Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

“AMPLIACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA I.E. 22305 JULIO CESAR TELLO, APLICANDO LA NORMA SISMO RESISTENTE E.030”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL

AUTOR: JONATHAN ADALBERTO HERRERA PALACIOS

ICA, 2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar a mis padres ya que, sin su apoyo constante principalmente en mi vida universitaria, no hubiera podido cumplir con mi meta de ser un profesional en la ingeniería civil, así también esta tesis va dedicada a mis hermanos, por el apoyo que me han brindado todo este tiempo y por ultimo va dedicado a mi hija que es mi motor para seguir adelante día a día.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a mi casa de estudios, la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica ya que fue aquí donde adquirí los conocimientos necesarios para desenvolverme en mi vida laboral, en especial agradecimiento a mi ex asesor Ing. Abraham Manay Mendoza y asesor actual, el ingeniero Santos Alejandro Chacaltana Vásquez, por su apoyo constante durante el transcurso de la elaboración de la presente tesis, aportando ideas y esclareciendo mis dudas.

Por último, quiero agradecer A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica por sus enseñanzas, orientaciones y su gran espíritu de ayuda.

Jonathan

INDICE

Introducción…… ..1

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes del problema de investigación...…… ..4
1.1.1 Antecedentes a nivel Internacional……..……..4
1.1.2 Antecedentes a nivel Nacional……..……..... ..4
1.1.3 Antecedentes a nivel local……..……..5
1.2 Bases teóricas de la investigación……..……..... ..5
1.3 Marco conceptual…….……...5

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

2.1. Antecedentes del Problema de Investigación……..…… 11

2.2. Formulación de Problemas…..……... …….. 12

2.2.1 Problema General.…….....… 12

2.2.2 Problemas específicos……12

2.3. Delimitación del problema

2.3.1 Delimitación espacial geográfica……12

2.3.2 Delimitación temporal……..……..……..... 12

2.3.3 Delimitación social…….…….…….. 13

2.3.4 Delimitación conceptual……..….. 13

2.4. Justificación e importancia de la investigación…….. 13

2.4.1 Justificación…… 13

2.4.2 Importancia…….…. 14

2.5. Objetivos de investigación……... 14

2.5.1 Objetivo General……..... 14

2.5.2 Objetivos específicos……..… 14

2.6. Hipótesis de investigación…….….. 14

2.6.1 Hipótesis General……..……..…... 14

2.6.2 Hipótesis específicas……..…… 14

2.7. Variables de investigación……...……..….. 15

2.7.1 Identificación de Variables…..……... 15

2.7.2 Operacionalización de variables…….…… 16

CAPITULO III: ESTRATEGIA METODOLOGICA / METODOLOGIA DE LA INVESTICACION

3.1 Tipo, Nivel y diseño de investigación…….. 17

3.1.1 Tipo de investigación…….17

3.1.2 Nivel de investigación…….17

3.1.3 Diseño de investigación.……..……... 17

3.2 Población y muestra materia de investigación

3.2.1 Población de estudio…..…….. 17

3.2.2 Muestra de estudio…...…… 17

CAPITULO IV: TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

4.1 Técnicas de recolección de datos……...20

4.2 Instrumentos de recolección de datos…… 20

4.3 Técnicas de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados …… 20

CAPITULO V: PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Presentación e interpretación de resultados……...22

5.1.1 Topografía del área de estudio…… 22

5.1.1.1 Objetivo del estudio topográfico……. 22

5.1.1.2 Ubicación del proyecto…… 22

5.1.1.3 Generalidades……..….22

5.1.1.4 Recopilación de información……... 23

5.1.1.5 Trabajos de gabinete…… 25

5.1.1.6 Procesamiento de datos……25

5.1.2 Geotecnia…… 26

5.1.2.1 Generalidades…… 26

5.1.2.1.1 Objeto de estudio…….. 27

5.1.2.1.2 Normatividad…….27

5.1.2.1.3 Antecedentes……. 28

5.1.2.1.4 Ubicación del área de estudio……28

5.1.2.1.5 Condiciones climáticas de la zona…… 28

5.1.2.2 Geomorfología, Geología y sismicidad en el Área de estudio
5.1.2.2.1 Geomorfología…….. 28
5.1.2.2.2 Geología…… 29
5.1.2.2.3 Sismicidad…… 29
5.1.2.3 Investigación de campo……31
5.1.2.3.1 Calicatas o pozos de exploración……..... 31
5.1.2.3.2 Muestreo y registro de exploración…….. 34
5.1.2.4 Características del proyecto……. 35
5.1.2.4.1 Sistema estructural…… 35
5.1.2.4.2 Distribución de la estructura……. 35
5.1.2.5 Ensayos de laboratorio……35
5.1.2.5.1 Análisis granulométrico…… 37
5.1.2.5.2 Limites de consistencia……. 39
5.1.2.5.3 Contenido de humedad……. 43
5.1.2.5.4 Corte directo……..43
5.1.2.5.5 Clasificación de suelos…… 44
5.1.2.6 Perfiles estratigráficos……..45
5.1.2.7 Análisis de cimentación……... 50
5.1.2.7.1 Tipo y profundidad de cimentación…….. 50
5.1.2.7.2 Calculo de la capacidad portante admisible……. 50
5.1.2.7.3 Calculo de asentamientos…….. 52
5.1.2.8 Densidad relativa……..56
5.1.2.9 Análisis químico de sales agresivas al concreto…….. 56
5.1.2.10 Conclusiones y recomendaciones…… 58
5.1.3 Predimensionamiento, Análisis y Diseño estructural……..…….. 60
5.1.3.1 Generalidades…….. 60
5.1.3.1.1 Memoria descriptiva……. 60
5.1.3.1.2 Objetivos…… 62
5.1.3.1.3 Criterios de Diseño estructural……. 63
5.1.3.1.4 Especificaciones y consideraciones iniciales del Proyecto……63
5.1.3.1.4.1 Tipo de estructura…….. 63

5.1.3.1.4.2 Sobrecargas…… 65
5.1.3.1.4.3 Propiedades de los elementos…… 65
5.1.3.1.4.4 Características del proyecto……68
5.1.3.2 Predimensionamiento de Elementos Estructurales……. 69
5.1.3.2.1 Losa Aligerada…….. 69
5.1.3.2.2 Vigas……. 70
5.1.3.2.3 Columnas…….. 73
5.1.3.3 Diseño sismo resistente……76
5.1.3.3.1 Análisis Estático: Procedimiento de cargas Equivalentes…… 76
5.1.3.3.2 Análisis Dinámico: Método de Superposición Modal……76
5.1.3.4 Modelación en Etabs……77
5.1.3.5 Sistemas Estructurales…… 88
5.1.3.5.1 Configuración estructural……. 88
5.1.3.5.2 Desplazamientos laterales……89
5.1.3.6 Diseño Estructural……90
5.1.3.6.1 Longitud de desarrollo…….. 90
5.1.3.6.2 Calculo de junta sísmica……94
5.1.3.6.3 Diseño de losa aligerada……94
5.1.3.6.4 Diseño de vigas…… 100
5.1.3.6.5 Diseño de columnas…….. 108
5.1.3.6.6 Diseño de cimentación…….. 120
5.1.3.6.7 Diseño de escalera…….136
5.2 Discusión de resultados……. 140

CAPITULO VI: COMPROBACION DE HIPOTESIS

6.1 Constatación de hipótesis general……142
6.2 Constatación de hipótesis especifica…… 142

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones……143

Recomendaciones……...……..…... 144
Fuentes de información……..……..145
Anexos I – Resultados Etabs…….……...…….…….. 146
Anexos II – Expediente Técnico……...……...153
Anexo III - Ensayos de Laboratorio…… 473
Anexo IV – Planos……...488

INDICE DE TABLAS

Tabla 01. Operacionalización de Variables……. 16
Tabla 02. Calicatas…….……. 34
Tabla 03. Asentamientos diferenciales máximos…….…….… 50
Tabla 04. Módulo de elasticidad según tipo de suelo……..... 51
Tabla 05. Valores de μ y lf ……..... 52
Tabla 06. Elementos químicos nocivos para la cimentación……. 54
Tabla 07. Resumen de condiciones de cimentación …… 56
Tabla 08. Peraltes o espesores mínimos de vigas o losas en una dirección…… 66
Tabla 09. Predimensionamiento de Losas Aligeradas…… 67
Tabla 10. Predimensionamiento de Vigas……..…… 69
Tabla 11. Predimensionamiento de vigas secundarias…… 70
Tabla 12. Factores para el predimensionamiento de columnas…….. 71
Tabla 13. Predimensionamiento de Columnas…… 72

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 01. Levantamiento topográfico……23
Ilustración 02. Levantamiento topográfico……24
Ilustración 03. Levantamiento topográfico……24
Ilustración 04. Área del Proyecto…… 25
Ilustración 05. Carta Geológica Nacional…… 29
Ilustración 06. Mapa de Zonificación Sísmica del Perú…… 30
Ilustración 07. Excavación de Calicata 01…… 31
Ilustración 08. Excavación de Calicata 02…… 31
Ilustración 09. Excavación de Calicata 03…… 32
Ilustración 10 Medición de profundidad de excavación…… 32
Ilustración 11. Calicata 01…… 33
Ilustración 12. Calicata 02…… 33
Ilustración 13. Calicata 03……34
Ilustración 14. Ensayo de Contenido de Humedad…… 37
Ilustración 15. Tamizado de muestra……. 37
Ilustración 16. Tamizado de muestra……. 38
Ilustración 17. Tamizado de muestra……. 38
Ilustración 18. Colocación de Muestra en Vasija ……. 39
Ilustración 19. Mezclando la muestra con agua ……. 40
Ilustración 20. Mezclando la muestra con agua ……. 40
Ilustración 21. Colocación de Muestra en Equipo ……41
Ilustración 22. Colocación de Muestra en Plataforma…….. 41
Ilustración 23. Ensayo de Limite Plástico……. 42
Ilustración 24. Colocación de muestra para contenido de humedad……. 43
Ilustración 25. Corte Directo……. 43
Ilustración 26. Corte Directo – Colocación de muestra……. 44
Ilustración 27. Perfil Estratigráfico…….……. 46
Ilustración 28. Modelamiento Módulos 01 y 02……. 61
Ilustración 29. Modelamiento Módulo 03……. 61

Ilustración 30. Modelamiento Módulos 04 y 05……. 62
Ilustración 31. Asignación de carga muerta primer y segundo entrepiso… ……... 77
Ilustración 32. Asignación de carga viva primer entrepiso……. 77
Ilustración 33. Asignación de carga viva en segundo entrepiso……. 78
Ilustración 34. Asignación de carga muerta en primer y segundo entrepiso…….. 78
Ilustración 35. Asignación de carga viva en primer entrepiso……. 79
Ilustración 36. Asignación de carga viva en segundo entrepiso……. 79
Ilustración 37. Asignación de carga muerta en primer y segundo entrepiso…….. 80
Ilustración 38. Asignación de carga viva en primer entrepiso…… 80
Ilustración 39. Asignación de carga viva en segundo entrepiso…… 81
Ilustración 40. Espectro de Pseudo Aceleración en X…….82
Ilustración 41. Espectro de Pseudo Aceleración en Y…….83

RESUMEN

La presente tesis “Ampliación de la Infraestructura de la I.E. 22305 Julio Cesar Tello, aplicando la Norma Sismo Resistente E.030” se centra en el reconocimiento del estado actual la Institución Educativa 22305 Julio Cesar Tello, el estudio minucioso de las características de la zona y también de las propiedades físicas y mecánicas del terreno; el diseño de las estructuras tales como zapatas, columnas, muros, vigas, losas y escaleras y por último el expediente técnico del proyecto.

Esta tesis tiene como finalidad brindar una mejor calidad educativa para la población estudiantil de la I.E. 22305 Julio Cesar Tello de la Urb. San Joaquín, víctima del terremoto del 2007 de epicentro en la ciudad de Pisco y que actualmente no cuenta con aulas de primaria de material noble, ni con ambientes para talleres de educación secundaria.

ABSTRACT

The present thesis “Expansion of the Infrastructure of the I.E. 22305 Julio Cesar Tello, applying the E.030 Earthquake Resistant Standard” focuses on the recognition of the current state of the Educational Institution 22305 Julio Cesar Tello, the meticulous study of the characteristics of the area and also of the physical and mechanical properties of the land; the design of structures such as footings, columns, walls, beams, slabs and stairs and finally the technical file of the project.

This thesis aims to provide a better educational quality for the student population of the I.E. 22305 Julio Cesar Tello from Urb. San Joaquín, victim of the 2007 earthquake at the epicenter in the city of Pisco and who currently does not have primary classrooms made of noble material, or environments for secondary education workshops.

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

“AMPLIACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA I.E. 22305 JULIO CESAR TELLO, APLICANDO LA NORMA SISMO RESISTENTE E.030”

AREA DE CONOCIMIENTO: INGENIERIA Y TECNOLOGIA

LINEA DE INVESTIGACION: DISEÑO SISMO RESISTENTE DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO Y ALBAÑILERIA

AUTOR: JONATHAN ADALBERTO HERRERA PALACIOS

ASESOR: ING. SANTOS ALEJANDRO CHACALTANA VASQUEZ

INTRODUCCION

La presente Tesis consiste en el análisis y diseño estructural de las aulas de primaria y talleres de secundaria de la I.E. 22305 Julio Cesar Tello.

Resumen, sobre el presente estudio:

- Los elementos estructurales fueron dimensionales, teniendo en cuenta el reglamento del ACI, las Normas Peruanas y ciertos criterios prácticos, de manera que resulten secciones resistentes que cumplan con las consideraciones estructurales y arquitectónicas.
- Para los techos se optó por losas aligeradas armados en una dirección, apoyadas sobre vigas principales y por muros de albañilería confinada. El análisis estructural se realizó con el programa ETABS 2016.
- El análisis sísmico se realizó teniendo en cuento la norma técnica E.030 de Diseño Sismo Resistente, publicada en el año 2016, con la cual se calcularon las fuerzas sísmicas (fuerzas laterales) en cada uno de los pisos.
- El cálculo de los momentos y cortantes producidos por las cargas verticales (carga muerta y carga viva) y las cargas sísmicas (estáticas y dinámicas) en la estructura se han determinado a través del programa ETABS 2016, realizando las combinaciones respectivas según las NTE 0.60 y una envolvente para determinar las fuerza axiales, momentos y cortantes resultantes producidas en cada uno de los elementos estructurales.
- La cimentación utilizada está constituida por zapatas aisladas y cimentación corrida. La calidad de los materiales son:

Concreto: $f'_c = 210\ kg/cm^2$

$E = 218{,}819.79\ Kg/Cm^2$

Albañilería: $f'm = 65\ kg/cm^2$

$Em = 32{,}500\ kg/cm^2$ (Albañilería tipo IV)

Acero: $Fy = 4200\ kg/cm^2$

$Es = 2'000{,}000\ kg/cm^2$

El objetivo de este proyecto en la I.E 22305 Julio Cesar Tello, es de diseñar los pabellones de aulas, comedor, talleres y ambientes administrativos, para que los alumnos reciban clases y realicen sus talleres prácticos. Como metodología de diseño se tuvo en

cuenta que las estructuras cumplan con los requisitos de las normas E.060 y E.030 (publicada en el año 2016), con el fin de brindar seguridad y confort a las personas que concurrirán en estos ambientes.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

A lo largo del tiempo a nivel mundial han ocurrido diversos sismos que han generado grandes pérdidas tanto humanas como materiales, algunos de estos fueron:

- Haití, 12 de Enero del 2010
  Sismo con magnitud 7 en la escala de Richter, con 316,000 muertos, 350,000 heridos y 1'500,000 de familias sin hogar.
- Chile, 27 de Febrero del 2010
  Sismo con magnitud de 8.8 en la escala de Richter, 525 muertos y medio millón de viviendas afectadas.
- Guatemala, 4 de febrero de 1976
  Sismo con magnitud de 7.5 en la escala de Richter, 23,000 muertos 76,000 heridos y 250,000 casas destruidas.
- Japón, 11 de Marzo del 2011
  Sismo con magnitud de 9.1 en la escala de Richter, 15,893 muertos, 6,152 heridos y 2,556 desaparecidos.

1.1.2 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

En el Perú han ocurrido múltiples sismos que han ocasionado numerosas pérdidas, algunos de estos fueron:

- Ancash, 31 de Mayo de 1970
  Sismo con magnitud de 7.9 en la escala de Richter 100,000 muertos, 358,000 heridos y 25,000 desaparecidos.
- Nororiente del Peru, 04 de Abril de 1991
  Sismo con magnitud de 6.9 en la escala de Richter 40 muertos, 800 heridos y 235,000 damnificados
- Arequipa, 23 de Junio del 2001
  Sismo con magnitud de 8.4 en la escala de Richter 240 muertos, 2400 heridos y 460,000 damnificados, este es el sismo de mayor magnitud ocurrido en el Perú, del cual se tenga registro instrumental.

1.1.3 ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

En la Región de Ica han ocurrido diversos sismos que generaron grandes pérdidas tanto humanas como materiales, estos son:

- Nazca, 12 de Noviembre de 1996
  Sismo con magnitud de 7.7 en la escala de Richter casi 20 muertos, 2,000 heridos y 200,000 desaparecidos.
- Pisco e Ica, 15 de Agosto del 2007
  Sismo con magnitud de 8.0 en la escala de Richter casi 595 muertos, 2,291 heridos, 76,000 viviendas destruidas e inhabitadas y 431,000 personas afectadas

1.2 BASES TEORICAS DE LA INVESTIGACION

Lo que se busca realizar con el proyecto de "Ampliación de la Infraestructura de la I.E. 22305 Julio Cesar Tello, aplicando la Norma Sismo Resistente E.030" es plantear una alternativa de solución para ampliar la infraestructura actual de la I.E. Julio Cesar Tello, esto lleva a que se pueda impartir una educación de calidad en ambientes más espaciosos y ventilados que los actuales en donde el calor es sofocante.

La ampliación de la infraestructura educativa "Julio Cesar Tello" reducirá el riesgo de enfermedades respiratorias, de la vista y cutáneas debido al polvo y tierra que afecta a los estudiantes de este centro de estudios.

En la presente Tesis se ha considerado los parámetros sismo resistentes de la norma E.030 publicada el año 2016, realizándose un análisis estático y dinámico con el fin de brindar seguridad y evitar cualquier tipo de pérdida material y/o humana.

1.3 MARCO CONCEPTUAL

AGREGADO:

Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

AGREGADO FINO:

Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y contiene finos.

AGREGADO GRUESO:

Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N°4 (4,75 mm).

CALICATA:

Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas.

CANTERA:

Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO:

Es la resistencia admisible del suelo de cimentación considerando factores de seguridad apropiados al análisis que se efectúa.

CEMENTO: Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

CEMENTO PORTLAND: Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante.

CONCRETO SIMPLE: Concreto que no tiene armadura de refuerzo o que la tiene en una cantidad menor que el mínimo porcentaje especificado para el concreto armado.

CONCRETO ARMADO: Concreto que tiene armadura de refuerzo en una cantidad igual o mayor que la requerida en esta Norma y en el que ambos materiales actúan juntos para resistir esfuerzos.

CONCRETO CICLOPEO: Es el concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques y que no contiene armadura.

ESTUDIO DE SUELOS:

Documento técnico que engloba el conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tiene por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las solicitaciones de carga

IMPACTO AMBIENTAL:

Alteración o modificación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza, que incluye los impactos socio ambiental.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:

Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

METRADO:

Cuantificación detallada por partidas de las actividades por ejecutar o ejecutadas en una obra.

CIMENTACION: Elemento estructural que tiene como función transmitir las acciones de carga de la estructura al suelo de fundación.

ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA: material compuesto por unidades de albañilería asentadas con mortero o por "unidades de albañilería'' apiladas en cuyo son integradas con concreto liquido

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

CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA: Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.

MURO NO PORTANTE: Muro diseñado y construido en forma tal que solo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales s su plano .son por ejemplo los parapetos y los cercos.

MURO PORTANTE: Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación .estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA: ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice cal. Puede ser se sólida, hueca, alveolar u tubular

COLUMNA: elementos de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación, la columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.

VIGA SOLERA: viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para provéele arriostre y confinamiento.

LOSA: Elemento estructural de espesor reducido respecto a sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno.

CAPITEL: Ensanche de la parte superior de la columna.

ZAPATA: Parte de la cimentación de una estructura que reparte y transmite la carga directamente al terreno de cimentación o a pilotes.

CARGA DE SERVICIO: Carga prevista en el análisis durante la vida de la estructura (no tiene factores de amplificación).

CARGA FACTORIZADA O CARGA AMPLIFICADA O CARGA ÚLTIMA: Carga multiplicada por factores de carga apropiados, utilizada en el diseño por resistencia a carga última (rotura).

CARGA MUERTA O PERMANENTE O PESO MUERTO: Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que se supone sean permanentes.

CARGA VIVA: Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación.

CARGA DE SISMO: Fuerza evaluada según la Norma de Diseño Sismo- Resistente del Reglamento Nacional de Construcciones para estimar la acción sísmica sobre una estructura.

CARGA DE VIENTO: Fuerza exterior evaluada según la Norma E. 020 Cargas.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

El sismo ocurrido el 15 de Agosto del 2007 en el departamento de Ica, teniendo como epicentro la provincia de Pisco dejó severos daños en las instituciones educativas de Ica, una de estas es la I.E. 22305 Julio Cesar Tello, la cual sufrió severos daños en toda su infraestructura existente, esto conllevo a que los alumnos de ese entonces recibieran clases en ambientes improvisados (módulos de madera y esteras), debido a que no era posible impartir educación en la infraestructura severamente dañada, dos años después de ocurrido el sismo, se llegó a ejecutar un proyecto en el cual solo se construyeron pabellones de aulas para el nivel de secundaria, dirección y laboratorio, quedando pendientes:

- La totalidad de aulas para nivel primaria.
- Oficina para subdirección.
- Cocina y comedor.
- 02 aulas para nivel secundario.
- Taller de carpintería.
- Taller de educación artística.
- Taller de industria alimentaria.
- Sala audiovisual.

Por lo tanto el alumnado de primaria continúan hasta el día de hoy recibiendo clases en módulos de madera, además de que los estudiantes recorren áreas descampadas, lo que podría ocasionar enfermedades respiratorias, vista o cutáneas debido al polvo y tierra que hay en estas áreas donde no se han realizado obras, esta situación hace que los estudiantes de la I.E. Julio Cesar Tello no puedan recibir una educación de calidad debido a las inadecuadas condiciones en las que se encuentra hoy en día; debido a lo descrito es que radica la importancia de la presente tesis: “Ampliación de la Infraestructura de la I.E. 22305 Julio Cesar Tello, aplicando la Norma Sismo Resistente E.030”, que se realiza a solicitud del Director de la institución educativa el Mag. José Hernández Barreto, en concordancia con la línea de Proyección Social de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNICA. Este proyecto es una solución necesaria para este problema que aqueja a los estudiantes de la institución educativa en mención.

2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

2.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida influye la Aplicación de la Norma Sismo Resistente E.030 en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello?

2.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

¿En qué medida influyen los factores sísmicos en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello?

¿En qué medida influyen el cálculo y análisis de los desplazamientos laterales en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello?

¿En qué medida influye el análisis el cálculo y análisis estructural en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello?

2.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA.

2.3.1 Delimitación espacial geográfica.

El área de estudio del proyecto se encuentra ubicado en I.E 22305 “Julio Cesar Tello”.

Departamento : Ica

Provincia : Ica

Distrito : Ica

Urbanización : San Joaquín

2.3.2 Delimitación temporal.

El presente trabajo de investigación se realizó con la normativa vigente al año 2016 (fecha de aprobación del plan de tesis) del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

2.3.3 Delimitación Social.

La población beneficiaria con la ampliación de la I.E. Julio Cesar Tello será principalmente el alumnado de primaria de dicha institución, los cuales provienen de la misma urbanización San Joaquín y de centros poblados colindantes a dicha urbanización.

2.3.4 Delimitación Conceptual.

La delimitación conceptual en la que se enmarca el presente trabajo de investigación es el diseño sismo resistente, para el cual se emplea un sistema estructural de pórticos de concreto armado y albañilería confinada, aplicando las normas del reglamento nacional de edificaciones (RNE) vigentes en el 2016.

2.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

2.4.1 JUSTIFICACION

- **Desde el punto de vista funcional**

Lo que se busca realizar con el proyecto de "Ampliación de la Infraestructura de la I.E. 22305 Julio Cesar Tello, aplicando la Norma Sismo Resistente E.030" es plantear una alternativa de solución para ampliar la infraestructura actual de la I.E. Julio Cesar Tello, esto lleva a que se pueda impartir una educación de calidad en ambientes más espaciosos y ventilados que los actuales en donde el calor es sofocante.

