,09	Cumple
				8,49	-0,27	1,29	-1,06	-0,27	Cumple
			Pie	9,88	1,61	-0,52	-0,32	-1,07	Cumple
				9,78	1,61	-0,54	-0,32	-1,05	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	45x45	Cabeza	18,85	-3,95	0,49	-0,37	-2,64	Cumple
			Pie	20,46	3,1	-0,5	-0,37	-2,66	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	45x45	Cabeza	14,03	3,34	0,4	-0,29	2,29	Cumple
				29,58	-4,2	0,53	-0,38	-2,94	Cumple
			Pie	15,22	-3,08	-0,41	-0,31	2,5	Cumple
				31,21	3,95	-0,46	-0,36	-3,15	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	45x45	Cabeza	19,21	4,07	0,36	-0,27	2,86	Cumple
				40,36	-4,8	0,49	-0,37	-3,38	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	45x45	7.45 m	19,21	4,07	0,36	-0,27	2,86	Cumple
				40,36	-4,8	0,49	-0,37	-3,38	Cumple
			Pie	20,42	-3,56	-0,36	-0,27	2,87	Cumple
				41,98	4,24	-0,5	-0,37	-3,4	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	45x45	Cabeza	51,28	-5,46	0,33	-0,19	-3,96	Cumple
			Pie	52,9	5,05	-0,17	-0,19	-3,95	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	45x45	Cabeza	29,52	5,86	0,25	-0,37	3,73	Cumple
				61,82	-6,18	0,37	-0,69	-3,63	Cumple
			Pie	30,73	-4,06	-0,74	-0,37	3,73	Cumple
				72,09	-0,51	-5,36	-3,65	0,23	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	45x45	Cabeza	64,51	3,32	-0,36	5,27	-5,61	Cumple
				73,36	-0,16	-3,86	4,33	-1,81	Cumple
			Pie	41,1	2,77	9,62	4,86	-2,14	Cumple
				65,3	10,61	6,49	5,27	-5,61	Cumple
	N-3.05	45x45	Arranque	65,3	10,61	6,49	5,27	-5,61	Cumple

Resumen de las comprobaciones								
Columnas	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Estado
C16	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	50x50	Cabeza	6,91	-0,24	-2,08	1,5	-0,18	Cumple
				6,15	0,09	-3,11	1,97	0,07	Cumple
			Pie	8,9	0,23	1,91	1,5	-0,18	Cumple
				7,8	1,18	1,65	1,28	-0,47	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	50x50	Cabeza	14,35	0,2	-3,53	1,94	0,04	Cumple
			Pie	16,35	0,1	1,62	1,94	0,04	Cumple
				15,93	0,32	1,85	1,54	-0,12	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	50x50	Cabeza	21,17	-0,1	-3,38	2,02	-0,07	Cumple
				20,63	0	-3,53	1,96	0	Cumple
			Pie	23,44	0,1	2,19	2,1	-0,08	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	50x50	Cabeza	25,68	0,19	-3,71	2,37	0,08	Cumple
				27,63	0,09	-3,87	2,44	0,01	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	50x50	7.45 m	10,49	-0,67	2,89	-1,7	-0,5	Cumple
				27,63	0,09	-3,87	2,44	0,01	Cumple
			Pie	21,83	-0,13	2,37	2,26	0,14	Cumple
				30,18	0,14	2,8	2,38	-0,05	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	50x50	Cabeza	26,14	0,38	-3,38	1,93	0,48	Cumple
				34,54	0,14	-3,71	2,01	0,36	Cumple
			Pie	13,58	0,84	-1,92	-1,82	-0,54	Cumple
				37,07	-0,76	1,73	1,91	0,34	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	50x50	Cabeza	39,45	-0,71	-1,25	1,36	-0,72	Cumple
				42,16	-0,57	-4,44	4,31	-0,77	Cumple
			Pie	41,45	1,21	2,38	1,36	-0,72	Cumple
				44,21	1,49	6,98	4,28	-0,77	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	50x50	Cabeza	42,3	0,05	-0,12	-11,16	5,18	Cumple
				44,96	0	4,85	-8,22	7,34	Cumple
			Pie	43,27	-6,69	-14,62	-11,16	5,18	Cumple
				27,43	-2,29	-19,47	-11,09	1,82	Cumple
	N-3.05	50x50	Arranque	27,43	-2,29	-19,47	-11,09	1,82	Cumple
C17	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	50x40	Cabeza	11,02	-1,01	1,23	-1,04	-0,87	Cumple
				9,31	-0,75	2,62	-2	-0,63	Cumple
			Pie	12,61	1,3	-1,53	-1,04	-0,87	Cumple
				10,9	0,93	-2,76	-2,04	-0,63	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	50x40	Cabeza	19,45	-1,04	4,32	-2,71	-0,83	Cumple
			Pie	21	1,16	-3,04	-2,81	-0,83	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	50x40	Cabeza	19,44	-0,79	4,61	-3,08	-0,58	Cumple
				28,44	-1,24	4,76	-3,2	-0,92	Cumple
			Pie	20,56	0,77	-3,7	-3,14	-0,58	Cumple
				29,96	1,21	-3,85	-3,25	-0,92	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	50x40	Cabeza	37,22	-1,13	5,38	-3,68	-0,85	Cumple
				37,29	-1,13	5,41	-3,68	-0,85	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	50x40	7.45 m	25,3	-0,71	5,22	-3,56	-0,53	Cumple
				37,29	-1,13	5,41	-3,68	-0,85	Cumple
			Pie	38,73	1,14	-4,46	-3,69	-0,85	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	50x40	Cabeza	31	-0,66	5,9	-4,32	-0,48	Cumple
				45,87	-1,07	6,03	-4,42	-0,78	Cumple
			Pie	32,16	0,61	-5,57	-4,29	-0,48	Cumple
				47,43	1,02	-5,69	-4,39	-0,78	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	50x40	Cabeza	36,24	-0,66	5,69	-3,88	-0,48	Cumple
				69,03	-4,29	0,22	-0,53	-2,99	Cumple
			Pie	37,44	0,62	-4,62	-3,87	-0,48	Cumple
				70,65	3,64	-1,2	-0,53	-2,98	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	50x40	Cabeza	61,27	0,3	3,97	10,11	2,17	Cumple
				71,94	2,8	-0,46	4,23	1,49	Cumple
			Pie	62,07	-2,51	17,03	10,07	2,16	Cumple
	N-3.05	50x40	Arranque	62,07	-2,51	17,03	10,07	2,16	Cumple