- **Desde el punto de vista técnico**

La ampliación de la infraestructura educativa "Julio Cesar Tello" tendrá un diseño arquitectónico moderno y funcional cuya construcción se ejecutara de acuerdo a la norma Sismo Resistente E-030 (2016) y a niveles de habitabilidad y confort de acuerdo a normas técnicas de diseño para centros educativos.

- **Desde el punto de vista ambiental**

La ampliación de la infraestructura educativa "Julio Cesar Tello" reducirá el riesgo de enfermedades respiratorias, de la vista y cutáneas debido al polvo y tierra que afecta a los estudiantes de este centro de estudios.

2.4.2 IMPORTANCIA

Es importante y necesario que los alumnos de la I.E. 22305 Julio Cesar Tello reciban sus clases y realicen sus talleres en aulas adecuadas, cuyo diseño arquitectónico debe de contar con ambientes propicios para el proceso de aprendizaje, teniendo una infraestructura que cumpla los parámetros sismo resistentes.

2.5 OBJETIVOS DE INVESTIGACION

2.5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la Influencia de la Aplicación de la Norma Sismo Resistente E.030 en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.

2.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la Influencia de los factores sísmicos en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.
- Determinar la influencia del cálculo y análisis de los desplazamientos laterales en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.
- Determinar la influencia del cálculo y análisis estructural en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.

2.6 HIPOTESIS DE INVESTIGACION

2.6.1 HIPOTESIS GENERAL

La Aplicación de la Norma Sismo Resistente E.030 influye en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.

2.6.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS

- Los factores sísmicos influyen en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.
- El cálculo y análisis de los desplazamientos laterales influyen en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.
- El cálculo y análisis estructural influyen en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.

2.7 VARIABLES DE INVESTIGACION

2.7.1 IDENTIFICACION DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

La Aplicación de la Norma Sismo Resistente E.030.

VARIABLE DEPENDIENTE

Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.

2.7.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 01. Operacionalización de Variables

Variable	Dimension	Indicadores	Medicion	Valoracion
Variable independiente				
Aplicación de la norma sismo resistente E.030	Respuesta sismica	Parametros sismicos	Z,U,C,S,R	R.N.E E.030
		Cortante basal	ton	R.N.E E.030
		Espectro de pseudo-aceleracion	ton	R.N.E E.030
Variable dependiente				
Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello	Nivel de confort	Mejor respuesta estructural de la edificacion	Derivas	<= 0.005 y <=0.007
		Diseño de elementos estructurales economicos	kg(acero)	-
			m3(concreto)	-

Fuente Propia

CAPITULO III

ESTRATEGIA METODOLOGICA / METODOLOGIA DE LA INVESTICACION

3.1 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACION

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación en **cuantitativa,** ya que se cuantificaran las fuerzas axiales, fuerzas cortantes, momentos (flectores y torsores), deflexiones y desplazamientos que son las demandas sísmicas que debe soportar la edificación.

3.1.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación es **descriptivo,** porque se identificara en el Reglamento Nacional de Edificaciones en su norma sismo resistente E.030 la influencia de la aplicación de dicha norma en la ampliación de la infraestructura de la I.E. Julio Cesar Tello.

3.1.3 Diseño de investigación

El diseño de investigación es **experimental**, porque se manipulara las variables, ya que se realizara un modelamiento tridimensional de edificios escolares en una computadora con el uso de un programa de análisis y diseño estructural.

3.2 POBLACON Y MUESTRA MATERIA DE INVESTIGACION

3.2.1 Población de estudio

La población de estudio viene a ser los elementos estructurales tales como zapatas corridas, zapatas aisladas, muros portantes, columnas, vigas y losas aligeradas, que son parte del análisis y diseño estructural de la infraestructura de la institución educativa.

3.2.2 Muestra de estudio

La muestra de estudio viene a ser los elementos estructurales que resisten las fuerzas, momentos producto de las cargas vivas y muertas de la edificación y de las cargas sísmicas.

CAPITULO IV

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

4.1 TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

La técnica de recolección de datos a emplear viene a ser el análisis estático y análisis dinámico que exige la norma sismo resistente, esto se hará con un programa de análisis y diseño estructural (Etabs v.2016) y posteriormente con hojas de cálculo (Excel 2013).

4.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

El instrumento de recolección de datos viene a ser la norma sismo resistente E.030 (2016), que es la fuente de información para el análisis de la influencia de esta norma en la ampliación de la infraestructura educativa.

4.3 TECNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Los procesamientos de datos, análisis e interpretación de resultados se realizarán con los software Etabs 2016 y Excel 2013.

CAPITULO V

PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 PRESENTACION E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5.1.1 TOPOGRAFIA DEL AREA DE ESTUDIO

5.1.1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El objetivo del estudio topográfico es determinar puntos importantes los cuales nos permitan determinar las dimensiones del terreno y las diferencias de alturas que se pueden presentar. El proyecto a realizar (I.E. Julio C Tello) se observa que no presenta depresiones, por lo que es un terreno plano, por lo que se realizó un levantamiento planimétrico por radiación.

5.1.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio del proyecto se encuentra ubicado en I.E 22305 "Julio Cesar Tello".

Departamento : ICA

Provincia : ICA

Distrito : ICA

Gobierno Regional : ICA

5.1.1.3 GENERALIDADES

Estudia el conjunto de procedimientos para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre, por medio de medidas tridimensionales del espacio. Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para las direcciones se emplean unidades de arco (grados sexagesimales).

La topografía es un conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto representación gráfica de una parte de la Superficie Terrestre, con sus formas y detalles tanto naturales como artificiales.

5.1.1.4 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

EQUIPO UTILIZADO

Para el levantamiento planímetro se utilizó:

- Estacion Total
- GPS
- Estacas
- Wincha de 50 m
- Comba
- Pintura en sprite

DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO

Se realizó la visita de reconocimiento de la zona, teniendo en cuenta el plano catastral de la zona de estudio.

Se procedió efectuó el replanteo, verificando la existencia de las dimensiones existentes. A si mismo también se apoyó de Google Earth donde se obtuvo las coordenadas de los vértices que conforman la institución educativa; se empleó una wincha de 50 metros para medir las estructuras existentes y así también los módulos de madera de primaria, el perímetro obtenido de la institución educativa es similar al que se encuentra en el google earth, difiriendo del que se encuentra en el plano catastral.

Ilustración 01. Levantamiento topográfico
Fuente. Propia

Ilustración 02. Levantamiento topográfico
Fuente. Propia

Ilustración 03. Levantamiento topográfico
Fuente. Propia

Ilustración 04. Área del Proyecto
Fuente. Propia

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LEVANTAMIENTO

TOPOGRÁFICO

Se realizó un levantamiento planimétrico debido a que el terreno donde se localiza el proyecto se encuentra plano y no se vio necesario realizar un levantamiento altimétrico para determinar los desniveles del terreno.

5.1.1.5 TRABAJOS DE GABINETE

Se procedió a realizar el dibujo en el programa civilcad del perímetro del terreno de la institución educativa, las aulas y talleres del proyecto se has ubicado en zonas que permiten un mejor aprovechamiento de los espacios. De igual forma se realizó las mediciones de los ambientes existentes.

5.1.1.6 PROCESAMIENTO DE DATOS RESULTADOS

Realizado el levantamiento planímetro se determinó lo siguiente:

- La I.E. Julio C Tello tiene un área total de 13,105.60m2 según el levantamiento topográfico realizado.
- El perímetro de la I.E. Julio C Tello no coincide con el que se encuentra en los planos catastrales.
- El terreno de la I.E. Julio C Tello es plano, por lo que el proyecto planteado se hará al mismo nivel de la infraestructura existente.

- Se realizó la medición de la infraestructura existente correspondiente a los ambientes de secundaria.

La I.E. Julio C Tello cuenta con un espacio libre aproximado de 4,300.00 metros cuadrados, es ahí donde se desarrolló el proyecto presente.

5.1.2 GEOTECNIA

5.1.2.1 GENERALIDADES

Se calculó la capacidad portante del terreno con fines de cimentación. Determinando las características representativas de los suelos sobre los cuales se va a realizar la cimentación.

Se tomaron muestras de campo para luego trasladarlas al laboratorio, las muestras obtenidas ha servido de base para la elaboración de la presente tesis que toma en cuenta el estado actual, la formación geológica de los depósitos de suelos y sus características estratigráficas conformadas en general por suelos arcillosos, lo que se pudo observar en las tres calicatas a cielo abierto y sin entibación, debido a la cohesión de los suelos, ubicadas convenientemente para obtener resultados reales claros de las muestras.

En total se realizaron 3 calicatas, esto basándose a lo que indica la norma E.050 de suelos, la profundidad de las calicatas fueron de 3.00 mts. Dentro de la profundidad investigada no se ha detectado la presencia de Napa Freática.

La construcción de una estructura en un terreno determinado implica la realización de estudios del terreno, para conocer sus características, clasificación y las propiedades que este tiene.

Posteriormente se diseñó la cimentación apropiada, en relación al suelo para que la estructura se pueda sostener sin inconvenientes.

Ante la ocurrencia de sismos que es común que ocurran en el departamento de Ica, pueden ocurrir daños que afecten a la estructura, a pesar de tener encuenta los parámetros indicados por las normas peruanas. Los tipos de daños debido a los sismos pueden clasificarse en:

a) Daños causados por las fuerzas sísmicas:

Se produce cuando la fuerza debido al sismo es mayor que la resistencia de la estructura, ocurriendo el colapso de la misma en estructuras de concreto; la falla se produce generalmente por fuerza cortante en las columnas.

b) Daños causadas por deformaciones del suelo:

Se produce cuando se origina asentamientos del terreno sobre el cual se ha cimentado una estructura.

c) Daños causadas por otros fenómenos naturales:

La licuación es un fenómeno típico de suelos saturados del tipo arenas finas y limos mal graduados, que ocurre cuando estos se someten a acciones dinámicas y que consiste en una pérdida de fuerza y rigidez debido a que la presión del agua aumenta de forma rápida hasta el punto de que las partidas quedan sueltas, se mueven libremente y pierden la capacidad de transmisión de esfuerzos. Su nombre deriva del hecho de que en ese momento el suelo se comporta como si se tratara de un líquido.

El presente es un Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación para la: **"AMPLIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA I.E. 22305 JULIO CESAR TELLO, APLICANDO LA NORMA SISMO RESISTENTE E.030".**

5.1.2.1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

Efectuar el Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación del proyecto **"AMPLIACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA I.E. 22305 JULIO CESAR TELLO, APLICANDO LA NORMA SISMO RESISTENTE E.030"** ubicado en la Urbanización San Joaquín I Etapa, Distrito de Ica de la provincia de Ica, del Departamento de Ica. La finalidad principal es determinar las características geotécnicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ellas, obtener la profundidad de cimentación y las condiciones portantes del subsuelo sobre el cual se fundara la estructura.

5.1.2.1.2 NORMATIVIDAD

El presente Estudio de Suelo con Fines de Cimentación esta en concordancia con la Norma Técnica E- 050 de suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y las normas ASTM, que en ella se mencionan.

5.1.2.1.3 ANTECEDENTES

La I.E. 22305 Julio Cesar Tello cuenta con estructuras existentes, las cuales fueron construidas en el año 2010, pero a pesar de eso, la información referente al estudio de suelos no es exacta, debido a que no se encuentra documentada en dicha institución.

En base a no tener la información documentada se hizo al análisis de la capacidad portante del terreno en el laboratorio de mecánica de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNICA.

Dichos estudios dieron como resultado una capacidad portante del terreno de 1.09 kg/cm^2 para zapatas aisladas y de 0.99 kg/cm2 para cimientos corridos a una profundidad de 1.50m.

5.1.2.1.4 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:

La I.E. 22305 Julio Cesar Tello se ubica ubicado en la prolongación Arenales, en la Urbanización de San Joaquín I Etapa, en la cuidad de Ica, distrito de Ica, Provincia y Departamento de Ica.

5.1.2.1.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA

La cuidad de Ica, se encuentra a una altitud promedio de 406.00 m.s.n.m. Esta zona presenta por lo general un clima cálido seco con temperaturas promedio de 25°, tiene la particularidad de tener lloviznas. Los vientos de moderados a fuerte con dirección de oeste a este.

5.1.2.2 GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y SISMICIDAD EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

5.1.2.2.1 GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es la rama de la geografía que estudia el relieve de la Tierra. Habitualmente la geomorfología se centra en el estudio de las formas del relieve. La geomorfología de la zona del proyecto es de relieve plano, no se presenta pendientes ni depresiones representativas en el terreno de estudio.

5.1.2.2.2 GEOLOGÍA

La zona en estudio, se encuentra en la Región de la Costa Sur del Perú, en la cuidad de Ica, en la provincia y departamento de Ica. De acuerdo al Mapa Geología del Cuadrángulo de Ica (Ver figura N°1), se identificó en el área de estudio un grupo litológico principal constituido por un Deposito de sedimentos de tipo aluvial cuya edad geológica pertenece al cuaternario en el área de estudio no se determinó la presencia del nivel freático hasta la profundidad explorada en las calicatas. Así mismo no se determinó la presencia de estructuras geológicas importantes, como fallas, discordancias, grietas pronunciadas, etc.

La geodinámica, externa en el área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno como posibles aluviones huaycos, deslizamientos de masas de tierra, inundaciones, etc.

La litología del suelo fue caracterizado por un suelo del tipo trasportado, identificándose en superficie material arcilloso, continuando con gravas arenosas y arcillosas.

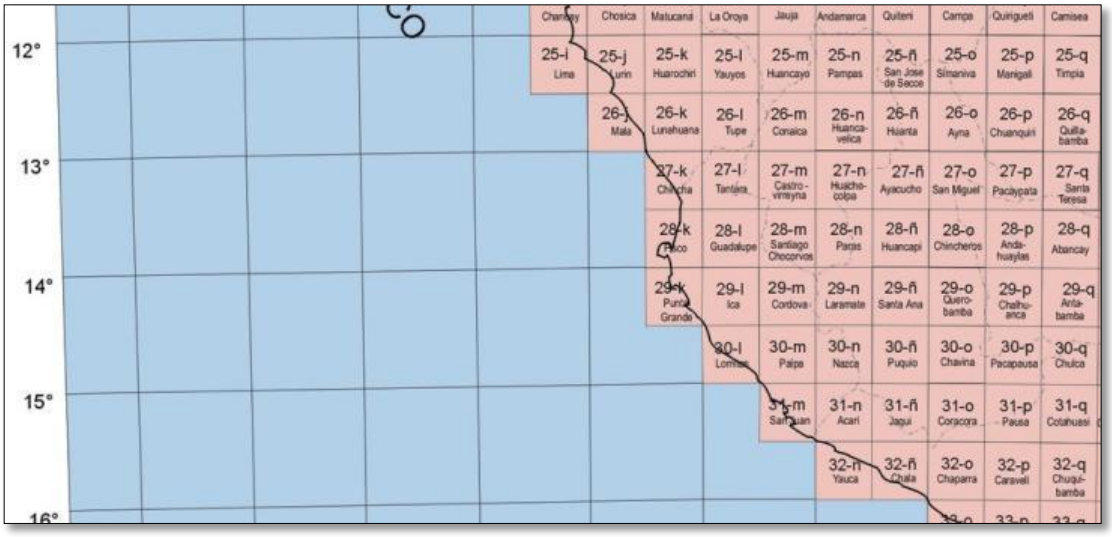


Ilustración 05. Carta Geológica Nacional

Fuente. INGEMMET

5.1.2.2.3 SISMICIDAD

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030 – 2016), se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Alta sismicidad (zona 4), existiendo la posibilidad de que

ocurran sismos de intensidades tan considerables como VIII a IX en la escala Mercalli Modificada (ver figura N°2 “Zonificación Sísmica del Perú”)

De acuerdo con la nueva Norma Técnica NTE E030 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo Resistentes los siguientes parámetros:

Factor de Zona : Z= 0.45

Factor de amplificación del suelo : S= 1.05

Periodos : Tp = 0.60 seg

: TL = 2.00 seg

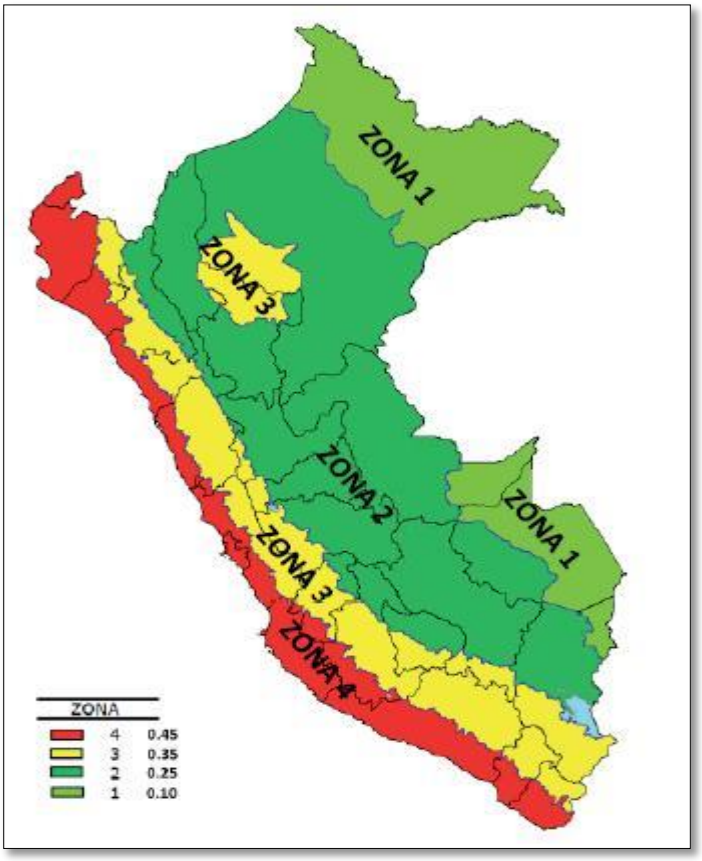


Ilustración 06. Mapa de Zonificación Sísmica del Perú
Fuente. RNE (2016). Norma E.030. Diseño Sismo Resistente

5.1.2.3 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico de la zona de estudio, se efectuaron 03 calicatas de exploración (siguiendo las indicaciones de la E.050) con una profundidad máxima de 3.00 metros. La finalidad fue investigar el subsuelo de cimentación que recibirá las cargas de la superestructura a construirse.

5.1.2.3.1 CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN

Se excavaron tres calicatas o pozos de exploración a cielo abierto, designándole como C-1, C-2, C-3 las cuales fueron ubicadas cada 25 metros una de otra en la zona a edificarse.

Ilustración 07. Excavación de Calicata 01
Fuente. Propia

Ilustración 08. Excavación de Calicata 02
Fuente. Propia

Ilustración 09. Excavación de Calicata 03
Fuente. Propia

Ilustración 10. Medición de profundidad de excavación
Fuente. Propia

Ilustración 11. Calicata 01
Fuente. Propia

Ilustración 12. Calicata 02
Fuente. Propia

Ilustración 13. Calicata 03
Fuente. Propia

En la tabla N°02 se presenta un resumen de los trabajos de campo realizados en el presente estudio.

Tabla 02. Calicatas

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	N° DE MUESTRAS ALTERADAS	N° DE MUESTRAS INALTERADAS	DENSIDAD DE CAMPO
C-1	3.00	3.00		
C-2	3.00	3.00		
C-3	3.00	3.00	1.00	1.00

Fuente Propia

5.1.2.3.2 MUESTREO Y REGISTRO DE EXPLORACIÓN

De cada uno de las muestras representativos de suelos se extrajeron muestras alteradas que debidamente identificadas se remitieron al laboratorio para los ensayos correspondientes para la identificación y clasificación de suelos.

La calicata se realizó con excavación manual, se obtuvieron muestra alteradas por cada calicata como se indica en la tabla N°1 para los respectivos análisis de laboratorio.

5.1.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

5.1.2.4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural optado para el proyecto será de sistema a porticado en la dirección “X” y albañilería confinada en la dirección “Y”

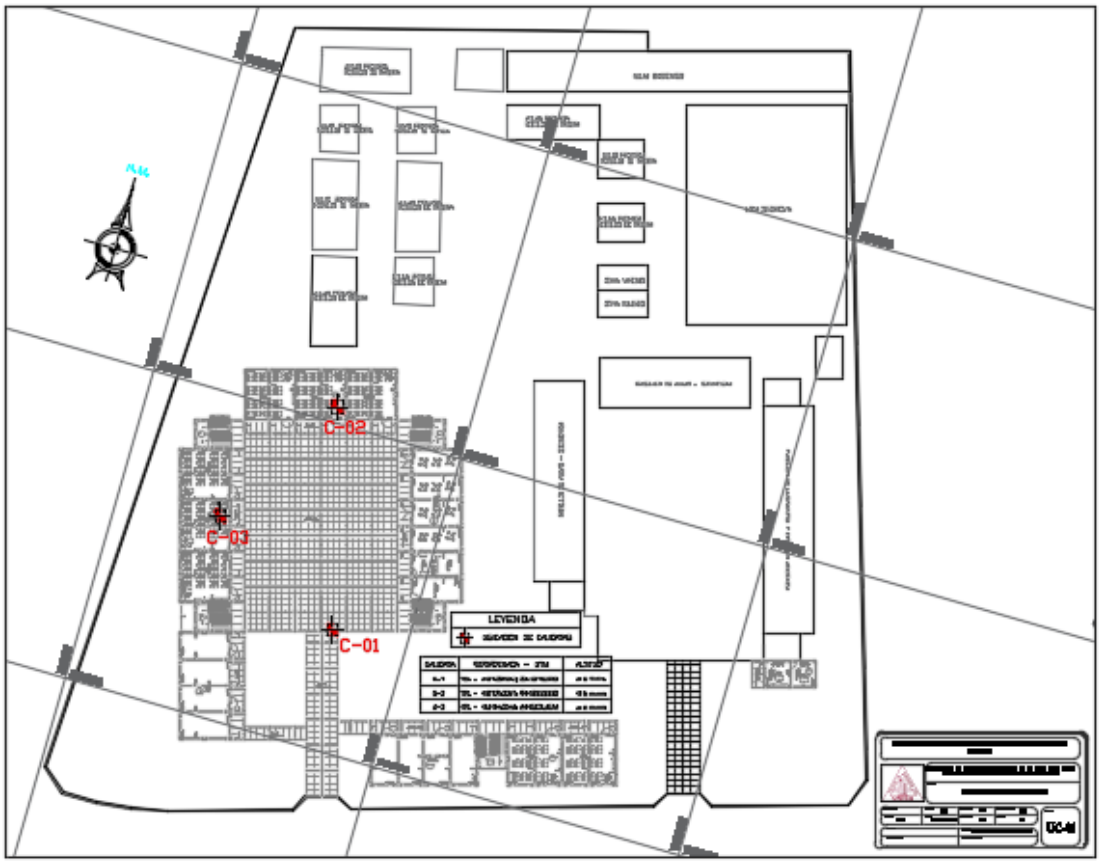
5.1.2.4.2 DISTRIBUCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La distribución estructural se ha realizado de tal forma de que se tenga una buena configuración de la edificación manteniendo formas regulares en la cual no se puedan presentar problemas al momento de realizarse un evento sísmico, de la misma manera se la estructura tiene una rigidez adecuada en ambas direcciones, que cumplen los parámetros de distorsiones indicadas en la NTP E.030.

5.1.2.5 ENSAYOS DE LABORATORIO

De las calicatas realizadas se extrajeron muestras alteradas que debidamente identificadas, se remitieron al laboratorio para los ensayos correspondientes para la identificación y clasificación de suelos. Así mismo se extrajeron muestras inalteradas de la calicata C-3 para que se realicen ensayos especiales para evaluar sus propiedades mecánicas.

Ubicación de calicatas



Para realizar un estudio de suelos está basado en técnicas de investigación de campo y ensayos en laboratorio. Entra las técnicas de investigación de campo se realizó la Densidad in-situ mediante el método de cono de arena Norma aplicable (NTP 339.143 ASTM D 1556).

Con las muestras obtenidas de las calicatas se hizo los ensayos siguiendo las Normas (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América, los cuales son:

Análisis de contenido de humedad:

Norma aplicable – NTP 339.127 (ASTM D2216)

Análisis granulométrico por tamizado:

Norma aplicable – NTP 339.128 (ASTM D422)

Análisis de limite líquido y limite plástico (Llimites de Atterberg)

Norma aplicable – NTP 339.129 (ASTM D4318)

Clasificación unificada de suelos (SUCS)

Norma aplicable – NTP 339.134 (ASTM D2487)

Ensayo de corte directo:

Norma aplicable – NTP 339.171 (ASTM D3080)

5.1.2.5.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

El análisis granulométrico permite determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen los suelos y fijar en porcentaje de su peso total, la cantidad de partículas de distinto tamaño que contiene.

Para lograr esto se obtiene la cantidad de material que pasa a través de un tamiz cuya malla tiene diámetros ligeramente menores a la anterior y se relaciona esta cantidad que pasa, con el total de muestra y así sucesivamente.