Resumen de las comprobaciones								
Columnas	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	Estado
C 18	N+18.36 (15.3 - 18.36 m)	50x50	Cabeza	4,16	-1,26	-0,07	-0,03	-0,96	Cumple
				2,76	-0,94	-1	0,52	-0,66	Cumple
			Pie	6,16	1,28	-0,14	-0,03	-0,96	Cumple
				5,95	2,38	-0,26	-0,14	-1,34	Cumple
	N+15.30 (12.24 - 15.3 m)	50x50	Cabeza	11,2	-1,46	0,03	-0,03	-1,1	Cumple
				7,9	-1,48	-2,42	1,18	-1,08	Cumple
			Pie	13,2	1,47	-0,05	-0,03	-1,1	Cumple
				13,18	1,21	-1,17	-0,9	-0,87	Cumple
	N+12.24 (9.18 - 12.24 m)	50x50	Cabeza	18,58	-1,4	0,09	-0,04	-1,05	Cumple
				13,53	-1,59	-2,79	1,43	-1,17	Cumple
			Pie	20,57	1,39	-0,01	-0,04	-1,05	Cumple
				21,14	1,09	-1,61	-1,02	-0,8	Cumple
	N+9.18 (7.45 - 9.18 m)	50x50	Cabeza	24,13	-3,43	-0,35	0,23	-2,3	Cumple
				17,33	-1,46	-3,32	1,99	-1,09	Cumple
	N+9.18 (6.12 - 7.45 m)	50x50	7.45 m	10,32	-1,11	-3,29	2,01	-0,82	Cumple
				17,33	-1,46	-3,32	1,99	-1,09	Cumple
			Pie	26,13	2,68	0,26	0,23	-2,3	Cumple
				26,87	2,83	0,21	0,17	-2,28	Cumple
	N+6.12 (3.06 - 6.12 m)	50x50	Cabeza	20,63	-1,26	-3,65	2,24	-1,01	Cumple
			Pie	22,09	1,45	2,37	2,2	-1,05	Cumple
				37,37	-0,07	-1,33	-1,48	-0,14	Cumple
	N+3.06 (0 - 3.06 m)	50x50	Cabeza	12,37	-0,61	-3,87	3,12	-0,37	Cumple
				40,42	-5,23	-0,29	-0,68	-4,25	Cumple
			Pie	13,78	0,37	4,37	3,07	-0,37	Cumple
				45,61	1,83	-7,15	-4,04	-1,09	Cumple
	N+0.00 (-1.5 - 0 m)	50x50	Cabeza	41,78	0,21	-0,37	8,08	5,49	Cumple
				46,45	0,16	-5,11	7,85	7,98	Cumple
			Pie	42,76	-6,92	10,13	8,08	5,49	Cumple
	N-3.05	50x50	Arranque	42,76	-6,92	10,13	8,08	5,49	Cumple

Abstract

JESSICA ELIZABETH CASTRO GUAILLAS

The present work analyzes two types of foundations: solid slab and inverted "T" with the objective of establishing which of the two structures is the most economical for a 6-story building located in the city of Azogues in a consolidated area, following technical specifications, factors and coefficients of the Ecuadorian Construction Norm NEC-15 and the criteria of the A.C.I. Code 318S-19. Through the use of Cypecad software that will allow us to know previously the functionality of the structure, evaluate the criteria of torsion, basal shear, centers of mass and floor drift.