Para la presente tesis se realizaron 9 tamizados:

C-1	3 estratos	3 tamizados
C-2	3 estratos	3 tamizados
C-3	3 estratos	3 tamizados

Ilustración 14. Ensayo de Contenido de Humedad
Fuente. Propia

Ilustración 15. Tamizado de muestra
Fuente. Propia

Ilustración 16. Tamizado de muestra
Fuente. Propia

Ilustración 17. Tamizado de muestra
Fuente. Propia

5.1.2.5.2 LÍMITES DE CONSISTENCIA

Los límites de consistencia se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existen 4 estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados semisólidos, plástico y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

La plasticidad se puede definir como la propiedad que tiene un material para soportar deformaciones rápidas, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse.

Las arcillas y los suelos de grano fino afines, se les puede dar consistencia semilíquida mezclándolos con agua.

Cuando este contenido de humedad se reduce por evaporación y volvemos a mezclar la muestra, obtendremos un material plástico.

Si el contenido de humedad se reduce más, el material se hace semisólido y se rompe cuando se da forma.

Cuando el suelo tiene consistencia plástica se llama estado plástico.

Dentro de la consistencia plástica, tenemos 2 límites importantes:

A) LÍMITE LÍQUIDO:

Es el contenido de humedad expresado en por ciento (%) con respecto al peso seco de la materia, con el cual el suelo cambia del estado líquido a plástico.

Ilustración 18. Colocación de Muestra en Vasija
Fuente. Propia

Ilustración 19. Mezclando la muestra con agua
Fuente. Propia

Ilustración 20 Mezclando la muestra con agua
Fuente. Propia

Ilustración 21 Colocación de muestra en equipo
Fuente. Propia

B) LÍMITE PLÁSTICO:

Es el contenido de humedad para el cual el suelo comienza a fracturase cuando es amasado en pequeños cilindritos, haciendo rodar la masa de suelo entre la mano y la superficie lisa.

Ilustración 22 Colocación de muestra en plataforma
Fuente. Propia

Ilustración 23 Ensayo Limite Plástico
Fuente. Propia

C) ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Se denomina índice plasticidad o índice plástico (I.P) a la diferencia numérica entre los limites líquidos y plástico.

I.P = L.L. – L.P.

5.1.2.5.3 CONTENIDO DE HUMEDAD

El análisis del contenido de humedad se realiza determinando el peso de un poco de muestra extraída de las calicatas por estratos (muestras húmedas), para luego colocar dichas muestras al horno (muestra tamiz).

Se determinara el contenido de humedad en porcentaje (%) primero restando el valor de la muestra húmeda menos el valor de la muestra seca, por ultimo dicho resultado dividiendo entre la muestra seca y multiplicando por 100.

Ilustración 24 Colocación de muestra para contenido de humedad
Fuente. Propia

5.1.2.5.4 CORTE DIRECTO

En el ensayo de corte directo es muy importante para la obtención de los parámetros tales como: cohesión (C) y ángulo de fricción (∅).

Estos valores se usan para obtener finalmente la capacidad portante del suelo en estudio.

Estos ensayos se efectuaron con muestra más representativas posibles. Se mostraran los resultados, mediante formatos y gráficos, en el anexo los cuales interpretaran o explican con resultados cuantitativos los ensayos realizados en el laboratorio.

Ilustración 25 Corte Directo
Fuente. Propia

Ilustración 26 Corte Directo – Colocación de muestra
Fuente. Propia

5.1.2.5.5 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Después de obtener los resultados cualitativos o propiedades, de los ensayos de análisis granulométrico y plasticidad realizados, se procedió a clasificar el suelo, cuyos resultados mostrados se presentan en las fichas de los ensayos de laboratorio

El método de clasificación utilizado en la presente tesis es la del sistema unificado. Se optó por utilizar este sistema porque es el método más usado y el que recomienda el reglamente nacional de construcciones NTE E050.

Los métodos más empleados para clasificar los suelos son los siguientes:

- La planteada por. “American Association of State Highway Officials” (AASHTO).
- Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS).

5.1.2.6 PERFILES ESTRATIGRAFICOS

En base a los resultados obtenidos de los trabajos de campo y el laboratorio, se han establecido dos perfiles estratigráficos: Según el eje A, que une las calicatas C-1, C-3 en una longitud de 25.00m, según el eje B que une las calicatas C-2, C-3 con una longitud de 25.00m.

A) CALICATA C-1

Presenta de 0.00 – 2.10 encontramos una arena pobremente graduada (SP). De 2.10 – 3.00 encontramos una arena con arcilla inorgánica (S – CL).

CALICATA N° 01						
PROFUNDIDAD: 3.00m						
COTA	**TIPO EXCAV.**	**ESTRATO**	**CLASIFICACION**			**DESCRIPCION**
			SUCS	**SIMBOLO**	**COLOR**	
0.50 1.00 1.50 2.00 2.10	EXPLORACION A CIELO ABIERTO	**E-1**	**SP**		**BEIGE CLARO**	Arena pobremente graduada, medianamente densa
2.50 3.00		**E-2**	**S-CL**		**MARRON CLARO**	Arena con arcilla inorgánica

Fuente Propia

B) CALICATA C-2

Presenta de 0.00 – 3.00 encontramos una arena pobremente graduada (SP).

CALICATA N° 02						
PROFUNDIDAD: 3.00m						
COTA	**TIPO EXCAV.**	**ESTRATO**	**CLASIFICACION**			**DESCRIPCION**
			SUCS	**SIMBOLO**	**COLOR**	
0.50 1.00 1.50 2.00 2.10 2.50 3.00	EXPLORACION A CIELO ABIERTO	**E-1**	**SP**		**BEIGE CLARO**	Arena pobremente graduada, medianamente densa

Fuente Propia

C) CALICATA C-3

Presenta de 0.00 – 1.90 encontramos una arena pobremente graduada (SP). De 1.90 – 3.00 encontramos una arena con arcilla inorgánica (S – CL).

CALICATA N° 03						
PROFUNDIDAD: 3.00m						
COTA	**TIPO EXCAV.**	**ESTRATO**	**CLASIFICACION**			**DESCRIPCION**
			SUCS	**SIMBOLO**	**COLOR**	
0.50 1.00 1.50 1.90 2.00	EXPLORACION A CIELO ABIERTO	**E-1**	**SP**		**BEIGE CLARO**	Arena pobremente graduada, medianamente densa
2.50 3.00		**E-2**	**S-CL**		**MARRON CLARO**	Arena con arcilla inorgánica

Fuente Propia

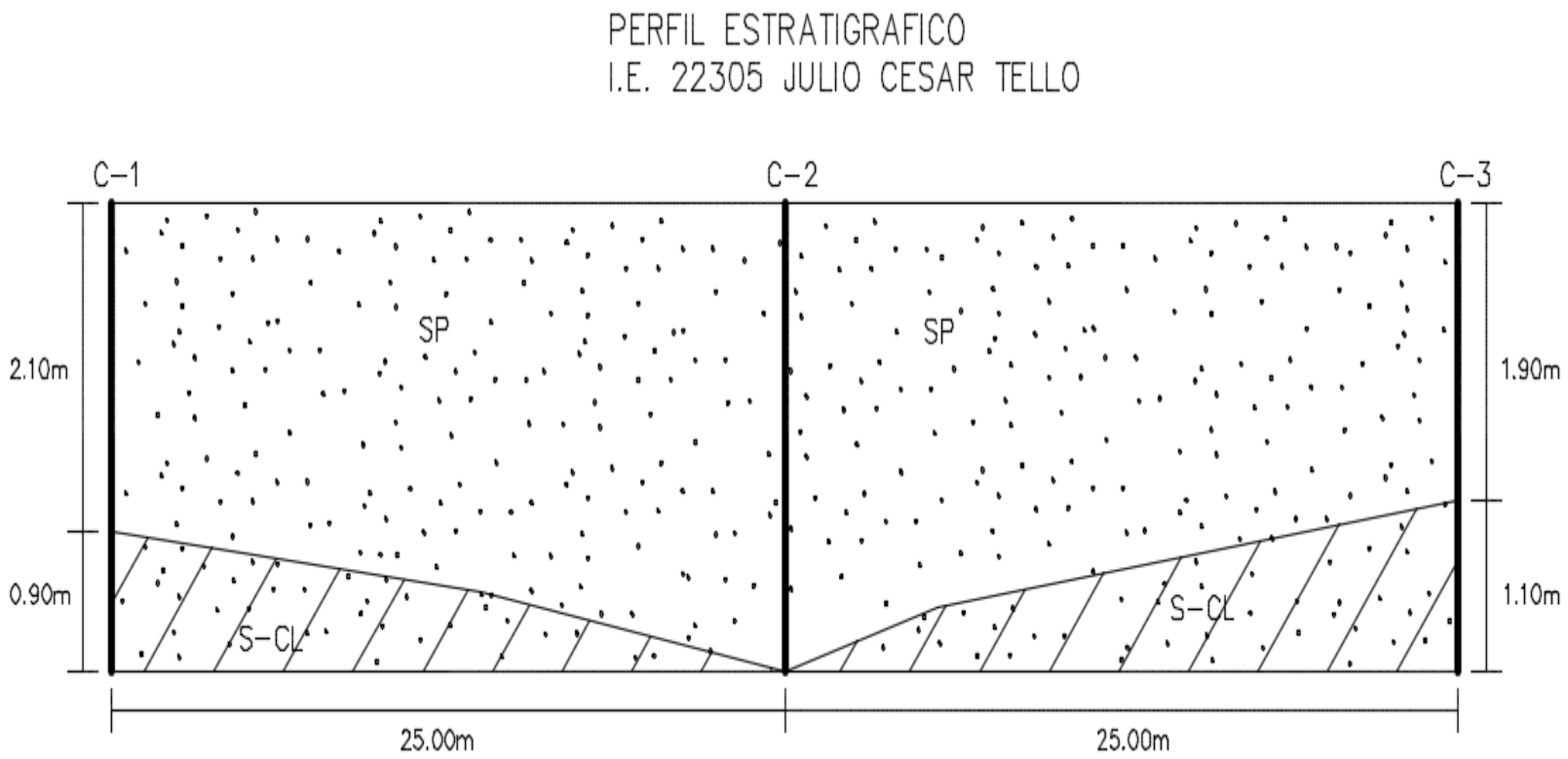


Ilustración 27 Perfil Estratigráfico
Fuente. Propia

5.1.2.7 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

De acuerdo con la información obtenida del estudio de suelos el proyecto a ejecutarse podrá emplear cualquiera de los sistemas estructurales, los cuales trasmiten sus cargas al terreno de cimentación mediante, zapatas aisladas y zapatas corridas.

5.1.2.7.1 TIPO Y PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas trasmitidas se recomienda utilizar una cimentación superficial, del tipo zapata aisladas, zapata corrida, desplantado a la profundidad de 1.50m contados a partir del nivel de la superficie actual apoyados en el material de una arena pobremente graduada (SP).

5.1.2.7.2 CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación.

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967). De acuerdo a las dimensiones de Zapatas aisladas se ha considerado un ancho de 1.80m.

Del ensayo de corte directo remoldeado en el Laboratorio Geotécnico, efectuado en una muestra alterada, extraída de la calicata C-3, se obtuvo los siguientes parámetros:

Cohesión : C= 0.00 kg/cm^2

Ángulo de fricción : ∅= 32.8°

Según Terzaghi y Peck:

En zapatas corridas:

$$qd = C'.Nc + \gamma.Df.Nq + 0.5\gamma.B.Ny$$

En zapatas cuadradas:

$$qd = 1.3C'.Nc + \gamma.Df.Nq + 0.4\gamma.B.Ny$$

En función de ∅:

$$N'q = e^{\pi.tg\phi'}.tg^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

$$N'y = (N'q - 1).tg(1.4\phi')$$

$$N'c = (N'q - 1).ctg\phi'$$

$$C' = \frac{2}{3}C \qquad \phi' = arctg\left(\frac{2}{3}.tg\phi\right)$$

Donde:

Y = peso específico total.

B= ancho de la zapata aislada o zapata corrida en mts.

N_c, N_q, N_y = parámetros que son función de ∅

C = Cohesión (kg/Cm^2)

Capacidad portante admisible:

$q_{ad} = \frac{q_d}{F.S}$ … (3)

Donde:

q_d = capacidad ultima de carga en kg/cm^2

q_{ad} = capacidad portante admisible en kg/cm^2

F.S.= 3 (factor de seguridad) según NTE E050

a) ZAPATA CORRIDA (B=0.60 mts)

F= 3 según NTE E050

∅ = 32.8°

C= 0.00 Kg/cm^2

Df = 150.00cm

B= 60.00 cm

δ = 1.55 gr/ cm^3

C’ = 0.00

ϕ’ = 23.25°

N’q= 8.89

N’y= 5.04

N’c= 18.36

Donde se tiene:

q_d= 2.30 Kg/cm^2

q_{ad}= 0.77 Kg/ cm^2

b) ZAPATA CUADRADA (B = 1.80 mts)

F= 3 según NTE E050

Ø = 32.8°

C= 0.00 Kg/cm2

Df = 150.00cm

B= 180.00 cm

δ = 1.55 gr/ cm3

C’ = 0.00

ϕ’ = 23.25°

N’q= 8.89

N’y= 5.04

N’c= 18.36

Donde se tiene:

q_d= 2.63 Kg/cm^2

q_{ad}= 0.88 Kg/ cm^2

Por lo tanto la q_{ad} = 0.77 Kg/cm^2 en zapatas corridas y qad = 0.88 kg/cm2 en zapatas cuadradas

5.1.2.7.3 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados Asentamientos Totales y los Asentamientos Diferenciales, de los cuales los Asentamientos Diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa (S = L/300) cm.

Valores máximos de Asentamientos calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas L.

Tabla 03. Asentamientos diferenciales máximos

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	Δ Max
a.- Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/1000
b.- Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería.	L/500
c.- Edificaciones con pórticos en concreto sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/300
d.- Edificaciones en estructura metálica sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/160

De donde (L=740cm), por lo tanto el asentamiento máximo tolerable será (S=2.47). Para estructuras convencionales.

El asentamiento de la cimentación se calculara en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando los 2 tipos de cimentación superficiales recomendados. Se asume que el esfuerzo neto trasmitido es uniforme en ambos casos.

El asentamiento elástico inicial será:

$$S= \Delta q_s.B.(1-\mu^2)\ l_f/Es$$

Donde:

S= Asentamiento (cm)

$\Delta q_{s=}$ Esfuerzo neto transmisible (kg/cm^2)

B= Ancho de cimentación (cm)

Es= Módulo de Elasticidad (kg/cm^2)

u= Relación de Poisson

lf= Factor de influencia que depende de la forma y la rigidez de la cimentación

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación.

Para este tipo de suelo de arena mal graduada donde ira desplantada la cimentación es conveniente considerar un módulo de elasticidad de Es= 175kg/cm^2 y un coeficiente de Poisson de u=0.25

Tabla 04. Módulo de elasticidad según tipo de suelo

TIPO DE SUELO	Es (ton/m^2)
ARCILLA MUY BLANDA	30-300
BLANDA	200-400
MEDIA	450-900
DURA	700-2000
ARCILLA ARENOSA	3000-4250
SUELOS GRACIALES	1000-16000
LOESS	1500-6000
ARENA LIMOSA	500-2000
ARENA :SUELTA	1000-2500
DENSA	5000-10000
GRAVA ARENOSA:DENSA	8000-20000
SUELTA	5000-14000
ARCILLA ESQUISTOSA	14000-140000
LIMOS	200-2000

Tabla 05 valores de μ y lf

TIPO DE SUELO	μ(-)
ARCILLA: SATURADA	0.4-0.5
NO SATURADA	0.1-0.3
ARENOSA	0.2-0.3
LIMO	0.3-0.35
ARENA: DENSA	0.2-0.4
DE GRANO GRUESO	0.15
DE GRANO FINO	0.25
ROCA	0.1-0.4
LOESS	0.1-0.3
HIELO	0.36
CONCRETO	0.15

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE If (cm/m)			
	CIM FLEXIBLE			RIGIDA
UBICACIÓN	CENTRO	ESQ.	MEDIO	…
RECTANGULAR L/B=2	153	77	130	120
L/B=5	210	105	183	170
L/B=10	254	127	225	210
CUADRADA	112	56	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

a) ZAPATA CORRIDA (Df= 1.50m)

Δqs (Kg/cm^2) = 0.77

B(cm) = 60.00

Es (Kg/cm^2) = 175.00

lf(Flexible) = 2.25

lf(Rigido) = 2.10

u = 0.25

Se tiene:

Cimentación Flexible S= 0.56 cm

Cimentación Rígida S= 0.52 cm

b) ZAPATA CUADRADA (Df = 1,50m)

Δqs (Kg/cm^2) = 0.88

B(cm) = 180.00

Es(Kg/cm^2) = 175.00

lf(Flexible) = 0.95

lf(Rígido) = 0.82

u = 0.25

Se tiene:

Cimentación Flexible S = 0.81 cm

Cimentación Rígida S = 0.70 cm

Por tanto el asentamiento máximo en esta zona será de 0.81cm que es inferior a lo permisible (2.47cm). Entonces no se presentaran problemas por asentamiento.

5.1.2.8 DENSIDAD RELATIVA

Se realizó el ensayo de densidad relativa a partir de muestras representativas de la calicata C-3, en el que se obtuvo el valor de:

DR= 51.01%

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro:

ESTADO DEL SUELO	DENSIDAD RELATIVA (DR)
MUY SUELTA	0 A 15%
SUELTA	15% A 50%
MEDIANAMENTE DENSO	50% A 70%
DENSO	70% A 85%
MUY DENSO	85% A 100%

Se tiene que el suelo (SP) donde se cimentara está en el rango de medianamente denso.

5.1.2.9 ANÁLISIS QUÍMICO DE SALES AGRESIVAS AL CONCRETO

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto en función de la presencia de elementos químicos que actúan

sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos, cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto solo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

Se realizó el análisis químico de sales agresivas al concreto en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica; los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos por su acción química sobre el concreto del cimiento respectivamente.

De los resultados de los análisis químicos obtenidos a partir de muestras representativas de la calicata C-3 de 0.00 a 3.00mt, se tiene:

En el caso de sulfatos:

CALICATA	CONCENTRACIÓN SO4
C-3	60.00ppm

Estas concentraciones están entre 0.00 a 1,000.00 ppm presenta una concentración leve, indica que va a ocasionar en presencia de agua, el ataque será leve de Sulfatos al concreto de la cimentación.

En el caso de los Cloruros Cl:

CALICATA	CONCENTRACIÓN Cl
C-3	86 ppm

La concentración de cloruros en la calicata es menor que 6,000ppm, indica que va a ocasionar en presencia de agua, el ataque será leve de cloruros al cero.

En el caso de sales solubles:

CALICATA	CONCENTRACIÓN SALES SOLUBLES
C-3	208.07 ppm

La concentración de sales solubles en la calicata es menor que 15,000 ppm, por lo que no ocurrirá problemas de perdida de resistencia.

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde ira desplantada la cimentación contiene concentraciones leves de sulfatos, que podrían atacar al concreto de la cimentación. Por lo tanto el cemento a usar para la cimentación será del **Tipo I.**

Tabla 06. Elementos químicos nocivos para la cimentación

Presencia en el suelo de:	**ppm**	**Grado de Alteración**	**Observaciones**
SULFATOS	0-1,000 1,000 – 2,000 2,000 – 20,000 > 20,000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de perdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación

5.1.2.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La cuidad de Ica, se encuentra a una altitud promedio de 406.00 m.s.n.m. Esta zona presenta por lo general un clima cálido seco con temperaturas de invierno en los 18° y en el verano una temperatura promedio de 27°, tiene la particularidad de tener lloviznas. Los vientos de moderados a fuerte con dirección de oeste a este.
- Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio descritos y registros estratigráficos, se recomienda cimentar en una arena con arcilla inorgánica (S-CL.). en la zona de la calicata C-1, C-2, C-3 una profundidad de cimentación mínima de: Df= 1.50mt. para una capacidad portante admisible de 0.87 kg/cm^2 en zapatas corridas y 1.02 kg/cm^2 en zapatas cuadradas.

- Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas trasmitidas se recomienda utilizar una cimentación superficial, tal como zapata aislada y cimientos corridos.
- Respecto a la sismicidad del área en estudio, esta se encuentra ubicada dentro de la zona de sismicidad N°4 (zona de alta sismicidad), por lo que se deberá tener presente la posibilidad de que ocurran sismos de considerable magnitud, con intensidades tan como VIII a IX en la escala Mercalli Modificada.
- De acuerdo con la Norma Técnica de Edificación E.030 (2016) de Diseño Sismo Resistente y teniendo en cuenta que el suelo en donde se cimentará es medianamente denso, se recomienda adoptar en los análisis Sismo Resistente de las edificaciones, los siguientes parámetros:
    - Factor de zona : Z = 0.45
    - Factor de amplificación del suelo : S = 1.05
    - Periodos : Tp = 0.60”
      : TL = 2.00”
- El asentamiento total es de aproximadamente 0.93cm, que es menor de (2.47cm) recomendado para este tipo de estructuras, por lo tanto no se presentaran problemas por asentamiento.
- En el presente proyecto se observó que no se encontró nivel freático existente al realizar el estudio de suelos, no se encontró presencia de ascensión capilar.
    - Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde ira desplantada la cimentación contiene concentraciones leves de sulfatos, que podrían atacar al concreto de la cimentación. Por lo tanto el cemento a usar para la cimentación será el Tipo I.

- RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

Tabla 07. Resumen de condiciones de cimentación

Tipo de Cimentación	Cimiento corrido y Zapata aislada		
Estrato de apoyo de la Cimentación	Arena pobremente graduada (SP)		
Parámetros de cimentación	Df. (m)	Qadm (Kg/cm^2)	Asentamiento (cm.)
	1.50	0.88	0.81
Tipo de cemento	Tipo 1		
Ancho de cimentación	Zapatas corridas B=0.60m Zapata cuadradas B=1.80m.		

Fuente Propia

5.1.3 PREDIMENSIONAMIENTO, ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

5.1.3.1 GENERALIDADES

5.1.3.1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente tesis de estructuras comprende los elementos de concreto, concreto armado y albañilería que conforman la edificación de pabellones (aulas, talleres, comedor, etc.) de dos pisos desinados al uso de la I.E 22305 Julio Cesar Tello, ubicado en el Distrito, Provincia y Departamento de Ica.

La estructura está constituida en base a un sistema de muros de albañilería en la dirección Y y pórticos (columnas y vigas) de concreto armado en la dirección X.

a) ESTRUCTURACIÓN Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Se han respetado los ejes del proyecto de arquitectura habiéndose definido pórticos de concreto armado en la dirección "X" y albañilería confinada en la dirección "Y", con vigas de peralte considerable, para tener una estructura Sismo Resistente con adecuada rigidez lateral, teniendo en cuenta las exigencias especiales de educación y la distorsiones máximas permitidas en la norma de edificaciones E.030

b) ANÁLISIS SÍSMICO

En los planos del proyecto se indican los coeficientes sísmicos usados, de acuerdo a los parámetros de la Norma Peruana de Diseño Sismo Resistente (NTE. 030 - 2016).

Dado que el Estudio de Suelos indica un suelo conformado por arena y arcilla inorgánica se ha considerado un factor S de 1.05, Tp = 0.60 seg, TL = 2.00 seg y dado que es un Centro Educativo se ha considerado un factor U de 1.5.

Teniendo en cuenta que las columnas de los pórticos de concreto armado tomaran por lo menos el 80% del cortante sísmico, se ha considerado un factor R de 8.0 en la dirección "X" y un factor R de 3.0 en la dirección "Y" por estar formado por albañilería confinada.

De acuerdo a la Norma de Diseño Sismo Resistente (NTE 030), se ha considerado para el cálculo de la fuerza cortante la siguiente expresión:

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

Donde:

Z= 0.45 (Zona 4, Ica)

U= 1.50 (categoría A-2)

S= 1.05 (Tp = 0.6, TL = 2.00 según condiciones locales estimadas)

R= 8 y 3 (Coeficiente de Reducción de Fuerza Sísmica)

C= Factor de Amplificación Sísmica

P= Peso sísmico de la estructura de acuerdo a la NTE. 030

c) ANÁLISIS DE CARGAS VERTICALES

El aligerado usado es de 20 cm de espesor y ha sido calculado considerando su peso propio (300 KG/m^2), la sobrecarga al piso terminado es de 100 Kg/m^2, sobrecarga en escaleras y corredores (400Kg/m^2), la sobrecarga para aulas es de 250 Kg/cm2 y para talleres es de 350 Kg/cm2.

d) CIMENTACIÓN

Dado que el suelo tiene una capacidad portante de 0.99 Kg/cm^2 para cimentaciones corridas y/o zapatas corridas y de 1.09 Kg/ cm^2 para las zapatas, se optara por la modelación de zapatas aisladas conectadas entre sí por vigas de cimentación, con el fin de evitar la ocurrencia de asentamientos diferenciales.

Adicionalmente se tienen cimientos de diferentes dimensiones debido a las cargas que trasmiten al terreno. Los cuales son de concreto ciclópeo y de zapatas corridas, igualmente los muros y tabiques de albañilería se encuentran apoyados a través de sobrecimientos de concreto simple y en otros casos de concreto reforzado, debido a la altura de estos.

La profundidad de cimentación es de 1.50m la cual está indicada en los planos, de acuerdo a lo indicado en el Estudio de Suelos.

e) DISEÑO

Para el diseño se han considerado las Normas vigentes:

Norma Técnica E020 Cargas

Norma Técnica E030 Diseño Sismo Resistente

Norma Técnica E050 Cimentación

Norma Técnica E060 Concreto Armado

Norma Técnica E070 Albañilería

5.1.3.1.2 OBJETIVOS

Aplicar las consideraciones que establece la norma de diseño sismo resistente actual (N.T.E 030 - 2016) con el propósito de evaluar la propuesta arquitectónica mediante una evaluación sísmica y el posterior diseño estructural.

El esquema de estudio se basa en el Análisis estructural, considera una calidad de concreto f'c= 210 Kg/cm^2 para todos los elementos estructurales, considerando las dimensiones de la estructura.

El diseño estructura se orienta a proporcionar adecuada estabilidad, resistencia, rigidez y ductilidad frente a solicitaciones provenientes de cargas muertas, cargas vivas, asentamientos diferenciales y eventos sísmicos.

El diseño sísmico obedece a los Principios de la Norma E.030 DISEÑO SISMO RESISTENTE del Reglamento Nacional de Edificaciones conforme a los cuales:

- La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que pueden ocurrir en el sitio.
- La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que pueden ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

Estos principios guardan estrecha relación con la Filosofía de Diseño Sismo Resistente de la Norma:

- Evitar pérdidas de vida.
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- Minimizar los daños a la propiedad.

5.1.3.1.3 CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

La edificación será destinada al uso de Educación. Tiene una estructuración que está conformada por un sistema estructural aporticado y albañilería confinada.

Cada piso fue considerado como un diafragma rígido, con 3 grados de libertad, dos de los cuales son de traslación horizontal (X-Y) y uno de rotación en el plano horizontal.

Por cada nivel se consideran dos masas traslacionales y una rotacional.

El concreto que se proyecta para esta edificación es de f'c=210 Kg/ cm^2 para todos los elementos estructurales.

La cimentación que se está utilizando es cimiento corrida, zapata corrida y zapatas conectadas.

Considerando el tipo de suelo y la zona en la que se encuentra las edificaciones se tomaran los parámetros sísmicos respectivos.

5.1.3.1.4 ESPECIFICACIONES Y CONSIDERACIONES INICIALES DEL PROYECTO

5.1.3.1.4.1 TIPO DE ESTRUCTURA

El tipo de estructura que se optó por diseñar es un sistema a pórtico y albañilería confinada, en su diseño se tuvo en cuenta que los desplazamientos laterales de ente pisos ($\Delta i/he_i$) sean los permisibles.

En el caso de construcción de concreto armado no debe de ser mayor que 0.007 en la dirección "X", y no debe ser mayor que 0.005 en la dirección "Y".

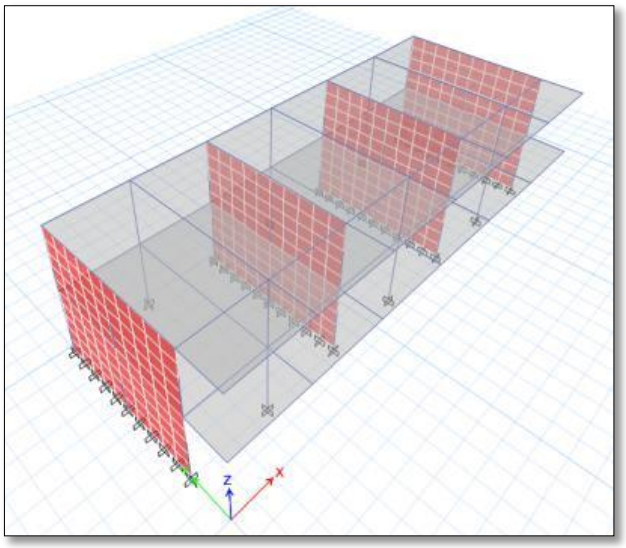


Ilustración 28. Modelamiento Módulos 01 y 02

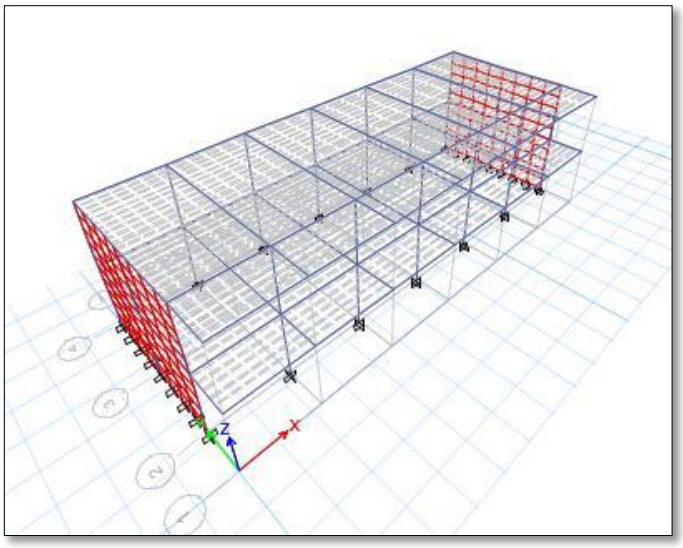


Ilustración 29. Modelamiento Módulo 03

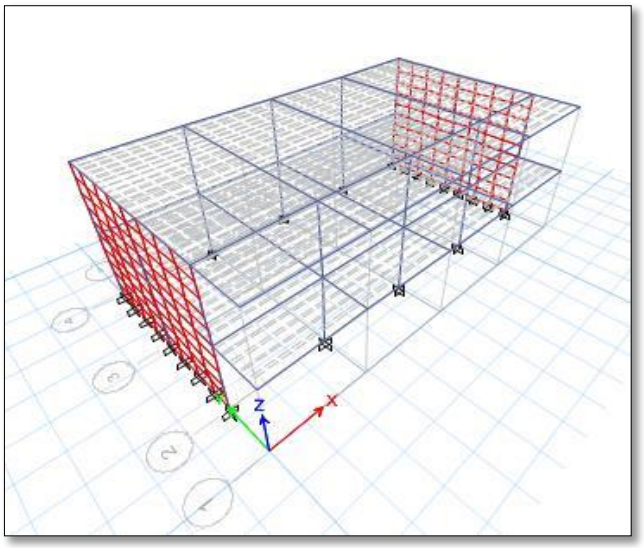


Ilustración 30. Modelamiento Módulos 04 y 05

5.1.3.1.4.2 SOBRECARGAS

Las edificaciones planteadas deberán ser capaces de resistir las cargas que se le impongan como consecuencia de su uso previsto, estas actuaran en las combinaciones prescritas y no deberán deformarse de manera que excedan lo permitido por las normas.

La losa aligerada que conforma el techo de los módulos planteados tienen un espesor de 20cm y consideran un peso propio de 300 kg/m2, el programa Etabs al momento de considerar la losa aligerada no considera el peso de los ladrillos de techo, por lo que se le deberá considerar este peso (90 kg/m2), la sobrecarga de piso terminado será de 100 kg/m2, se le estará incluyendo también los pesos generados por las tabiquerías, considerándose este como un peso por metro lineal ya que este peso afecta directamente a las vigas, el cálculo de este peso consiste en multiplicar la altura del tabique por su espesor (0.15m ó 0.25m) y por el peso específico de la albañilería (1800 kg/m3).

Así también la carga viva considerada según la norma E.020 es de 250 kg/m2 para aulas escolares, 350 kg/m2 para talleres y 400 kg/m2 para escaleras y/o corredores.

5.1.3.1.4.3 PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS

El comportamiento mecánico del concreto y su durabilidad en servicio dependen de tres aspectos básicos:

1. Las características, composición y propiedades de la pasta de cemento, o matriz cementante, endurecida.
2. La calidad propia de los agregados, en el sentido más amplio.
3. La afinidad de la matriz cementante con los agregados y su capacidad para trabajar en conjunto.

Cemento

El cemento a utilizarse será el Portland tipo I que cumpla con las normas de ASTM-C 150 ITNTEC 344-009-74.

Normalmente este cemento se expende en bolsas de 42.5 Kg (94 Lbs/bolsas) el que podrá tener una variación de +-1% del peso indicado.

Agregados

Las especificaciones están dadas por las normas ASTM-C33, tanto para los agregados finos, como para los agregados gruesos; además se tendrá en cuenta las normas ASTM-D 448, para evaluar la dureza de los mismos.

a) Agregados Finos, Arena de Rio o de Cantera:

Debe ser limpia, lavada y de granos duros, resistente a la abrasión, lustrosa, libre de polvo, terrones partículas suaves y escamosas, esquistos, pizarras, álcalis, materias orgánicas, etc.

Se controlará la materia orgánica por lo indicado en ASTM-C 40, la granulometría por ASTM-C-136 y ASMT-C17 – ASMT-C 117.

La arena utilizada para la mezcla del concreto será bien graduada y al probarse por medio de mallas standard (ASTM-Desig. C- 136), debe cumplir con los límites siguientes:

Malla	**% que Pasa**
3/8''	100
N°.4	90 – 100

N°.8	70 – 95
N°.16	50 – 85
N°.30	30 – 70
N°.50	10 – 45
N°.100	0 - 10

El módulo de fineza de la arena estará en los valores de 2.50 a 2.90.

La arena será considera apta, si cumple con las especificaciones, previa prueba que se efectúe.

b) Agregado Grueso:

Deberá ser de piedra o grava, rota o chancada, de grano duro y compacto, la piedra deberá estar limpia de polvo, materia orgánica o barro, magma u otra sustancia de carácter deletéreo. En general, deberá estar de acuerdo con las normas ASTM-C-33.

Los agregados gruesos deberán cumplir los requisitos de las pruebas siguientes, que pueden ser efectuadas por el Ingeniero cuando lo considere necesario ASTM-C-131, ASTM-C-88, ASTM-C-127.

Deberá cumplir con los siguientes límites:

Malla	% que Pasa
1.1/2''	100
1''	95 - 100
½''	25 – 60
4''	10 máximo
8''	5 máximo

Acero

El acero es un material obtenido de fundición de altos hornos, para el refuerzo de concreto generalmente logrado bajo las normas ASTM-A-615, A-616, A-617; en base a su carga de fluencia fy = 4200 kg/cm^2. Carga de rotura mínimo 5,900 kg/cm^2.

a) Varillas de Refuerzo:

Varilla de acero destinadas a reforzar el concreto, cumplirá con las normas ASTM-A-15 (varillas de acero de lingote grado intermedio), tendrá corrugaciones para su adherencia con el concreto el que debe ceñirse a lo especificado en las normas ASTM-A-305.

Las varillas deben de estar libres de defectos, dobleces y/o curvas, no se permitirá el redoblado ni enderezamiento del acero obtenido en base a torsiones y otras formas de trabajo en frio.

5.1.3.1.4.4 CARACTERISTICAS DE PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto se ha diseñado la estructura con un sistema a porticado en la dirección "X" y un sistema de albañilería confinada en la dirección "Y", lo cual permitirá que la estructura se comporte de manera más adecuada en producirse un evento sísmico, ya que tendrá la rigidez adecuada que indica la norma.

El comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

- Simetría, especialmente en los pisos altos.

- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada.
- Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad.
- Deformación limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia.
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva e inspección, estructural rigurosa.

Se ha realizado el análisis y diseño de 5 módulos, teniendo en cuenta que los módulos 01 y 02 son idénticos al igual que los módulos 04 y 05, por lo que se ha analizado 3 modelos en el software Etabs 2016.

5.1.3.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS

5.1.3.2.1 LOSA ALIGERADA

Para el peralte de las losas aligeradas será dimensionado según los criterios indicados en el RNE, norma E.060.

Tabla 08. Peraltes o espesores mínimos de vigas no presforzadas o losas reforzadas en una dirección

	Espesor o peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Fuente RNE (2009) norma E.060, Concreto Armado

Tabla 09. Predimensionamiento de Losas Aligeradas

PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSAS ALIGERADAS				
EJES	**Luz (m)**	**Con un extremo continuo (m)**	**Ambos extremos continuos (m)**	**Peralte de losa considerado (m)**
Módulo 01, 02 y 03				
Tramo 1	3.25	0.176		0.20
Tramo 2	3.40		0.162	0.20
Tramo 3	3.40		0.162	0.20
Tramo 4	3.40		0.162	0.20
Tramo 5	3.40		0.162	0.20
Tramo 6	3.25	0.176		0.20
Módulo 04 y 05				
Tramo 1	3.55	0.192		0.20
Tramo 2	3.30		0.157	0.20
Tramo 3	3.30		0.157	0.20
Tramo 4	3.55	0.192		0.20

Fuente Propia

5.1.3.2.2 VIGAS

VIGAS PRINCIPALES:

El predimensionamiento en vigas se realizó en base a las indicaciones del libro del Ing. Ricardo Oviedo Sarmiento, en donde se indica que las vigas principales se predimensionan con un peralte que oscila entre 1/9 y 1/12 de la luz libre, según la magnitud de la sobrecarga.

Para el cálculo del ancho de la viga, se considera un veinteavo del ancho tributario, siendo el ancho mínimo de 25cm, tal y como lo indica la norma E.060.

$$b = \frac{B}{20} \geq 0.25\text{m} \qquad h = \frac{Ln}{\alpha}$$

Dónde: B: Ancho Tributario en metros.

Ln: Luz libre en metros.

Tabla 10. Predimensionamiento de Vigas

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS PRINCIPALES

$$b = \frac{B}{20} \geq 0.25\text{m}$$

$$h = \frac{Ln}{\alpha}$$

Ws/c	α
S/c ≤ 200 kg/m2	12
200<S/c ≤ 350 kg/m2	11
350<S/c ≤ 600 kg/m2	10
600<S/c ≤ 750 kg/m2	9

VIGA	Tipo	Sobrecarga (kg/m2)	Luz libre Ln (m)	Peralte de Viga		Ancho Tributario	Ancho de Viga	
				H calculado (m)	Hasumido (m)		B calculado(m)	B asumido (m)
En modulo 01	Aula	250	6.70	0.61	0.65	4.3	0.22	0.30
En modulo 02	Aula	250	6.70	0.61	0.65	4.3	0.22	0.30
En modulo 03	Aula	250	6.70	0.61	0.65	4.3	0.22	0.30
En modulo 04	Taller	350	6.70	0.61	0.65	4.33	0.22	0.30
En modulo 05	Taller	350	6.70	0.61	0.65	4.33	0.22	0.30

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS SECUNDARIAS

$$h = \frac{Ln}{14}$$

Tabla 11. Predimensionamiento de vigas secundarias

VIGA	Luz libre Ln (m)	Peralte de Viga		B asumido (m)
		H calculado (m)	H asumido (m)	
En módulo 01	3.40	0.243	0.40	0.30
En módulo 02	3.40	0.243	0.40	0.30
En módulo 03	3.40	0.243	0.40	0.30
En módulo 04	3.55	0.254	0.40	0.30
En módulo 05	3.55	0.254	0.40	0.30

Fuente Propia

5.1.3.2.3 COLUMNAS

Las columnas son elementos estructurales que actúan bajo cargas axiales y momentos flectores, por lo que tiene que ser dimensionada bajo estas condiciones de manera simultánea.

Según las recomendaciones del Ing. Ricardo Oviedo Sarmiento en su libro Diseño Sismo resistente de edificaciones de concreto armado, se puede optar por los siguientes criterios:

$$Acol = \frac{\lambda P}{nf'c}$$

Donde:

Acol.: Área de la columna

P: Carga por gravedad

F'c: Resistencia a la compresión del concreto

λ, n: factores que dependen de la ubicación de la columna

Tabla 12. Factores para el predimensionamiento de columnas

TIPO DE COLUMNA	λ	n
CENTRAL	1.1	0.3
PERIMETRAL	1.25	0.25
ESQUINA	1.5	0.2

Fuente: Oviedo, R. (2016). Diseño sismorresistente de edificaciones de concreto armado

Para el caso de la carga por gravedad (P), asumiremos cargas de diseño aproximadas según el Dr. Genner Villarreal Castro, donde indica que dicha carga depende de la categoría de la edificación según la E.030:

CATEGORIA	P(Servicio)
A	1.50 ton/m2
B	1.25 ton/m2
C	1.00 ton/m2

Para el presente proyecto las columnas que forman pórticos son del tipo “T” y tienen las mismas medidas, por lo que para el predimensionamiento se ha elegido la columna que abarca mayor área tributaria y por lo tanto la que recibe mayor carga, esta es la ubicada en el módulo 04

Tabla 13. Predimensionamiento de Columnas

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

PARAMETROS	
F'c =	210 kg/cm2
Categoria =	A
P (servicio) =	1.50 ton/m2

CATEGORIA	P (servicio), ton/m2
A	1.50
B	1.25
C	1.00

POSICION
Central
Perimetral
Esquinera

$$Acolumna\ central: \frac{1.10xP(servicio)}{0.30f'c}$$

$$Acolumna\ perimetral: \frac{1.25xP(servicio)}{0.25f'c}$$

$$Acolumna\ esquinera: \frac{1.50P(servicio)}{0.20f'c}$$

COLUMNA	N° DE PISOS	POSICION	TIPO	LONGITUDES TRIBUTARIAS		AREA TRIBUTARIA (m2)	AREA REQUERIDA (cm2)	LONGITUDES ASUMIDAS				AREA ASUMIDA (cm2)	CONDICION
				L (m)	A (m)			Hf (cm)	Hw (cm)	Bf (cm)	Bw (cm)		
C-2	2	Perimetral	Tee	4.325	6.10	26.38	1884.46	65.00	30.00	90.00	30.00	3750.00	SI CUMPLE!!

Nota: Debido a que las columnas que forman porticos son del tipo T y tienen las mismas medidas,se ha considerado para el predimensionamiento la columna que recibe mayor carga (mayor area tributaria),

5.1.3.3 DISEÑO SISMO RESISTENTE

El análisis sísmico se realizó según la norma vigente E.030 (2016), con el procedimiento de superposición modal espectral.

El análisis de cada una de las estructuras se hizo con el programa Etabs versión 2016. Se consideró modelos tridimensionales suponiendo un comportamiento lineal elástico.

5.1.3.3.1 ANALISIS ESTATICO: PROCEDIMIENTO DE LAS CARGAS EQUIVALENTES.

Las estructuras clasificadas como regulares de no más de 45 m de altura y las estructuras de muros portantes de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares, podrán analizarse mediante el procedimiento d fuerzas estáticas equivalentes, (Análisis Estático)

Por lo que se procedió a calcular los cortante por piso en ambas direcciones, como también el efecto de excentricidades accidentales.

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel se consideró 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular de las fuerzas.

En cada nivel además la fuerza actuante, se aplicara el momento accidental por dicha fuerza:

$$Mti = Fi \times ei$$

(RNE, 2016)

5.1.3.3.2 ANALISIS DINAMICO: METODO DE SUPERPOSICION MODAL

El análisis dinámico de las edificaciones podrá realizarse mediante procedimientos de combinación espectral.

En el presente proyecto el análisis dinámico se realizara a través de la combinación modal espectral.

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Donde:

Sa = Aceleración espectral

Z= 0.45 (Zona 4, Ica)

U= 1.50 (categoría A-2)

S= 1.05 (Tp = 0.6, TL = 2.00 según condiciones locales estimadas)

R= 8 y 3 (Coeficiente de Reducción de Fuerza Sísmica)

C= Factor de Amplificación Sísmica

P= Peso sísmico de la estructura de acuerdo a la NTE. 030

5.1.3.4 MODELACION EN ETABS

Se empleó un modelo tridimensional conformado por elementos lineales (vigas y columnas) y elementos bidimensionales (losas de techo) unidos por medio de nudos comunes. Los elementos verticales se ligan al suelo por medio de restricciones tipo empotramiento perfecto,

Los elementos lineales de eje recto incluyen deformaciones por flexión, carga axial, fuerza cortante y torsión.

Este modelo se consideró el efecto tridimensional del aporte de rigidez de cada elemento estructural.

El programa Etabs permite definir el peso por unidad de volumen del material en base a las dimensiones de cada elemento, calcula el peso propio de vigas, columnas, muros y losas. Asimismo el programa traslada el peso proveniente de las losas y las distribuye según el área tributaria de cada viga y hace lo mismo con las cargas de las vigas trasladándose hacia las columnas y muros.

Adicionalmente se puede incluir cargas distribuidas uniformes debido a la tabiquería ubicados sobre las vigas.

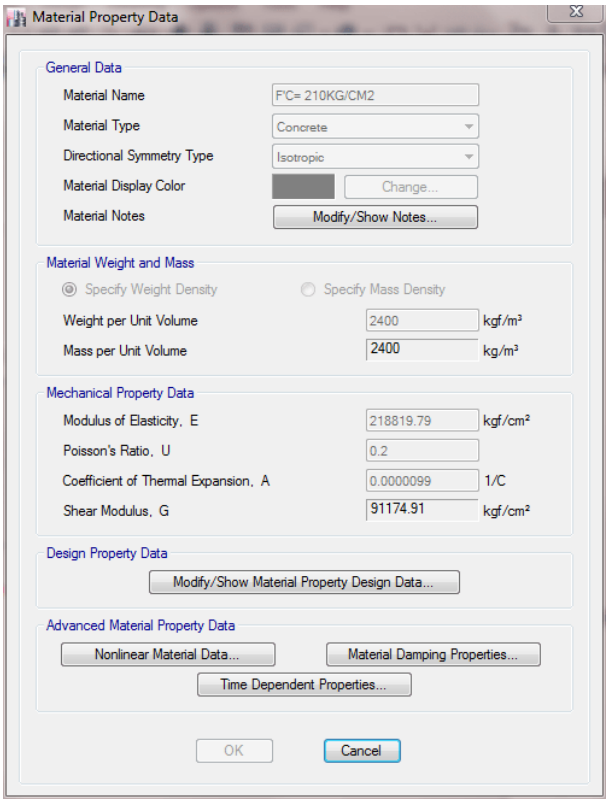
El modelo para determinar las propiedades dinámicas de la estructura considera las masas distribuidas en los diversos elementos estructurales y las concentra a nivel de Diafragma rígido en la losa de cada nivel.