Our analysis allows us to discern and show that the technical criteria such as: floor drifts, torsion, settlements, stresses on the ground do not vary greatly between the foundation alternatives studied, therefore, at a technical level both proposals meet the same service standard.

At the economic level we found a considerable difference in prices, the solid slab foundation is 41,205.28 USD and the construction cost of the inverted "T" beam foundation is 30,080.96 USD. A difference of 11,124.32 USD, 36.98% of the cost of the inverted "T" beam foundation. Therefore, it is concluded that it is feasible to use the inverted "T" beam foundation alternative, since it is more economical.

Keywords: **foundation, cypecad, structures, slab, inverted T-beam**

Azogues, 5 de octubre de 2021

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.

CENTRO DE IDIOMAS UNIVERSIDAD CATÓLICA CUENCA COORDINACIÓN AZOGUES

Abg. Liliana Urgilés Amoroso, Mgs.
COORDINADORA CENTRO DE IDIOMAS AZOGUES

UCACUE-CAVU-UT-2021-018-AP
Azogues, 24 de agosto de 2021

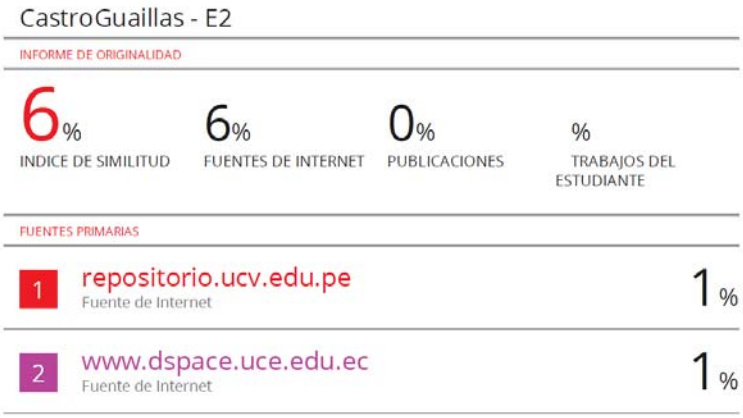
Ingeniero
Ricardo Romero González
DIRECTOR DE CARRERA

Ingeniero
Geovanny González Rodríguez
DOCENTE TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
INGENIERÍA CIVIL SEDE AZOGUES
Ciudad

ASUNTO: Índice de similitud del trabajo de titulación de la estudiante ***Jessica Elizabeth Castro Guaillas.***

REFERENCIA: Email GonzálezRodríguez 20210824

Reciban un cordial y atento saludo; en atención a la solicitud en referencia adjunto el presente *ÍNDICE DE SIMILITUD TURNITIN* del trabajo de titulación: *"Análisis económico entre cimentaciones losa maciza y T invertida"*, elaborado por la estudiante ***Jessica Elizabeth Castro Guaillas***. El resultado presenta un índice de similitud del **SEIS POR CIENTO** (06%), siendo menor al límite establecido en el *Reglamento de la Unidad de Titulación*, y en consecuencia ***APTO*** para continuar con el proceso de titulación. Adjunto el documento completo revisado por el sistema Turnitin.


CastroGuaillas - E2

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	0%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1 %

Particular que pongo a su conocimiento para fines pertinentes.

Atentamente;
DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Ing. Cristian Arturo Vintimilla Ulloa MSc.
RESPONSABLE DE UNIDAD DE TITULACIÓN
INGENIERÍA CIVIL SEDE AZOGUES

El Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que, **Jessica Elizabeth Castro Guaillas** portador(a) de la cédula de ciudadanía Nº **0302209887** de la Carrera de **Ingeniería Civil,** Sede Azogues, Modalidad de estudios presencial no adeuda libros, a esta fecha.

Azogues, **01 de octubre del 2021**

Byron Alonso Torres Romo
Bibliotecario

Universidad Católica de Cuenca
SEDE AZOGUES
BIBLIOTECA

Jessica Elizabeth Castro Guaillas portador(a) de la cédula de ciudadanía Nº **0302209887**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **"Análsis económico entre cimentaciones losa maciza y "T" invertida"** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, **1 de octubre de 2021**

F: .....

Jessica Elizabeth Castro Guaillas

C.I. **0302209887**