Estas masas son determinadas como el producto del volumen de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y losas) por la masa por unidad de volumen del

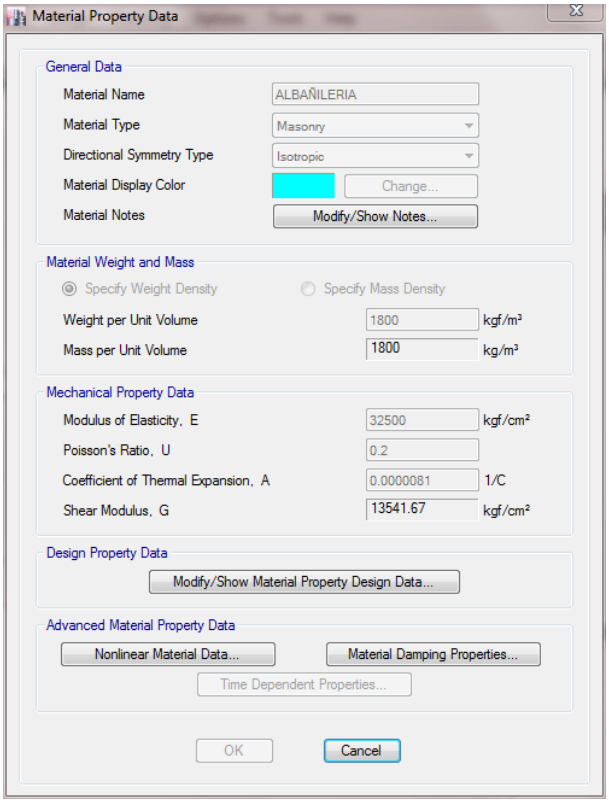
material que los conforma; y a este resultado se le agrega la masa proveniente de las cargas actuantes (acabados, tabiquería y cargas vivas)

A continuación se indica los valores de los materiales empleados en el modelo estructural:

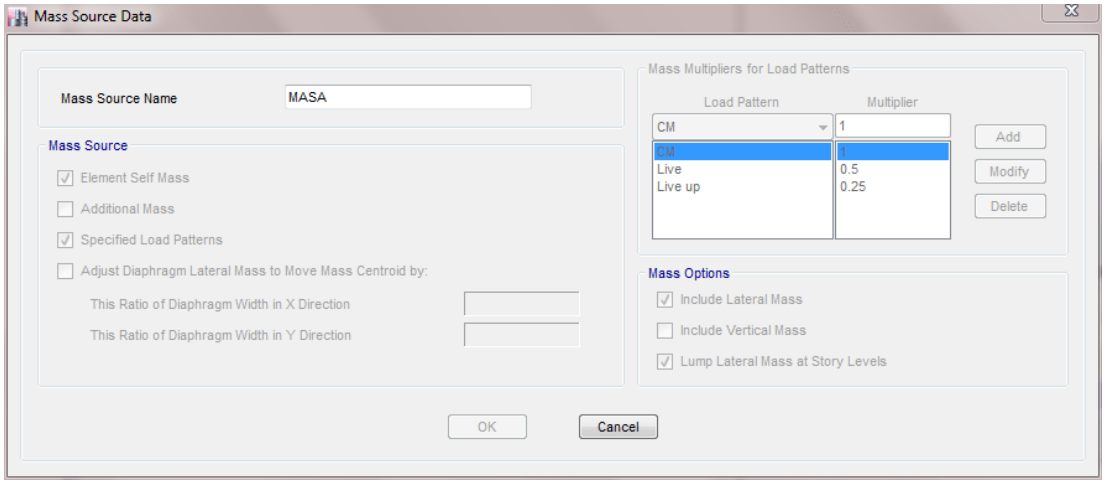
Datos del concreto empleado (210 kg/cm2)



Datos de la albañilería:



PESO SISMICO DE LA EDIFICACION



(100% CM + 50%CV + 25% CVT, según E.030)

CARGAS DE GRAVEDAD

Son las siguientes:

Concreto	:	2400 kg/m3
Peso aligerado h = 0.20m	:	300 kg/m2 (210 concreto + 90 ladrillo)
Piso acabado	:	100 kg/m2
Tabiquería de ladrillo 18 huecos	:	1800Kg/m3

Carga viva en aulas	:	250 kg/m2
Carga viva escaleras y corredores	:	400 kg/m2
Carga viva talleres	:	350 kg/m2
Carga viva en azotea	:	100 Kg/m2

Se muestran las cargas colocadas en el programa Etabs para los módulos 01 y 02

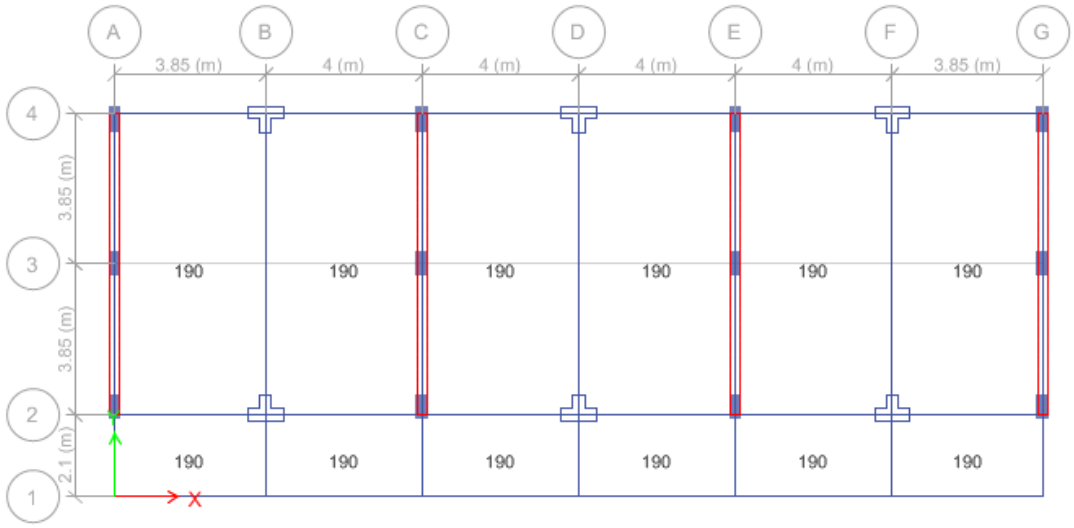


Ilustración 31. Asignación de carga muerta primer y segundo entrepiso

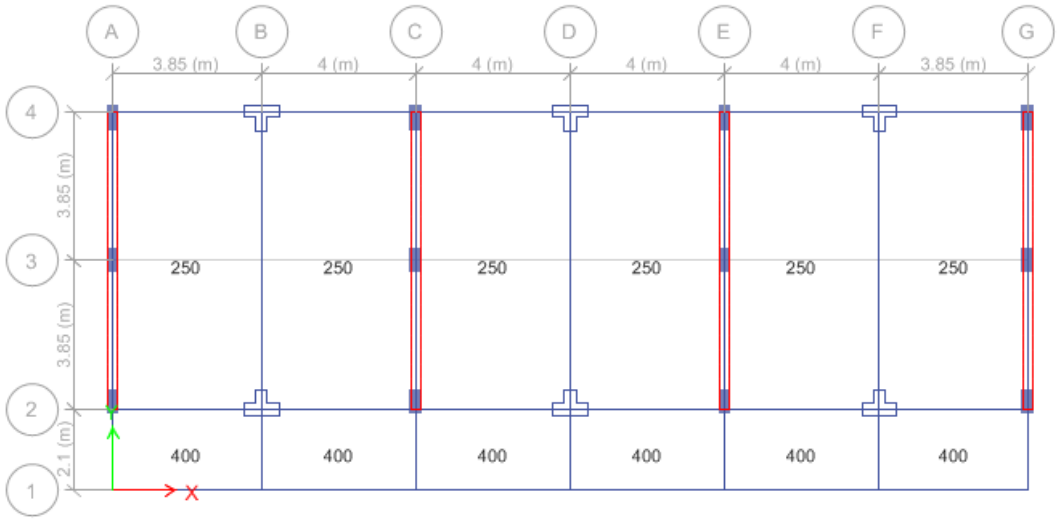


Ilustración 32. Asignación de carga viva primer entrepiso

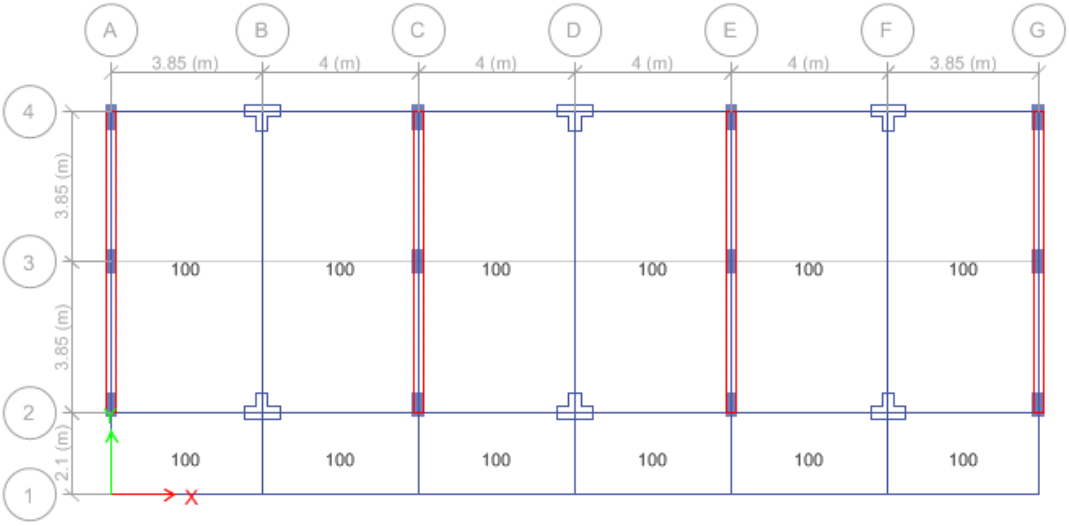


Ilustración 33. Asignación de carga viva en segundo entrepiso

Se muestran las cargas colocadas en el programa Etabs para el módulo 03

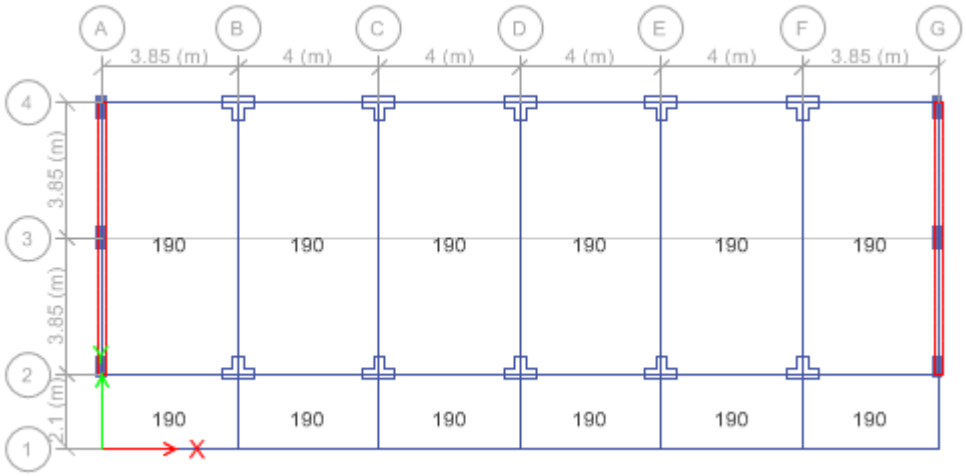


Ilustración 34. Asignación de carga muerta en primer y segundo entrepiso

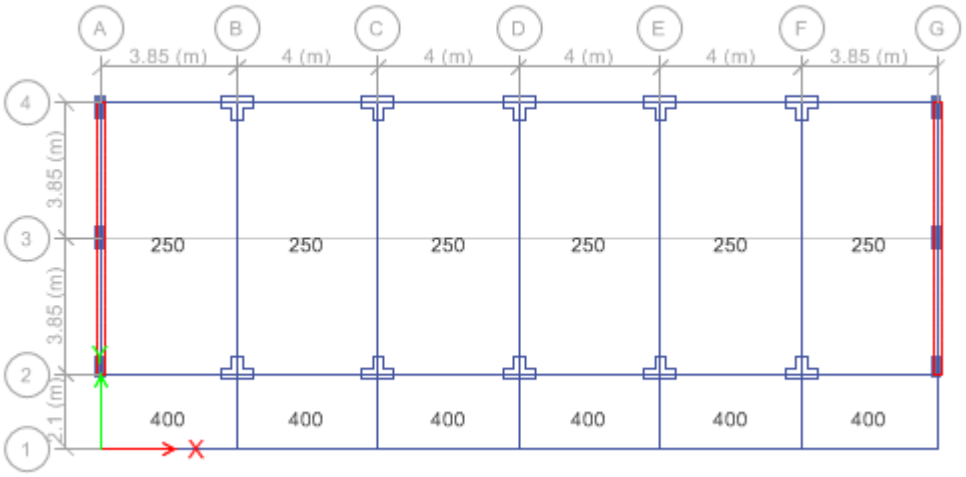


Ilustración 35. Asignación de carga viva en primer entrepiso

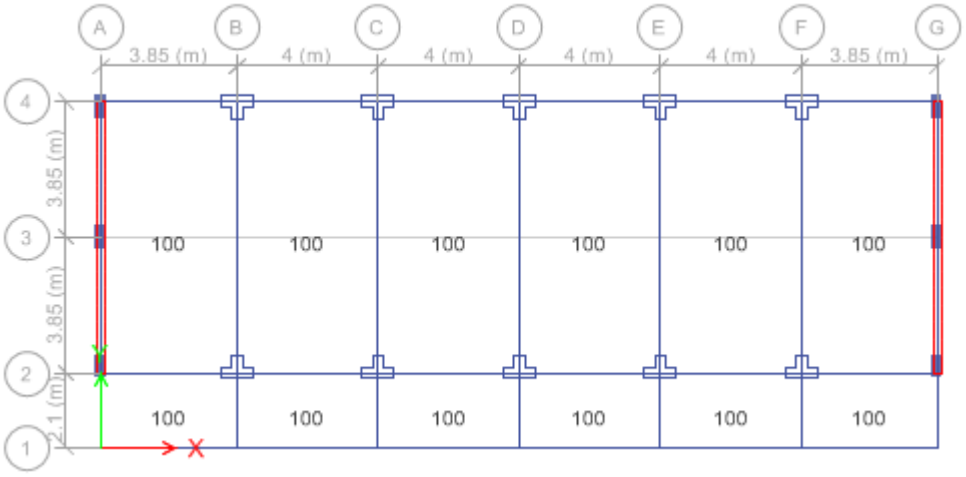


Ilustración 36. Asignación de carga viva en segundo entrepiso

Se muestran las cargas colocadas en el programa Etabs para los módulos 04 y 05

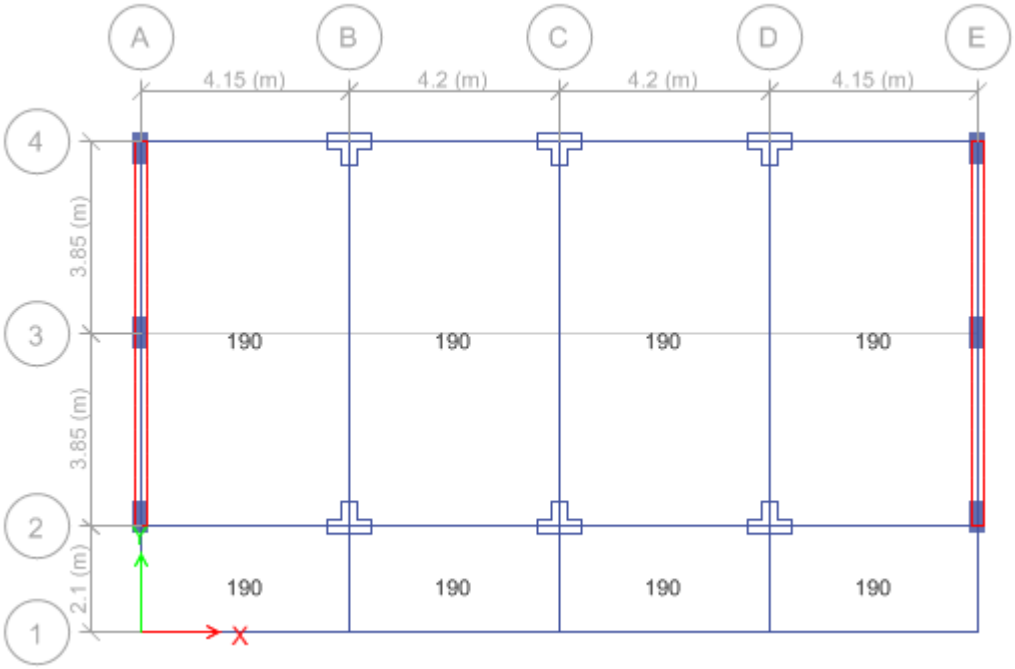


Ilustración 37. Asignación de carga muerta en primer y segundo entrepiso

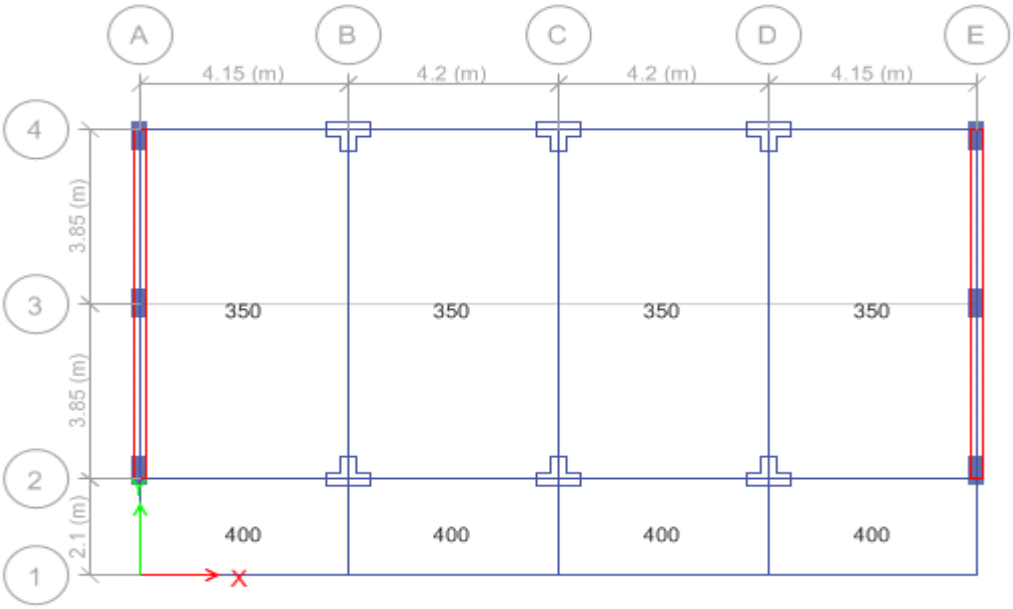


Ilustración 38. Asignación de carga viva en primer entrepiso

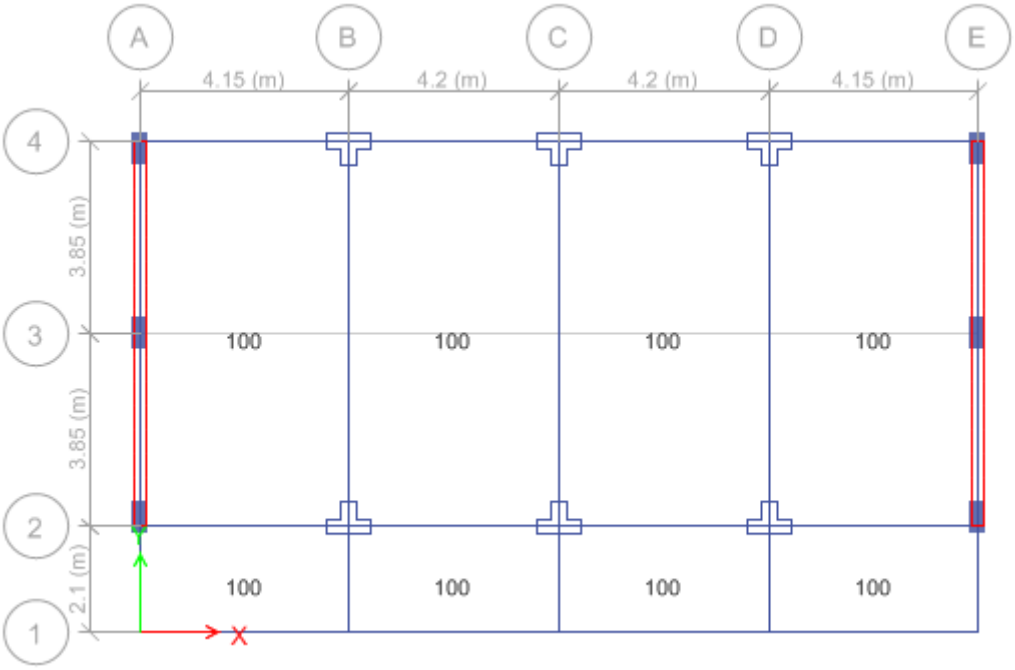


Ilustración 39. Asignación de carga viva en segundo entrepiso

CARGAS SISMICAS

ANALISIS ESTATICO

Periodos fundamentales:

Modal Participating Mass Ratios

3 of 12 Reload Apply

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.273	0.8619	0	0	0.8619	0
Modal	2	0.085	0	0.9203	0	0.8619	0.9203
Modal	3	0.078	0.12	1.15E-05	0	0.982	0.9203
Modal	4	0.077	0.018	0.0001	0	1	0.9204
Modal	5	0.032	0	0.0795	0	1	0.9999
Modal	6	0.029	2.694E-05	4.792E-05	0	1	0.9999
Modal	7	0.011	0	0	0	1	0.9999

Se observa que el periodo fundamental en x es de 0.273 seg y en el eje Y es de 0.085, además se observa que el porcentaje de participación de masa es mayor del 90% en ambas direcciones.

Factores de amplificación sísmica:

FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA	
T < Tp, C = 2.5	Tp < T < TL, C = 2.5x(Tp/T)
T > TL, C = 2.5x(Tp x TL/T²)	
Periodo Fund. X: **0.273**	Periodo Fund. Y: **0.085**
F.A.S. EN X: **Cx = 2.5**	F.A.S. EN Y: **Cy = 2.5**
Z*U*S*Cx/Rx = 0.221	**Z*U*S*Cy/Ry = 0.591**

ANALISIS DINAMICO

Para los módulos diseñados se empleara el siguiente espectro de pseudo aceleraciones en X

T (seg.)	C	Sa
0.00	2.500	0.2215
0.20	2.500	0.2215
0.40	2.500	0.2215
0.60	2.500	0.2215
0.80	1.875	0.1661
1.00	1.500	0.1329
1.20	1.250	0.1107
1.40	1.071	0.0949
1.60	0.938	0.0831
1.80	0.833	0.0738
2.00	0.750	0.0664
2.20	0.620	0.0549
2.40	0.521	0.0461
2.60	0.444	0.0393
2.80	0.383	0.0339
3.00	0.333	0.0295
3.20	0.293	0.0260
3.40	0.260	0.0230
3.60	0.231	0.0205
3.80	0.208	0.0184
4.00	0.188	0.0166

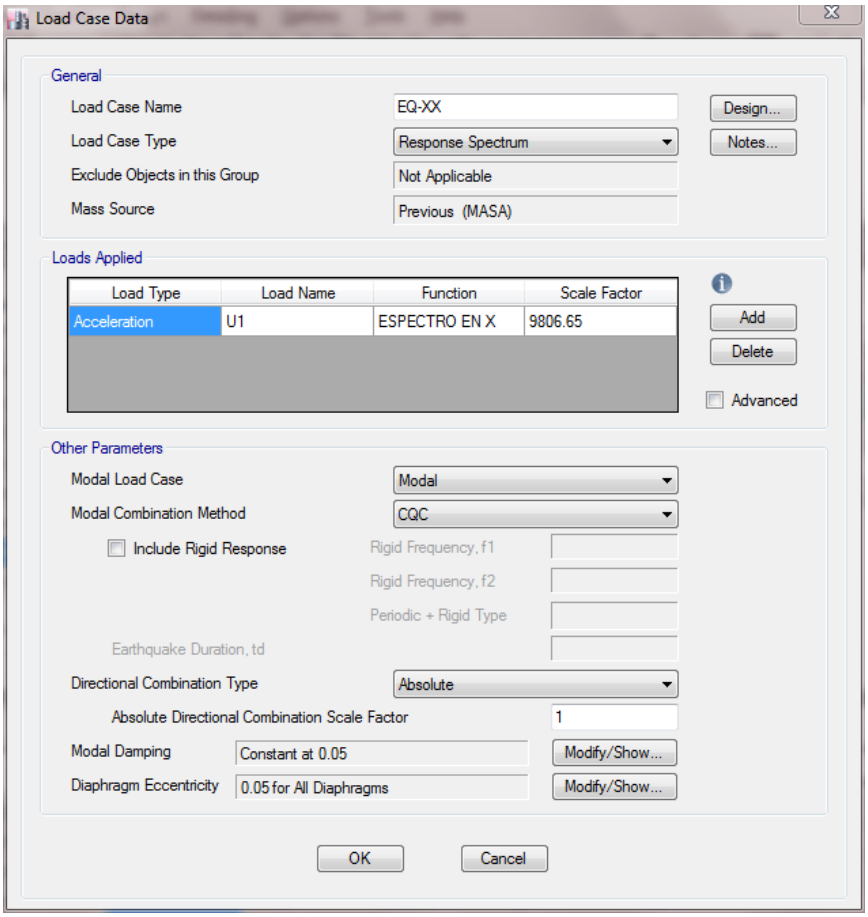
Ilustración 40. Espectro de Pseudo Aceleración en X

Para los módulos diseñados se empleara el siguiente espectro de pseudo aceleraciones en Y

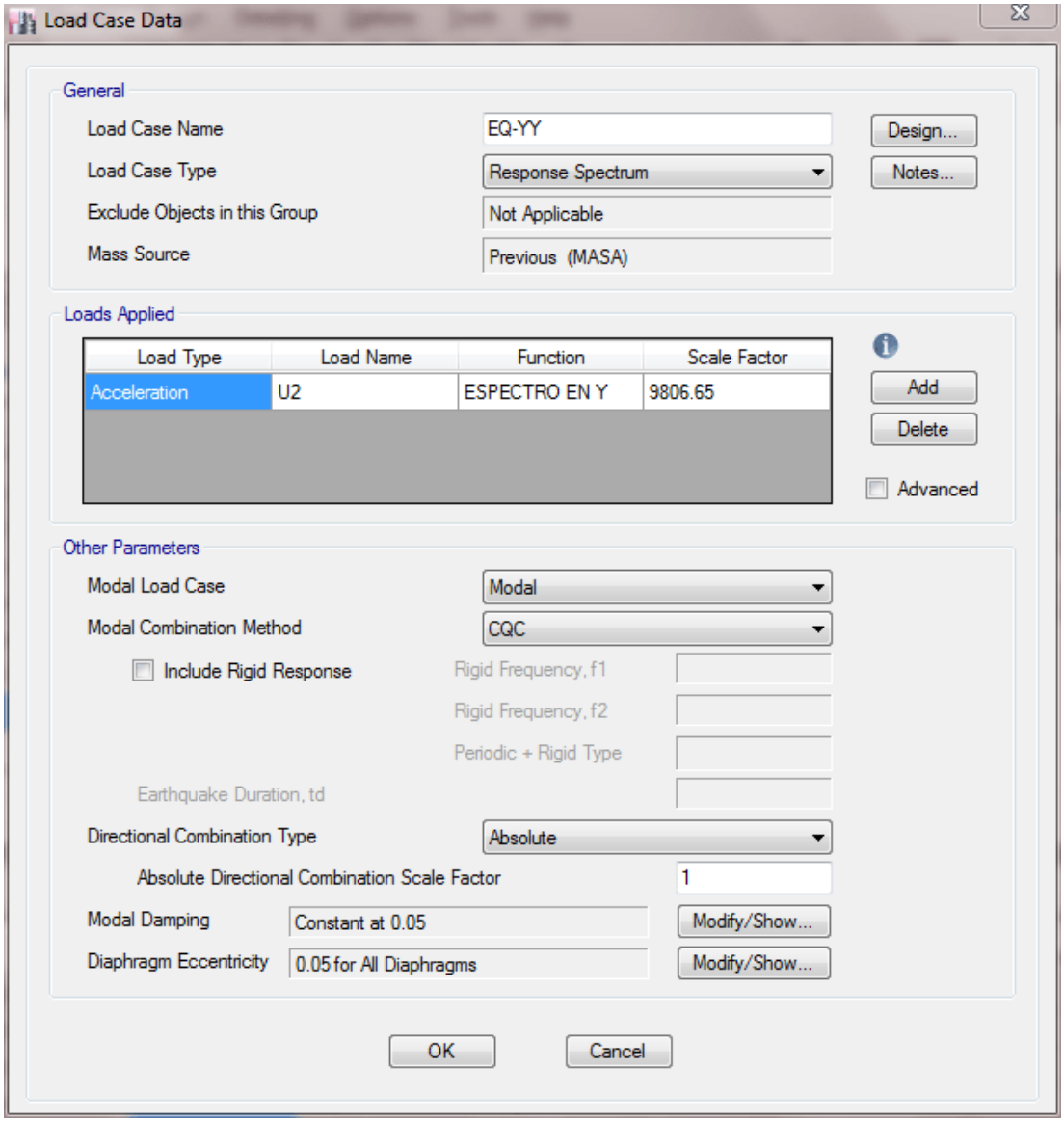
T (seg.)	C	Sa
0.00	2.500	0.5906
0.20	2.500	0.5906
0.40	2.500	0.5906
0.60	2.500	0.5906
0.80	1.875	0.4430
1.00	1.500	0.3544
1.20	1.250	0.2953
1.40	1.071	0.2531
1.60	0.938	0.2215
1.80	0.833	0.1969
2.00	0.750	0.1772
2.20	0.620	0.1464
2.40	0.521	0.1230
2.60	0.444	0.1048
2.80	0.383	0.0904
3.00	0.333	0.0788
3.20	0.293	0.0692
3.40	0.260	0.0613
3.60	0.231	0.0547
3.80	0.208	0.0491
4.00	0.188	0.0443

Ilustración 41. Espectro de Pseudo Aceleración en Y

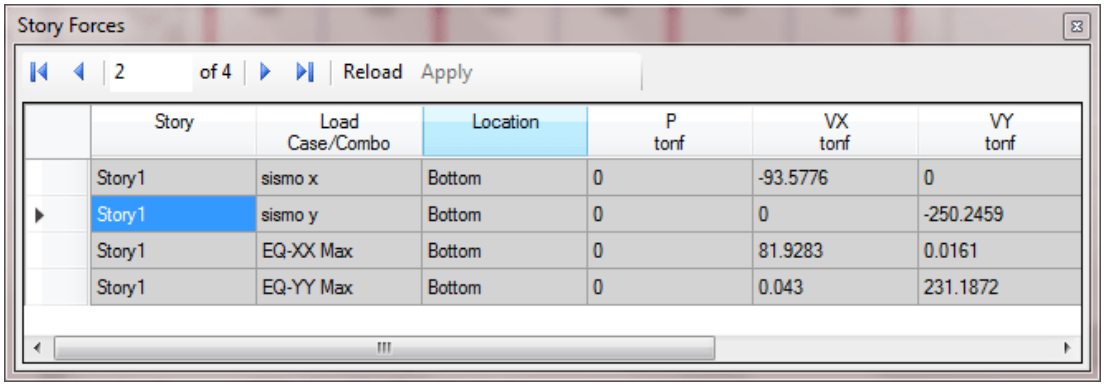
FUERZA DINAMICA EN X



FUERZA DINAMICA EN Y



COMPARATIVO ENTRE FUERZAS ESTATICAS Y DINAMICAS:



Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
Story1	sismo x	Bottom	0	-93.5776	0
Story1	sismo y	Bottom	0	0	-250.2459
Story1	EQ-XX Max	Bottom	0	81.9283	0.0161
Story1	EQ-YY Max	Bottom	0	0.043	231.1872

Se observa que la cortante dinámica en X equivale al 87.55% del cortante estático en X.

Se observa también que el cortante dinámico en Y equivale al 92.38% del cortante estático en Y.

Con esto se concluye que se puede diseñar con el cortante dinámico, ya que el reglamento indica que para estructuras regulares se puede diseñar con el cortante dinámico siempre que este sea equivalente al 80% del cortante estático.

5.1.3.5 SISTEMAS ESTRUCTURALES

5.1.3.5.1 CONFIGURACION ESTRUCTURAL

Para el desarrollo del proyecto se ha diseñado la estructura con un sistema a porticado en la dirección "X" y un sistema de albañilería confinada en la dirección "Y", lo cual permitirá que la estructura se comporte de manera más adecuada en producirse un evento sísmico, ya que tendrá la rigidez adecuada que indica la norma.

El comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

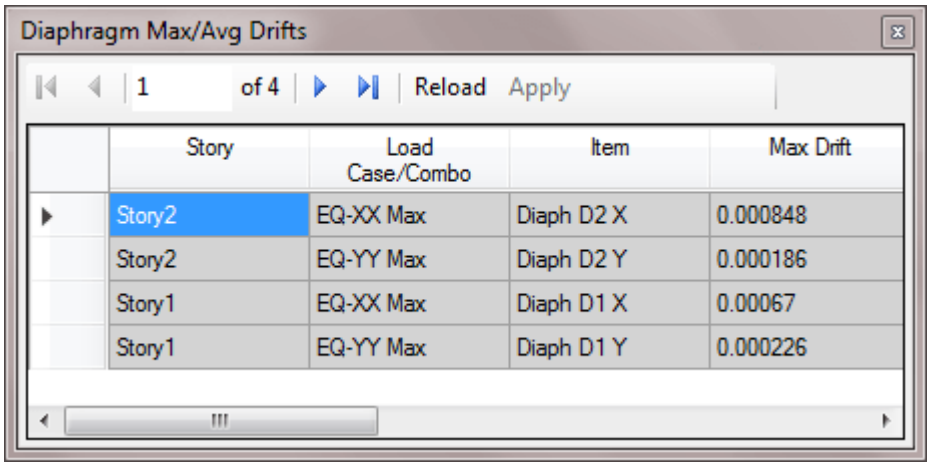
- Simetría, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada.
- Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad.
- Deformación limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia.
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva e inspección, estructural rigurosa.

Se ha realizado el análisis y diseño de 5 módulos, teniendo en cuenta que los módulos 01 y 02 son idénticos al igual que los módulos 04 y 05, por lo que se ha analizado 3 modelos en el software Etabs 2016.

5.1.3.5.2 DESPLAZAMIENTOS LATERALES

Al efectuarse el análisis sísmico dinámico para la estructura, se encontró los desplazamientos máximos, así también las distorsiones tal como se indica:

MODULO 01 Y MODULO 02

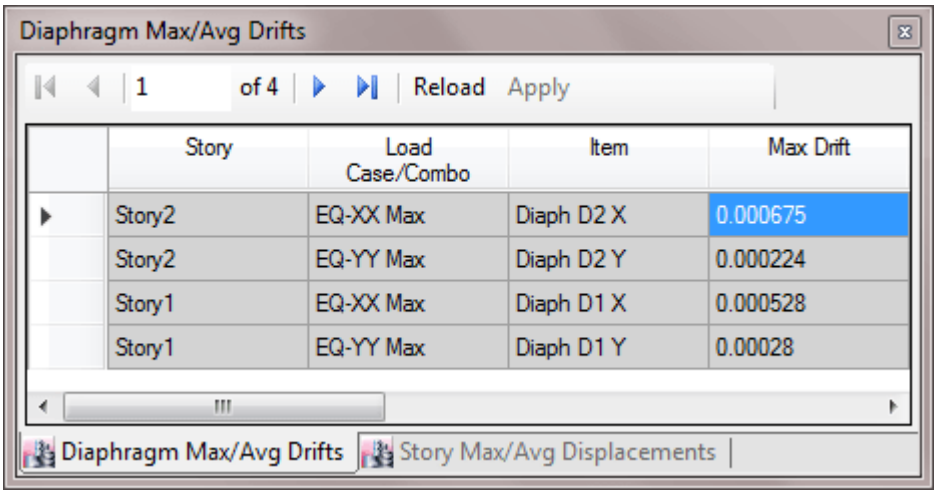


Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift
Story2	EQ-XX Max	Diaph D2 X	0.000848
Story2	EQ-YY Max	Diaph D2 Y	0.000186
Story1	EQ-XX Max	Diaph D1 X	0.00067
Story1	EQ-YY Max	Diaph D1 Y	0.000226

Hallando máxima deriva en X = 0.000848 * 0.75 * 8 = 0.005 < 0.007 **OK**

Hallando máxima deriva en X = 0.000226 * 0.75 * 3 = 0.0005 < 0.005 **OK**

MODULO 03



Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift
Story2	EQ-XX Max	Diaph D2 X	0.000675
Story2	EQ-YY Max	Diaph D2 Y	0.000224
Story1	EQ-XX Max	Diaph D1 X	0.000528
Story1	EQ-YY Max	Diaph D1 Y	0.00028

Hallando máxima deriva en X = 0.000675 * 0.75 * 8 = 0.004 < 0.007 **OK**

Hallando máxima deriva en X = 0.000224 * 0.75 * 3 = 0.0005 < 0.005 **OK**

MODULO 04 Y MODULO 05

Diaphragm Max/Avg Drifts

3 of 4 Reload Apply

	Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift
	Story2	EQ-XX Max	Diaph D2 X	0.000675
	Story2	EQ-YY Max	Diaph D2 Y	0.000224
▶	Story1	EQ-XX Max	Diaph D1 X	0.000528
	Story1	EQ-YY Max	Diaph D1 Y	0.00028

Hallando máxima deriva en X = 0.000675 * 0.75 * 8 = 0.004 < 0.007 **OK**

Hallando máxima deriva en X = 0.00028 * 0.75 * 3 = 0.0006 < 0.005 **OK**

5.1.3.6 DISEÑO ESTRUCTURAL

Para el diseño se ha tomado en cuenta las consideraciones indicadas en el RNE norma E.060, a continuación se realizara el diseño de los elementos principales de los pabellones del proyecto:

5.1.3.6.1 LONGITUD DE DESARROLLO Y EMPALME

ACERO A TRACCION

$$L = \frac{fy}{3.5\sqrt{f'c}} \frac{\psi t.\psi e.\psi s.\lambda}{\left(\frac{cb + Ktr}{db}\right)}.db$$

PARA ACERO CORRUGADO DE 3/8”

Fy = 4200kg/cm2

F’c = 210 kg/cm2

Ktr = 0 (se permite usar como una simplificación de diseño)

Ψt = 1

Ψe = 1

$\Psi s = 0.8$

$\lambda = 1$

cb = 4cm

db = 0.95 cm (3/8”) L = 14.95cm Por lo tanto L = 30cm

PARA ACERO CORRUGADO DE 1/2”

Fy = 4200kg/cm2

F’c = 210 kg/cm2

Ktr = 0 (se permite usar como una simplificación de diseño)

$\Psi t = 1$

$\Psi e = 1$

$\Psi s = 0.8$

$\lambda = 1$

cb = 4cm

db = 1.27 cm (1/2”) L = 26.71cm Por lo tanto L = 30cm

PARA ACERO CORRUGADO DE 5/8”

Fy = 4200kg/cm2

F’c = 210 kg/cm2

Ktr = 0 (se permite usar como una simplificación de diseño)

$\Psi t = 1$

$\Psi e = 1$

$\Psi s = 0.8$

$\lambda = 1$

cb = 4cm

db = 1.59 cm (5/8”) L = 41.87cm Por lo tanto L = 45cm

PARA ACERO CORRUGADO DE 3/4”

Fy = 4200kg/cm2

F’c = 210 kg/cm2

Ktr = 0 (se permite usar como una simplificación de diseño)

$\Psi t = 1$

$\Psi e = 1$

$\Psi s = 0.8$

$\lambda = 1$

cb = 4cm

db = 1.91 cm (3/4”) L = 60.42cm Por lo tanto L = 60cm

Diámetro de barra	**Longitud de desarrollo**
Pulg.	Cm
3/8”	30
1/2"	30
5/8”	45
3/4"	60

ACERO A COMPRESION

Se deberá tomar el mayor valor de:

$$ldc = \left(\frac{0.08.fy}{\sqrt{f'c}}\right)db$$

$$ldc = (0.004.fy).db$$

PARA ACERO CORRUGADO DE 3/8”

Fy = 4200kg/cm2

F’c = 210 kg/cm2

db = 0.95 cm (3/8”)

ldc = 22.03cm ldc = 15.96cm

Por lo tanto ldc = 25cm

PARA ACERO CORRUGADO DE 1/2”

Fy = 4200kg/cm2

F’c = 210 kg/cm2

db = 1.27 cm (1/2”)

ldc = 29.45cm ldc = 21.34cm

Por lo tanto ldc = 30cm

PARA ACERO CORRUGADO DE 5/8”

Fy = 4200kg/cm2

F’c = 210 kg/cm2

db = 1.59 cm (5/8”)

ldc = 36.87cm ldc = 26.71cm

Por lo tanto ldc = 40cm

PARA ACERO CORRUGADO DE 3/4”

Fy = 4200kg/cm2

F’c = 210 kg/cm2

db = 1.91 cm (3/4”)

ldc = 44.29cm ldc = 32.09cm

Por lo tanto ldc = 45cm

Diámetro de barra	**Longitud de desarrollo**
Pulg.	Cm
3/8”	25
1/2"	30
5/8”	40
3/4"	45

5.1.3.6.2 CALCULO DE JUNTA SISMICA

Se realizara el cálculo de la junta entre pórtico y murete:

S = 3 + 0.004(h – 500); donde h y s en centímetros

S ≥ 3 cm

Calculando: H = 200cm

S = 1.8 cm

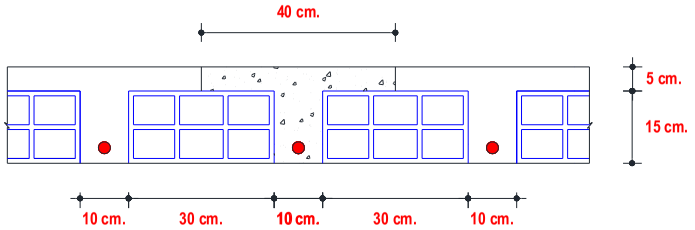
Por lo tanto: S = 3.0cm

5.1.3.6.3 DISEÑO DE LOSA ALIGERADA

Para el diseño de las losas aligeradas se empleó el método de los coeficientes.

Losas aligeradas en Modulo 01, 02 y 03:

DISEÑO DE LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCION - MODULO 01, 02 y 03 - 6 TRAMOS - AULAS



$$M1 = \frac{Wu.ln^2}{16} \qquad M2 = \frac{Wu.ln^2}{10} \qquad M3 = \frac{Wu.ln^2}{11} \qquad M4 = \frac{Wu.ln^2}{11} \qquad M5 = \frac{Wu.ln^2}{11} \qquad M6 = \frac{Wu.ln^2}{10} \qquad M7 = \frac{Wu.ln^2}{16}$$

$$M1-2 = \frac{Wu.ln^2}{14} \qquad M2-3 = \frac{Wu.ln^2}{16} \qquad M3-4 = \frac{Wu.ln^2}{16} \qquad M4-5 = \frac{Wu.ln^2}{16} \qquad M5-6 = \frac{Wu.ln^2}{16} \qquad M6-7 = \frac{Wu.ln^2}{14}$$

LOSA ALIGERADA EN 1 DIRECCION		
Losa de h = 20 cm	300	kg/m2
Acabados	100	kg/m2
Sobrecarga aulas (s/c)	250	kg/m2
Fy =	4200	kg/cm2
F'c =	210	kg/cm2

Calculo de Wu:

Carga Muerta:

ancho tributario:	0.4	m
acabados:	0.04	ton/m
peso propio:	0.12	ton/m
Wd =	0.16	ton/m

Carga Viva:

WL =	0.25	ton/m

Wu = 1.4Wd + 1.7WL

Wu = 0.65 ton/m

	Ln (m)	Wu (ton/m)	Momento de diseño (ton-m)	Cortante de diseño (ton)
M 1(-) =	3.55	0.65	0.51	1.15
M 1-2(+) =	3.55	0.65	0.59	
M 2(-) =	3.63	0.65	0.86	1.77
M 2-3(+) =	3.7	0.65	0.56	
M 3(-) =	3.7	0.65	0.81	1.20
M 3-4(+) =	3.7	0.65	0.56	
M 4(-) =	3.7	0.65	0.81	1.20
M 4-5(+) =	3.7	0.65	0.56	
M 5(-) =	3.7	0.65	0.81	1.20
M 5-6 (+) =	3.7	0.65	0.56	

M 6(-) =	3.63	0.65	0.86	1.77
M 6-7 (+) =	3.55	0.65	0.59	
M 7(-) =	3.55	0.65	0.51	1.15

CALCULO DEL ACERO

CALCULO DE ACERO PARA M 1 y M7 (-)

Mu = 0.51 ton-m

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

Resolviendo se obtiene:

As = 0.84 cm2

Verificando si cumple la cuantia minima de acero:

$$Cuantia\ minima = \frac{14}{fy} = \frac{As\ min}{b.d}$$

As minimo = 0.57 cm2

Por lo tanto:

As = 0.84 cm2

CALCULO DE ACERO PARA M 1-2 y M6-7 (-)

Mu = 0.59 ton-m

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

Resolviendo se obtiene:

As = 0.93 cm2

Verificando si cumple la cuantia minima de acero:

$$Cuantia\ minima = \frac{14}{fy} = \frac{As\ min}{b.d}$$

As minimo = 2.27 cm2

Por lo tanto:

As = 2.27 cm2

CALCULO DE ACERO PARA M 2 y M6 (-)

Mu =	0.86 ton-m

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

Resolviendo se obtiene:

As = 1.49 cm2

Verificando si cumple la cuantia minima de acero:

$$Cuantia\ minima = \frac{14}{fy} = \frac{As\ min}{b.d}$$

As minimo = 0.57 cm2

Por lo tanto:

As = 1.49 cm2

CALCULO DE ACERO PARA M 2-3, M3-4, M4-5 y M5-6 (-)

Mu =	0.56 ton-m

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

Resolviendo se obtiene:

As = 0.89 cm2

Verificando si cumple la cuantia minima de acero:

$$Cuantia\ minima = \frac{14}{fy} = \frac{As\ min}{b.d}$$

As minimo = 2.27 cm2

Por lo tanto:

As = 2.27 cm2

CALCULO DE ACERO PARA M3, M4 y M5 (-)

Mu =	0.81 ton-m

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

Resolviendo se obtiene:

As = 1.40 cm2

Verificando si cumple la cuantia minima de acero:

$$Cuantia\ minima = \frac{14}{fy} = \frac{As\ min}{b.d}$$

As minimo = 0.57 cm2

Por lo tanto:

As = 1.40 cm2

DISEÑO POR CORTE

Cortante actuante en cara exterior del primer apoyo interior:

$$V = \frac{3}{4}Wu.ln$$

V2 = 1.77 ton
V6 = 1.77 ton

Cortante actuante en las demas caras:

$$V = \frac{1}{2}Wu.ln$$

V1 = 1.15 ton
V3 = 1.20 ton
V4 = 1.20 ton
V5 = 1.20 ton
V7 = 1.15 ton

Calculo de cortante adminisble

$$Vcrit = \phi.Vc = \phi.0.53.\sqrt{f'c}.b.d$$

Ø = 0.85
b = 10

Vcrit = 1.11 ton **NO CUMPLE**

COSIDERANDO ENSANCHES ALTERNADOS

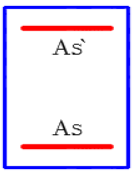
b = 25 cm

V crit = 2.77 ton **OK!**

5.1.3.6.4 DISEÑO DE VIGAS

DISEÑO DE VIGAS M1 Y M2 EJES J-J, L-L, N-N, 5-5, 7-7 y 9-9 - 1ER NIVEL

F'c =	210.00 kg/cm2
Fy =	4,200.00 kg/cm2
h =	65.00 cm
d =	59.00 cm
d'=	6.00 cm
b =	30.00 cm

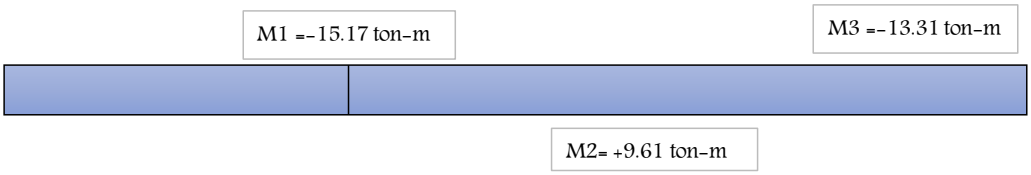


$amax = 0.75ab = 0.75 * B1 * (6000/(6000 + Fy))$

amax = 22.10 cm

$Mmax = Ø[0.85 * F'c * amax * b * (d$

M max= 51.07 ton-m **SE DISEÑA COMO SIMPLEMENTE ARMADA**



DISEÑO VIGA SIMPLEMENTE ARMADA

M1 = 15.17 ton-m

TANTEO:

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

a=	5.60 cm	
As =	7.14 cm2	
a=	5.60 cm	**QUEDA!!!**
As minimo =	4.27 cm2	$As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy} bd$
As =	7.14 cm2	emplear 2 varillas de 3/4" + 1 de 5/8"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

M2 = 9.61 ton-m

TANTEO:

a=	3.50 cm	
As =	4.44 cm2	
a=	3.50 cm	**QUEDA!!!**
As minimo =	4.27 cm2	$As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy} bd$
As =	4.44 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

M3 = 13.31 ton-m

TANTEO:

a=	4.90 cm	
As =	6.23 cm2	
a=	4.90 cm	**QUEDA!!!**
As minimo =	4.27 cm2	$As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy} bd$
As =	6.23 cm2	emplear 2 varillas de 3/4" + 1 de 5/8"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

DISEÑO POR CORTE

Vu =	14.68	ton
b =	30.00	cm
h =	65.00	cm
d =	59.00	cm
r =	6.00	cm
f'c =	210.00	kg/cm2
fy =	4,200.00	kg/cm2
Ø =	0.85	

1. Calculo de corte que absorve el concreto.

$Vc = 0{,}53\sqrt{f'c}\ bw\ d$ → Vc = 13.59 ton

REQUIERE COLOCACION DE ESTRIBOS!!

Si; 0.5xVc ≤ Vu/Ø ≤ Vc … usar Smax — **NO CUMPLE!!**

Si; Vu/Ø ≤ 0.5xVc … No trabaja a sismo, no usar est — **NO CUMPLE!!**

Vu/Ø =	17.27	ton		
Vc =	13.59	ton	0.5xVc =	6.8 ton

2. Calculo de corte que absorve los estribos.

Vs = Vu/Ø - Vc → Vs = 3.68 ton

3. Verificacion del cortante que absorve el acero

$Vs \le Vuc = 2{,}1\sqrt{f'c}\ bw\ d$ → Vuc = 53.86 ton — **CUMPLE!!**

4. Calculo de espaciamiento de estribos con:

estribo: 3/8"

Av = (Nro de ramas).(A varilla) → Av = 1.42 cm2

$S = \frac{Av.fy.d}{Vs}$ → S = 95.62 cm

S = 95.00 cm

5. Calculo de espaciamiento maximo (evaluar si es corte bajo o corte alto):

$Vs \le Vem = 1{,}1\sqrt{f'c}\ bw\ d,$ → Vem = 28.21 ton — **CORTE BAJO!**

Smax =

$\frac{Av \cdot fy}{0.2 \cdot bw \cdot \sqrt{f'c}} =$ 68.59 cm

$\frac{Av \cdot fy}{3.5 \cdot bw} =$ 56.8 cm

d/2 = 29.50 cm

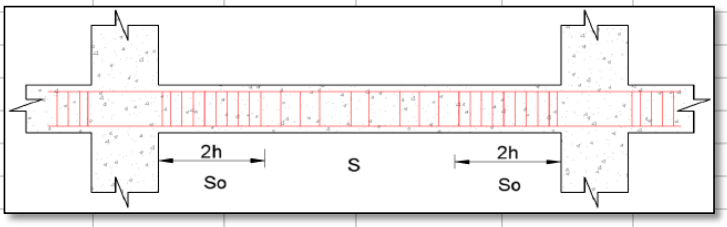
60.00 cm

Smax = 25.00 cm

6. Calculo de espaciamiento para zona sismica.

Varilla de menos diametro	Ø =	3/4"	→	dv =	1.91	cm
se utilizara estribos de:	Ø =	3/8"	→	des =	0.95	cm

Lo = 2h → Lo = 130.00 cm



So =	8dv =	15.28	cm
	d/4 =	14.75	cm
	24des =	22.80	cm
	=	30.00	cm

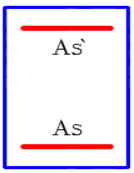
→ **So = 10.00 cm** | **S = 25.00 cm**

FINALMENTE EL DISEÑO POR CORTE Y ARMADO EN OBRA SERA:

Estribos ø3/8" 1@5cm 13@10cm R@25cm

DISEÑO DE VIGAS M3 EJES N-N, L-L y J-J - 1ER NIVEL

F'c =	210.00 kg/cm2
Fy =	4,200.00 kg/cm2
h =	65.00 cm
d =	59.00 cm
d'=	6.00 cm
b =	30.00 cm

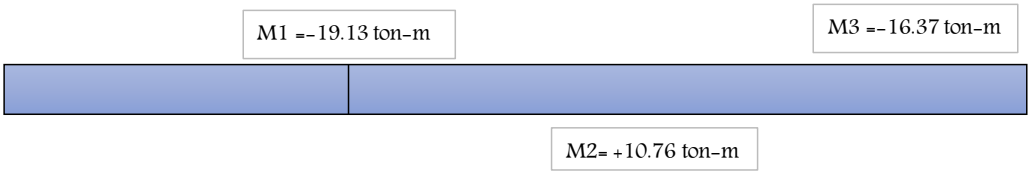


$amax = 0.75ab = 0.75 * B1 * (6000/(6000 + Fy))$

amax = 22.10 cm

$Mmax = Ø[0.85 * F'c * amax * b * (d$

M max= 51.07 ton-m **SE DISEÑA COMO SIMPLEMENTE ARMADA**



DISEÑO VIGA SIMPLEMENTE ARMADA

M1 = 19.13 ton-m

TANTEO:

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

a=	7.20 cm	
As =	9.14 cm2	
a=	7.20 cm	**QUEDA!!!**
As minimo =	4.27 cm2	$As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$
As =	9.14 cm2	emplear 2 varillas de 3/4" + 2 de 5/8"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

M2 = 10.76 ton-m

TANTEO:

a=	3.90 cm	
As =	4.99 cm2	
a=	3.90 cm	**QUEDA!!!**
As minimo =	4.27 cm2	$As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$
As =	4.99 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

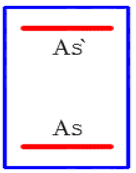
M3 = 16.37 ton-m

TANTEO:

a=	6.10 cm	
As =	7.74 cm2	
a=	6.10 cm	**QUEDA!!!**
As minimo =	4.27 cm2	$As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$
As =	7.74 cm2	emplear 3 varillas de 3/4"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

DISEÑO DE VIGAS M3 EJES M-M y K-K - 1ER NIVEL

F'c =	210.00 kg/cm2
Fy =	4,200.00 kg/cm2
h =	65.00 cm
d =	59.00 cm
d'=	6.00 cm
b =	30.00 cm

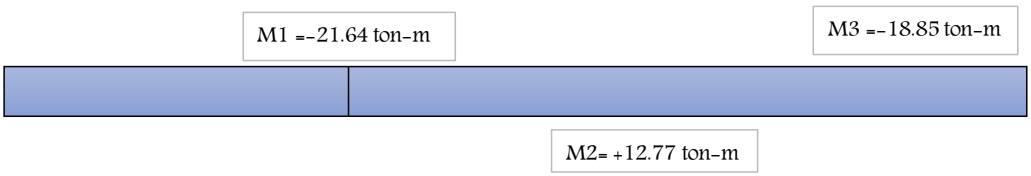


$amax = 0.75ab = 0.75 * B1 * (6000/(6000 + Fy))$

amax = 22.10 cm

$Mmax = Ø[0.85 * F'c * amax * b * (d$

M max= 51.07 ton-m **SE DISEÑA COMO SIMPLEMENTE ARMADA**



DISEÑO VIGA SIMPLEMENTE ARMADA

M1 = 21.64 ton-m

TANTEO:

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

a=	8.20 cm	
As =	10.43 cm2	
a=	8.20 cm	**QUEDA!!!**
As minimo =	4.27 cm2	$As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$
As =	10.43 cm2	emplear 4 varillas de 3/4"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

M2 = 12.77 ton-m

TANTEO:

a=	4.70 cm	
As =	5.96 cm2	
a=	4.70 cm	**QUEDA!!!**
As minimo =	4.27 cm2	$As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$
As =	5.96 cm2	emplear 2 varillas de 3/4" + 1 de 1/2"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

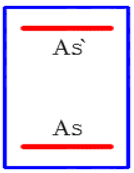
M3 = 18.85 ton-m

TANTEO:

a=	7.10 cm	
As =	8.99 cm2	
a=	7.10 cm	**QUEDA!!!**
As minimo =	4.27 cm2	$As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$
As =	8.99 cm2	emplear 2 varillas de 3/4" + 2 de 5/8"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

DISEÑO DE VIGAS M3 EJES N-N, L-L, J-J, M-M y K-K - 2DO NIVEL

F'c = 210.00 kg/cm2
Fy = 4,200.00 kg/cm2
h = 65.00 cm
d = 59.00 cm
d'= 6.00 cm
b = 30.00 cm

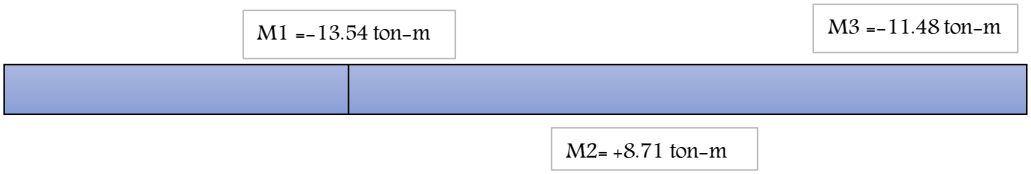


$amax = 0.75ab = 0.75 * B1 * (6000/(6000 + Fy)) * d$

amax = 22.10 cm

$Mmax = Ø[0.85 * F'c * amax * b * (d$

M max= 51.07 ton-m **SE DISEÑA COMO SIMPLEMENTE ARMADA**



DISEÑO VIGA SIMPLEMENTE ARMADA

M1 = 13.54 ton-m

TANTEO:

$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$ $\quad a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$

a= 5.00 cm
As = 6.34 cm2
a= 5.00 cm **QUEDA!!!**

As minimo = 4.27 cm2 $As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$

As =	6.34 cm2	emplear 2 varillas de 3/4" + 1 de 5/8"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

M2 = 8.71 ton-m

TANTEO:

a= 3.20 cm
As = 4.01 cm2
a= 3.10 cm **SEGUIR TANTEANDO**

As minimo = 4.27 cm2 $As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$

As =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

M3 = 11.48 ton-m

TANTEO:

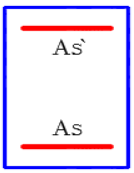
a= 4.20 cm
As = 5.34 cm2
a= 4.20 cm **QUEDA!!!**

As minimo = 4.27 cm2 $As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$

As =	5.34 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

DISEÑO DE VIGAS M4 y M5 EJES 10-10, 12-12, 14-14, 20-20, 21-21 y 22-22 - 1ER NIVEL

F'c = 210.00 kg/cm2
Fy = 4,200.00 kg/cm2
h = 65.00 cm
d = 59.00 cm
d'= 6.00 cm
b = 30.00 cm

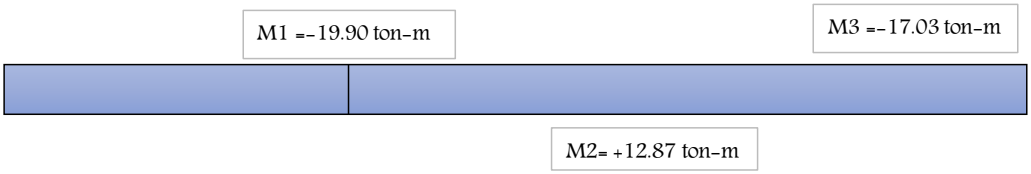


$amax = 0.75ab = 0.75 * B1 * (6000/(6000 + Fy)) * d$

amax = 22.10 cm

$Mmax = Ø[0.85 * F'c * amax * b * (d$

M max= 51.07 ton-m **SE DISEÑA COMO SIMPLEMENTE ARMADA**



DISEÑO VIGA SIMPLEMENTE ARMADA

M1 = 19.90 ton-m

TANTEO:

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

a= 7.50 cm
As = 9.53 cm2
a= 7.50 cm **QUEDA!!!**

As minimo = 4.27 cm2 $As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$

As =	9.53 cm2	emplear 2 varillas de 3/4" + 2 de 5/8"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

M2 = 12.87 ton-m

TANTEO:

a= 4.70 cm
As = 6.01 cm2
a= 4.70 cm **QUEDA!!!**

As minimo = 4.27 cm2 $As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$

As =	6.01 cm2	emplear 2 varillas de 3/4" + 1 de 1/2"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

M3 = 17.03 ton-m

TANTEO:

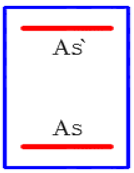
a= 6.30 cm
As = 8.07 cm2
a= 6.30 cm **QUEDA!!!**

As minimo = 4.27 cm2 $As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$

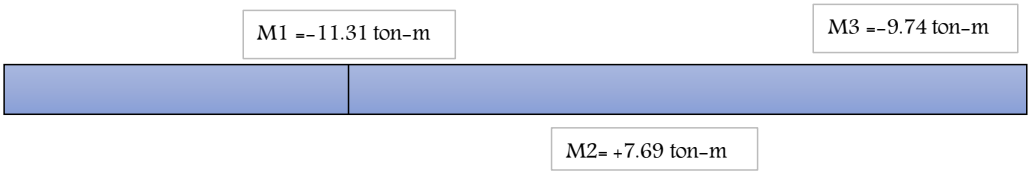
As =	8.07 cm2	emplear 3 varillas de 3/4"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

DISEÑO DE VIGAS M4 y M5 EJES 10-10, 12-12, 14-14, 20-20, 21-21 y 22-22 - 2DO NIVEL

F'c = 210.00 kg/cm2
Fy = 4,200.00 kg/cm2
h = 65.00 cm
d = 59.00 cm
d'= 6.00 cm
b = 30.00 cm



$amax = 0.75ab = 0.75 * B1 * (6000/(6000 + Fy)) * d$
amax = 22.10 cm
$Mmax = Ø[0.85 * F'c * amax * b * (d$
M max= 51.07 ton-m **SE DISEÑA COMO SIMPLEMENTE ARMADA**



DISEÑO VIGA SIMPLEMENTE ARMADA

M1 = 11.31 ton-m

TANTEO:

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

a= 4.10 cm
As = 5.25 cm2
a= 4.10 cm **QUEDA!!!**

As minimo = 4.27 cm2 $As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$

As =	5.25 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

M2 = 7.69 ton-m

TANTEO:

a= 2.80 cm
As = 3.53 cm2
a= 2.80 cm **QUEDA!!!**

As minimo = 4.27 cm2 $As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$

As =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

M3 = 9.74 ton-m

TANTEO:

a= 3.50 cm
As = 4.50 cm2
a= 3.50 cm **QUEDA!!!**

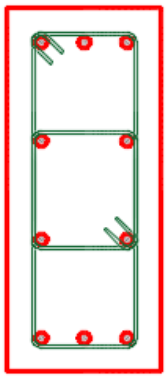
As minimo = 4.27 cm2 $As\min = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}bd$

As =	4.50 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"
A's =	4.27 cm2	emplear 2 varillas de 3/4"

5.1.3.6.5 DISEÑO DE COLUMNAS

DISEÑO DE COLUMNA C-1

b =	30.00	cm
h =	65.00	cm
F'c =	210.00	kg/cm2
Fy =	4200.00	kg/cm2
Ø =	0.70	



ACEROS EN "X"			
dx (cm)	**#**	**Ø**	**Asx (cm2)**
6.00	3.00	5/8"	5.94
23.66	2.00	5/8"	3.96
41.24	2.00	5/8"	3.96
59.00	3.00	5/8"	5.94
		Ast =	**19.80**

A.- AREA BRUTA TOTAL (Ag):

Ag =	**1950.00 cm2**
ρ =	**1.02%**

CUMPLE CON CUANTIA MINIMA!!

B.- CENTROIDE PLASTICO:

$$y_o = \frac{A_g\,0.85\,f'_c\,h/2 + A'_s\,f_y\,d_1 + A_{s2}\,f_y\,d_2}{A_g\,0.85\,f'_c + A'_s\,f_y + A_{s2}\,f_y}$$

CP = Yo =	**32.50 cm**

C.- DIAGRAMA DE INTERACCION

I.- PUNTO A (COMPRESION PURA)

$$p_o = 0.85\,f'_c\left(A_g - A_{st}\right) + A_{st}\,f_y$$

Pn = 427.70 ton

Pn max =	**342.16 ton**	**Mn =**	**0 ton**
Pu =	**239.51 ton**	**Mu =**	**0 ton**

II.- PUNTO B (CARGA BALANCEADA)

$$c_b = \frac{6000\,d}{6000 + f_y}$$

Cb =	**34.71 cm**
ab =	**29.50 cm**

- **Hallando deformacion de cada acero**

$$Ey = \frac{0.003(c-d)}{c}$$

Ey1 =	**0.002481**
Ey2 =	**0.000955**
Ey3 =	**0.000564**
Ey4 =	**0.002099**

- **Hallando esfuerzo de cada capa de acero ≤ a Fy**

Fa = Ey . Es

Fa1 =	4962.00	kg/cm2	**Fa1 =**	**4200.00**	**Kg/cm2**
Fa2 =	1910.00	kg/cm2	**Fa2 =**	**1910.00**	**kg/cm2**
Fa3 =	1128.00	kg/cm2	**Fa3 =**	**1128.00**	**kg/cm2**
Fa4 =	4198.00	kg/cm2	**Fa4 =**	**4198.00**	**kg/cm2**

- **Hallando fuerza de cada capa de acero**

Fs = Fa . As

Fs1 =	**24,948.00**	**kg**
Fs2 =	**7,563.60**	**kg**
Fs3 =	**4,466.88**	**kg**
Fs4 =	**24,936.12**	**kg**

$C_c = 0.85\, f'_c\, ba$
$C_{s1} = A_{s1}\, f_{s1}$
$C_{s2} = A_{s2}\, f_{s2}$
$T_{s3} = A_{s3}\, f_{s3}$
$T_{s4} = A_{s4}\, f_{s4}$

Cs1 =	**24.95**	**ton**
Cs2 =	**7.56**	**ton**
Ts3 =	**4.47**	**ton**
Ts4 =	**24.94**	**ton**
Cc =	**157.97**	**ton**

- **Hallando Fuerza resultante teniendo en cuenta la direccion**

$$P_n = C_c + C_{s1} + C_{s2} - T_{s3} - T_{s4}$$

Pn =	**161.07**	**ton**

- **Hallando momeno nominal**

$$M_n = C_c\left(y_o - a/2\right) + C_{s1}\left(y_o - d_1\right) + C_{s2}\left(y_o - d_2\right) + T_{s3}\left(d_3 - y_o\right) - T_{s4}\left(d_4 - y_o\right)$$

Mn =	**42.31**	**ton-m**

Pn =	**161.0725**	**ton**	**Pu =**	**112.7508**	**ton**
Mn =	**42.31**	**ton-m**	**Mu =**	**29.617**	**ton-m**

III.- PUNTO C (ZONA DE FALLA FRAGIL): C > Cb

C =	**50.00**	**cm**
a =	**42.50**	**cm**

Hallando la deformacion de cada acero

Ey1 =	**0.00264**
Ey2 =	**0.001580**
Ey3 =	**0.000526**
Ey4 =	**0.00054**

Hallando esfuerzo de cada capa de acero ≤ a Fy

Fa1 =	5280.00	kg/cm2	**Fa1 =**	**4200.00**	**Kg/cm2**
Fa2 =	3160.00	kg/cm2	**Fa2 =**	**3160.00**	**kg/cm2**
Fa3 =	1052.00	kg/cm2	**Fa3 =**	**1052.00**	**kg/cm2**
Fa4 =	1080.00	kg/cm2	**Fa4 =**	**1080.00**	**kg/cm2**

Hallando fuerza de cada capa de acero

Fs1 =	24,948.00	kg	**Cs1 =**	**24.95**	**ton**
Fs2 =	12513.60	kg	**Cs2 =**	**12.51**	**ton**
Fs3 =	4165.92	kg	**Ts3 =**	**4.17**	**ton**
Fs4 =	6,415.20	kg	**Ts4 =**	**6.42**	**ton**
			Cc =	**227.59**	**ton**

Hallando Fuerza resultante teniendo en cuenta la direccion

Pn =	**254.46**	**ton**

Hallando el Momento nominal

Mn =	**35.38**	**ton-m**

Pn =	**254.4575**	**ton**	**Pu =**	**178.1203**	**ton**
Mn =	**35.38**	**ton-m**	**Mu =**	**24.766**	**ton-m**

IV.- PUNTO D (ZONA DE FALLA DUCTIL) C < Cb

C =	**20.00**	**cm**
a =	**17.00**	**cm**

Hallando la deformacion de cada acero

Ey1 =	**0.0021**
Ey2 =	**0.000549**
Ey3 =	**0.003186**
Ey4 =	**0.00585**

Hallando esfuerzo de cada capa de acero ≤ a Fy

Fa1 =	4200.00	kg/cm2	**Fa1 =**	**4200.00**	**Kg/cm2**
Fa2 =	1098.00	kg/cm2	**Fa2 =**	**1098.00**	**kg/cm2**
Fa3 =	6372.00	kg/cm2	**Fa3 =**	**4200.00**	**kg/cm2**
Fa4 =	11700.00	kg/cm2	**Fa4 =**	**4200.00**	**kg/cm2**

Hallando fuerza de cada capa de acero

Fs1 =	24,948.00	kg	**Cs1 =**	**24.95**	**ton**
Fs2 =	4348.08	kg	**Cs2 =**	**4.35**	**ton**
Fs3 =	16,632.00	kg	**Ts3 =**	**16.63**	**ton**
Fs4 =	24,948.00	kg	**Ts4 =**	**24.95**	**ton**
			Cc =	**91.04**	**ton**

Hallando Fuerza resultante teniendo en cuenta la direccion

Pn =	78.76	ton

Hallando el Momento nominal

Mn =	36.91	ton-m

Pn =	78.755 ton	Pu =	55.1285 ton
Mn =	36.91 ton-m	Mu =	25.837 ton-m

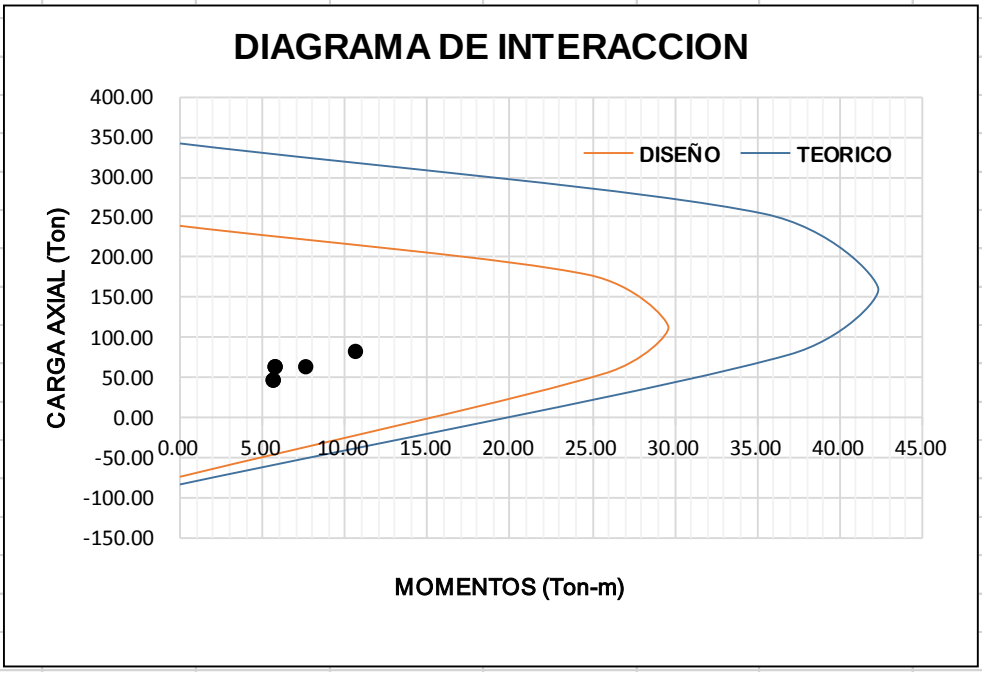
V.- PUNTO D (TRACCION PURA)

Pn = -Ast . Fy

Pn =	-83.16 ton	Pu =	-74.84 ton
Mn =	0 ton-m	Mu =	0 ton-m

RESUMEN

	Mn	Pn	Mu	Pu
1.00	0.00	342.16	0.00	239.51
2.00	35.38	254.46	24.77	178.12
3.00	42.31	161.07	29.62	112.75
4.00	36.91	78.76	25.84	55.13
5.00	0.00	-83.16	0.00	-74.84

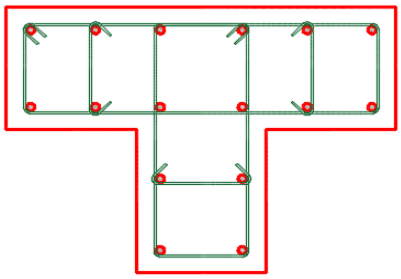


CARGAS ULTIMAS

	Mu	Pu	
VALORES OBTENIDOS DEL ANALISIS	5.81	62.83	M1 Y M2
	5.71	45.14	
	5.77	62.69	
	5.68	44.96	
	10.65	80.50	M-3
	7.65	62.08	M4 Y M5

DISEÑO DE COLUMNA C-2

bf =	90.00	cm
bw =	30.00	cm
h =	65.00	cm
hf =	30.00	cm
F'c =	210.00	kg/cm2
Fy =	4200.00	kg/cm2
Ø =	0.70	



ACEROS EN "X"			
dx (cm)	**#**	**Ø**	**Asx (cm2)**
6.00	6.00	3/4"	17.1
24.00	6.00	3/4"	17.1
42.00	2.00	3/4"	5.7
59.00	2.00	3/4"	5.7
	Ast =		**45.60**

A.- AREA BRUTA TOTAL (Ag):

Ag =	**3750.00 cm2**
ρ =	**1.22%**

CUMPLE CON CUANTIA MINIMA!!

B.- CENTROIDE PLASTICO:

$$y_o = \frac{A_g\,0.85\,f'_c\,h/2 + A'_s\,f_y\,d_1 + A_{s2}\,f_y\,d_2}{A_g\,0.85\,f'_c + A'_s\,f_y + A_{s2}\,f_y}$$

CP = Yo =	**24.05 cm**

C.- DIAGRAMA DE INTERACCION

I.- PUNTO A (COMPRESION PURA)

$$p_o = 0.85\,f'_c\left(A_g - A_{st}\right) + A_{st}\,f_y$$

Pn = 852.76 ton

Pn max =	**682.21 ton**	**Mn =**	**0 ton**
Pu =	**477.55 ton**	**Mu =**	**0 ton**

II.- PUNTO B (CARGA BALANCEADA)

$$c_b = \frac{6000\,d}{6000 + f_y}$$

Cb =	**34.71 cm**
ab =	**29.50 cm**

- **Hallando deformacion de cada acero**

$$Ey = \frac{0.003(c-d)}{c}$$

Ey1 =	**0.002481**
Ey2 =	**0.000926**
Ey3 =	**0.00063**
Ey4 =	**0.002099**

- **Hallando esfuerzo de cada capa de acero ≤ a Fy**

$Fa = Ey \cdot Es$

Fa1 =	4962.00 kg/cm2	**Fa1 =**	**4200.00 Kg/cm2**
Fa2 =	1852.00 kg/cm2	**Fa2 =**	**1852.00 kg/cm2**
Fa3 =	1260.00 kg/cm2	**Fa3 =**	**1260.00 kg/cm2**
Fa4 =	4198.00 kg/cm2	**Fa4 =**	**4198.00 kg/cm2**

- **Hallando fuerza de cada capa de acero**

$Fs = Fa \cdot As$

Fs1 =	**71,820.00**	**kg**
Fs2 =	**31,669.20**	**kg**
Fs3 =	**7,182.00**	**kg**
Fs4 =	**23,928.60**	**kg**

Cs1 =	**71.82**	**ton**
Cs2 =	**31.67**	**ton**
Ts3 =	**7.18**	**ton**
Ts4 =	**23.93**	**ton**

Calculo de Cc:

Si: hf > a $Cc = 0.85 \cdot f'c \cdot bf \cdot a$

hf < a $Cc = 0.85 \cdot f'c \cdot (bf \cdot hf + bw \cdot (a - hf))$

Cc =	**473.92**	**ton**

Punto de aplicación de Cc = **14.75 cm**

- **Hallando Fuerza resultante teniendo en cuenta la direccion**

Pn =	**546.30**	**ton**

- **Hallando momeno nominal**

Mn =	**66.71**	**ton-m**

Pn =	**546.2975 ton**	**Pu =**	**382.4083 ton**
Mn =	**66.71 ton-m**	**Mu =**	**46.697 ton-m**

III.- PUNTO C (ZONA DE FALLA FRAGIL): C > Cb

C =	**50.00 cm**
a =	**42.50 cm**

Hallando la deformacion de cada acero

Ey1 =	**0.00264**
Ey2 =	**0.001560**
Ey3 =	**0.000480**
Ey4 =	**0.00054**

Hallando esfuerzo de cada capa de acero ≤ a Fy

Fa1 =	5280.00 kg/cm2	**Fa1 =**	**4200.00 Kg/cm2**
Fa2 =	3120.00 kg/cm2	**Fa2 =**	**3120.00 kg/cm2**
Fa3 =	960.00 kg/cm2	**Fa3 =**	**960.00 kg/cm2**
Fa4 =	1080.00 kg/cm2	**Fa4 =**	**1080.00 kg/cm2**

Hallando fuerza de cada capa de acero

Fs1 =	71,820.00 kg	**Cs1 =**	**71.82 ton**
Fs2 =	53352.00 kg	**Cs2 =**	**53.35 ton**
Fs3 =	5472.00 kg	**Cs3 =**	**5.47 ton**
Fs4 =	6156.00 kg	**Ts4 =**	**6.16 ton**

Calculo de Cc:

Si: hf > a $Cc = 0.85 \cdot f'c \cdot bf \cdot a$

hf < a $Cc = 0.85 \cdot f'c \cdot (bf \cdot hf + bw \cdot (a - hf))$

Cc =	**548.89 ton**

Punto de aplicación de Cc = **24.10 cm**

Hallando Fuerza resultante teniendo en cuenta la direccion

Pn =	**673.37 ton**

Hallando el Momento nominal

Mn =	**16.40 ton-m**

Pn =	**673.3675 ton**	**Pu =**	**471.3573 ton**
Mn =	**16.4 ton-m**	**Mu =**	**11.48 ton-m**

IV.- PUNTO D (ZONA DE FALLA DUCTIL) C < Cb

C =	**20.00 cm**
a =	**17.00 cm**

Hallando la deformacion de cada acero

Ey1 =	**0.0021**
Ey2 =	**0.000600**
Ey3 =	**0.0033**
Ey4 =	**0.00585**

Hallando esfuerzo de cada capa de acero ≤ a Fy

Fa1 =	4200.00 kg/cm2	**Fa1 =**	**4200.00 Kg/cm2**
Fa2 =	1200.00 kg/cm2	**Fa2 =**	**1200.00 kg/cm2**
Fa3 =	6600.00 kg/cm2	**Fa3 =**	**4200.00 kg/cm2**
Fa4 =	11700.00 kg/cm2	**Fa4 =**	**4200.00 kg/cm2**

Hallando fuerza de cada capa de acero

Fs1 =	71,820.00 kg	**Cs1 =**	**71.82 ton**
Fs2 =	20520.00 kg	**Ts2 =**	**20.52 ton**
Fs3 =	23,940.00 kg	**Ts3 =**	**23.94 ton**
Fs4 =	23,940.00 kg	**Ts4 =**	**23.94 ton**

Calculo de Cc:

Si: hf > a $Cc = 0.85 \cdot f'c \cdot bf \cdot a$

hf < a $Cc = 0.85 \cdot f'c \cdot (bf \cdot hf + bw \cdot (a - hf))$

Cc =	**273.11 ton**

Punto de aplicación de Cc = **8.50 cm**

Hallando Fuerza resultante teniendo en cuenta la direccion

Pn =	**276.53 ton**

Hallando el Momento nominal

Mn =	**68.11 ton-m**		
Pn =	**276.525 ton**	**Pu =**	**193.5675 ton**
Mn =	**68.11 ton-m**	**Mu =**	**47.677 ton-m**

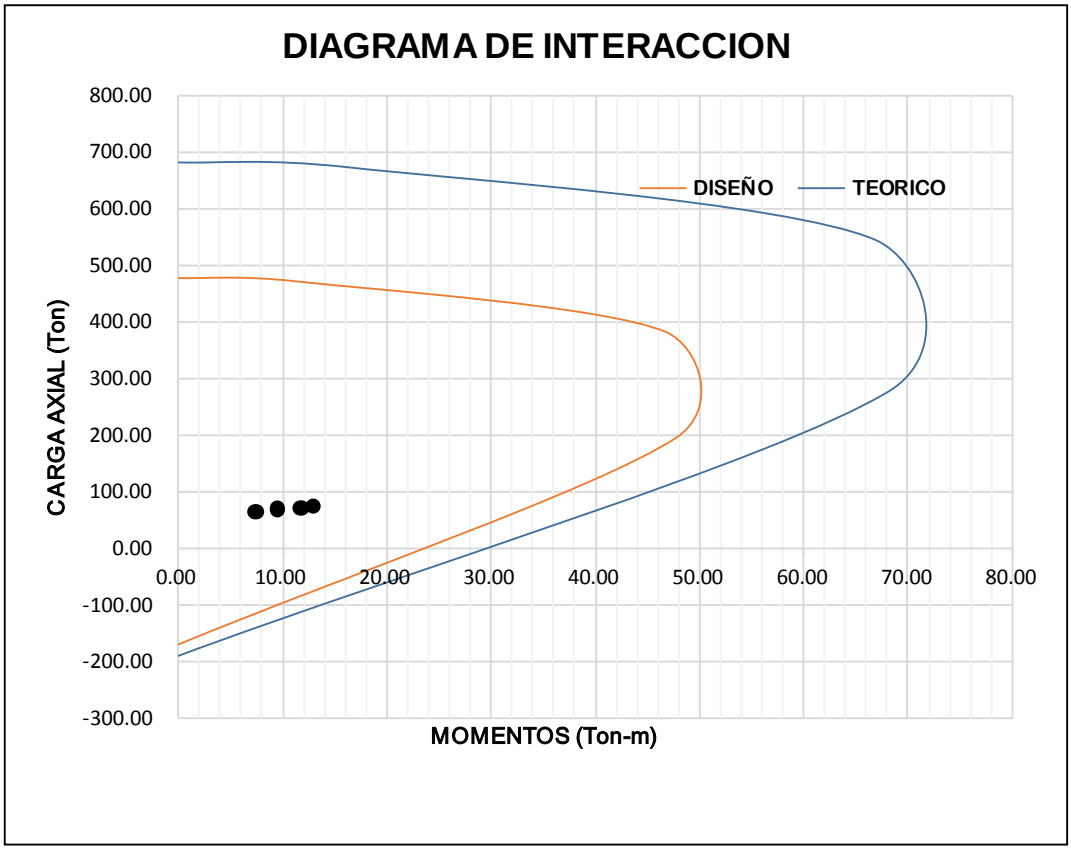
V.- PUNTO D (TRACCION PURA)

Pn = -Ast . Fy

Pn =	**-191.52 ton**	**Pu =**	**-172.37 ton**
Mn =	**0 ton-m**	**Mu =**	**0 ton-m**

RESUMEN

	Mn	Pn	Mu	Pu
1.00	0.00	682.21	0.00	477.55
2.00	16.40	673.37	11.48	471.36
3.00	66.71	546.30	46.70	382.41
4.00	68.11	276.53	47.68	193.57
5.00	0.00	-191.52	0.00	-172.37



CARGAS ULTIMAS			
	Mu (ton-m)	Pu (ton)	
VALORES OBTENIDOS DEL ANALISIS	7.59	62.36	M-01 y
	7.28	61.52	M-02
	11.92	67.81	M-03
	12.91	71.00	
	11.71	67.40	
	9.51	67.72	M-04 y
	9.52	66.77	M-05

DISEÑO POR CORTE

Vu =	9.78	ton
Pu =	80.50	ton
b =	30.00	cm
h =	65.00	cm
d =	59.00	cm
L =	285.00	cm
r =	4.00	cm
f'c =	210.00	kg/cm2
fy =	4,200.00	kg/cm2
Ø =	0.85	

1. Calculo de corte que absorve el concreto.

$$V_c = 0.53\left(1+\frac{N_u}{140A_g}\right)\sqrt{f'_c}\,b_w\,d$$

Vc = 17.6 ton

NO REQUIERE COLOCACION DE ESTRIBOS!!

2. Calculo de corte que absorve los estribos.

Vs = Vu/Ø - Vc ⟶ Vs = -6.09 ton

3. Verificacion del cortante que absorve el acero

Vs ≤ Vuc = $2{,}1\sqrt{f'c}\ bw\ d$

Vuc = 53.86 ton **CUMPLE!!**

4. Calculo de espaciamiento de estribos con:

estribo: 3/8"

Av = (Nro de ramas).(A varilla) Av = 1.42 cm2

$$S = \frac{Av.fy.d}{Vs}$$

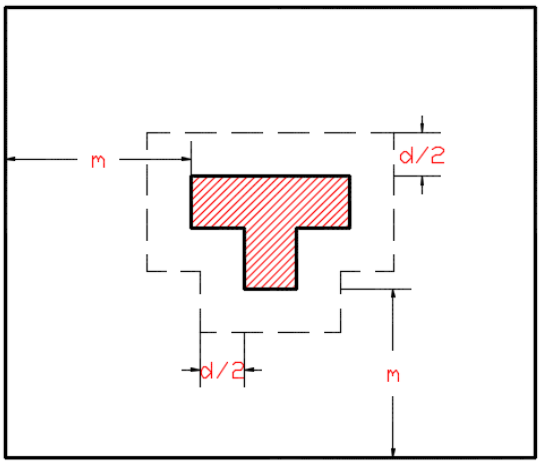
S = -57.78 cm

S = -60.00 cm

5.1.3.6.6 DISEÑO DE CIMENTACION

DISEÑO DE ZAPATA AISLADA M1 Y M2 EN COLUMNA T EJE W

q admisible =	0.88 kg/cm2
ɣ terreno + zapata =	2100 kg/m3
F'c =	210 kg/cm2
Fy =	4200 kg/cm2
Df =	1.50 m
P dead =	23.02 ton
P live =	4.93 ton
M dead =	1.4 ton-m
M live =	0.89 ton-m
s/c piso NPT =	250 kg/m2
b =	0.90 m
t =	0.65 m
bw =	0.3 m
tw =	0.35 m
Ac =	0.375 m2



a) Calculo del esfuerzo neto del terreno (σn)

$$\sigma n = \sigma t - \gamma tz.Df - s/c$$

σn =	5.4 ton/m2

b) Calculo de las dimensiones de la zapata en planta

P =	27.95 ton
M =	2.29 ton-m
e =	0.08 m

$$\sigma 2 = \sigma n = \frac{P}{Az}\left(1 + \frac{6e}{A}\right)$$

Pero:

σn = 5.40 ton/m2

Az = (2m + b)*(2m + t)

Resolviendo la ecuacion cubica tenemos:

m = 0.85 m

A =	2.61	2.60 m
B =	2.36	2.35 m

Verificando la otra condicion:

$$\sigma 1 = \frac{P}{Az}(1 - \frac{6e}{A})$$

σ1 =	3.71 ton/m2	OK

c) Calculo de la reaccion neta (por carga ultima)

$$\sigma u1 = \frac{Pu}{Az}\left(1 - \frac{6e}{A}\right) = \text{Wn1} \qquad \sigma u2 = \frac{Pu}{Az}\left(1 + \frac{6e}{A}\right) = Wn2$$

Pu = 40.61 ton e = 0.09 m

Mu = 3.70 ton-m

Por lo tanto:

Wn1 = 5.27 ton/m2 = 0.53 kg/cm2

Wn2 = 8.03 ton/m2 = 0.8 kg/cm2

d) Diseño por fuerza cortante

Calculo del Cortante actuante

$$Vu = Wn\,.B\,.(m - d)$$

Calculo del cortante admisible o permisible

$$Vu = \phi.Vc = \phi.0.53.\sqrt{f'c}\,.B\,.d$$

Vu : Cortante admisible o permisible (cort. Resist.)

Vc : Fuerza cortante que proporciona el concreto

Ø : 0.85

Vu act ≤ Vu resit

d = 9.3 cm

e) Diseño por punzonamiento

Calculo del cortante actuante o de punzonamiento

$$\text{Vact} = Vpunz = Pu - Wn.Apunz \qquad Apunz = (b + d).(t + d)$$

Calculo del cortante admisible o permisible

$$Vu = \phi.Vc = \phi.\left(0.53 + \frac{1.1}{Bc}\right).\sqrt{f'c}.b.d \le \phi.1.1.\sqrt{f'c}.bo.d$$

$$Bc = \frac{Dimesion > de\ columna}{Dimension < de\ columna} = \frac{b}{t}$$

Bc = 1.38

Nota:

$$\left(0.53 + \frac{1.1}{Bc}\right) \le 1.1$$

Para este caso: 1.32 > 1.1

LA FORMULA QUEDA: $Vu\ act = Vu\ resist$

$$Pu - Wn.[(b + d).(t + d) + (bw + d)(tw)] = \phi.1.1.\sqrt{f'c}.bo.d$$

$$bo = 2b + 2t + 4d$$

Resolviendo la ecuacion cuadratica:

d = 7.9 cm

f) Longitud de desarrollo

Ld = $0.08.db.\frac{Fy}{\sqrt{f'c}}$ = 44.29 cm

$0.004.db.Fy$ = 32.09 cm

20 cm

Se considera el mayor:

$d = Ld + 1.5\phi$

Ø = diametro de barra de zapata Ø = 1.59 cm

d = 46.7 cm

g) Calculo de altura de zapata

H = d + recubrimiento + Ø/2

H = 55.00 cm

h) Diseño de acero longitudinal

d = 46.7 cm para B barras paralelas al lado

d1 = 45.1 cm para A barras paralelas al lado

M act = 6.88 ton-m

$a\,max = 0.75xab = 0.75xB1x6000x\frac{d}{6000 + Fy}$

B1 = 0.85

a max = 17.5 cm

Ø = 0.9

$Mmax = \phi\left(0.85xf'c.a\,max.B.\left(d - \frac{a\,max}{2}\right)\right)$

M max = 250.73 ton-m

Se diseñara con:

Mact = 6.88 ton-m **SE DISEÑARA COMO SIMPLEMENTE ARMADA**

Calculando el area de acero:

$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$ $a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$

As = 3.91 cm2

VERIFICACION POR CUANTIA MINIMA

$Cuantia\,minima = 0.0018 = \frac{As\,min}{b.d}; b = B$

As min = 19.75 cm2

POR LO TANTO:

As = 19.75 cm2

N° VARILLAS: 10 und φ 5/8"

Espaciamiento: 23.6 cm

Por lo tanto: 23.0 cm

i) Calculo de acero transversal

Mact =	7.61 ton-m
a max =	16.9 cm
M max =	258.71 ton-m

Se diseñara con:

Mact =	7.61 ton-m

SIMPLEMENTE ARMADA

Calculando el area de acero:

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

As =	4.48 cm2

VERIFICACION POR CUANTIA MINIMA

$$Cuantia\ minima = 0.0018 = \frac{As\ min}{b.d}; b = A$$

As min =	21.11 cm2

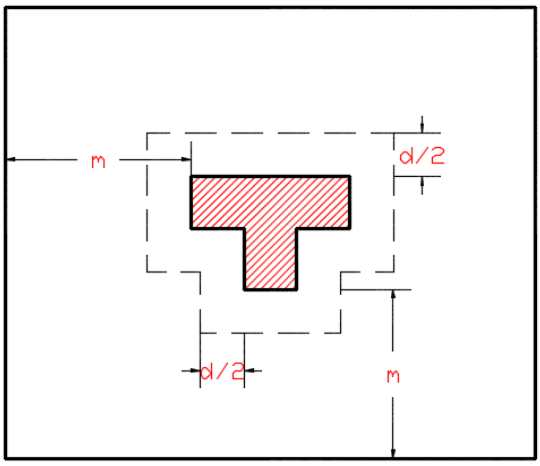
POR LO TANTO:

As =	21.11 cm2

N° VARILLAS:	11 und	φ 5/8"
Espaciamiento:	24.4 cm	
Por lo tanto:	24.0 cm	

DISEÑO DE ZAPATA AISLADA M1 Y M2 EN COLUMNA T - EJE V

q admisible =	0.88 kg/cm2
ɣ terreno + zapata =	2100 kg/m3
F'c =	210 kg/cm2
Fy =	4200 kg/cm2
Df =	1.50 m
P dead =	32.86 ton
P live =	9.62 ton
M dead =	0.81 ton-m
M live =	0.36 ton-m
s/c piso NPT =	250 kg/m2
b =	0.90 m
t =	0.65 m
bw =	0.3 m
tw =	0.35 m
Ac =	0.375 m2



a) Calculo del esfuerzo neto del terreno (σn)

$$\sigma n = \sigma t - \gamma tz.Df - s/c$$

σn =	5.4 ton/m2

b) Calculo de las dimensiones de la zapata en planta

P =	42.48 ton
M =	1.17 ton-m
e =	0.03 m

$$\sigma 2 = \sigma n = \frac{P}{Az}\left(1 + \frac{6e}{A}\right)$$

Pero:

σn = 5.40 ton/m2

Az = (2m + b)*(2m + t)

Resolviendo la ecuacion cubica tenemos:

m = 1.05 m

A =	3.01	3.00 m
B =	2.76	2.75 m

Verificando la otra condicion:

$$\sigma 1 = \frac{P}{Az}(1 - \frac{6e}{A})$$

σ1 =	4.87 ton/m2	OK

c) Calculo de la reaccion neta (por carga ultima)

$$\sigma u1 = \frac{Pu}{Az}\left(1 - \frac{6e}{A}\right) = \text{Wn1} \qquad \sigma u2 = \frac{Pu}{Az}\left(1 + \frac{6e}{A}\right) = Wn2$$

Pu = 62.36 ton e = 0.03 m

Mu = 1.86 ton-m

Por lo tanto:

Wn1 = 7.11 ton/m2 = 0.71 kg/cm2

Wn2 = 8.01 ton/m2 = 0.8 kg/cm2

d) Diseño por fuerza cortante

Calculo del Cortante actuante

$$Vu = Wn\,.B\,.(m - d)$$

Calculo del cortante admisible o permisible

$$Vu = \phi.Vc = \phi.0.53.\sqrt{f'c}\,.B\,.d$$

Vu : Cortante admisible o permisible (cort. Resist.)

Vc : Fuerza cortante que proporciona el concreto

Ø : 0.85

Vu act ≤ Vu resit

d = 11.5 cm

e) Diseño por punzonamiento

Calculo del cortante actuante o de punzonamiento

$$\text{Vact} = Vpunz = Pu - Wn.Apunz \qquad Apunz = (b + d).(t + d)$$

Calculo del cortante admisible o permisible

$$Vu = \phi.Vc = \phi.\left(0.53 + \frac{1.1}{Bc}\right).\sqrt{f'c}.b.d \le \phi.1.1.\sqrt{f'c}.bo.d$$

$$Bc = \frac{Dimesion > de\ columna}{Dimension < de\ columna} = \frac{b}{t}$$

Bc = 1.38

Nota:

$$\left(0.53 + \frac{1.1}{Bc}\right) \le 1.1$$

Para este caso: 1.32 > 1.1

LA FORMULA QUEDA: $Vu\ act = Vu\ resist$

$$Pu - Wn.[(b + d).(t + d) + (bw + d)(tw)] = \phi.1.1.\sqrt{f'c}.bo.d$$

$$bo = 2b + 2t + 4d$$

Resolviendo la ecuacion cuadratica:

d = 11.9 cm

f) Longitud de desarrollo

Ld = $0.08.db.\frac{Fy}{\sqrt{f'c}}$ = 44.29 cm

$0.004.db.Fy$ = 32.09 cm

20 cm

Se considera el mayor:

$d = Ld + 1.5\phi$

Ø = diametro de barra de zapata Ø = 1.59 cm

d = 46.7 cm

g) Calculo de altura de zapata

H = d + recubrimiento + Ø/2

H = 55.00 cm

h) Diseño de acero longitudinal

d = 46.7 cm para B barras paralelas al lado

d1 = 45.1 cm para A barras paralelas al lado

M act = 12.24 ton-m

$a\,max = 0.75xab = 0.75xB1x6000x\frac{d}{6000 + Fy}$

B1 = 0.85

a max = 17.5 cm

Ø = 0.9

$Mmax = \phi\left(0.85xf'c.a\,max.B.\left(d - \frac{a\,max}{2}\right)\right)$

M max = 293.4 ton-m

Se diseñara con:

Mact = 12.24 ton-m SE DISEÑARA COMO SIMPLEMENTE ARMADA

Calculando el area de acero:

$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$ $a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$

As = 6.98 cm2

VERIFICACION POR CUANTIA MINIMA

$Cuantia\,minima = 0.0018 = \frac{As\,min}{b.d}; b = B$

As min = 23.12 cm2

POR LO TANTO:

As = 23.12 cm2

N° VARILLAS: 12 und ϕ 5/8"

Espaciamiento: 23.6 cm

Por lo tanto: 23.0 cm

i) Calculo de acero transversal

Mact =	13.36 ton-m
a max =	16.9 cm
M max =	298.51 ton-m

Se diseñara con:

Mact =	13.36 ton-m

SIMPLEMENTE ARMADA

Calculando el area de acero:

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

As =	7.89 cm2

VERIFICACION POR CUANTIA MINIMA

$$Cuantia\ minima = 0.0018 = \frac{As\ min}{b.d}; b = A$$

As min =	24.35 cm2

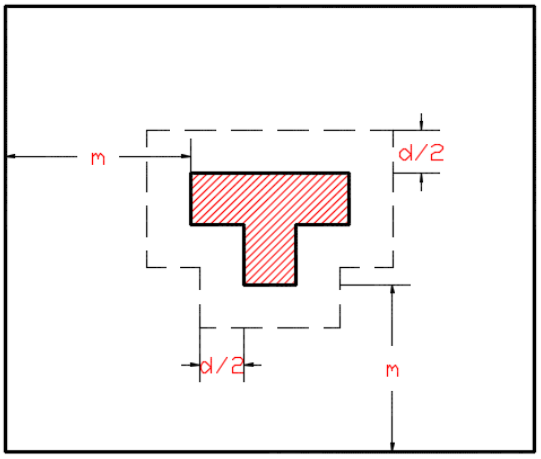
POR LO TANTO:

As =	24.35 cm2

N° VARILLAS:	13 und	ϕ 5/8"
Espaciamiento:	24.4 cm	
Por lo tanto:	24.0 cm	

DISEÑO DE ZAPATA AISLADA M3 EN COLUMNA T EJE 11-R

q admisible =	0.88 kg/cm2
ɣ terreno + zapata =	2100 kg/m3
F'c =	210 kg/cm2
Fy =	4200 kg/cm2
Df =	1.50 m
P dead =	36.57 ton
P live =	9.78 ton
M dead =	0.54 ton-m
M live =	0.48 ton-m
s/c piso NPT =	400 kg/m2
b =	0.90 m
t =	0.65 m
bw =	0.3 m
tw =	0.35 m
Ac =	0.375 m2



a) Calculo del esfuerzo neto del terreno (σn)

$$\sigma n = \sigma t - \gamma tz.Df - s/c$$

σn =	5.25 ton/m2

b) Calculo de las dimensiones de la zapata en planta

P =	46.35 ton
M =	1.02 ton-m
e =	0.02 m

$$\sigma 2 = \sigma n = \frac{P}{Az}\left(1 + \frac{6e}{A}\right)$$

Pero:

σn = 5.25 ton/m2

Az = (2m + b)*(2m + t)

Resolviendo la ecuacion cubica tenemos:

m = 1.13 m

A =	3.16	3.15 m
B =	2.91	2.90 m

Verificando la otra condicion:

$$\sigma 1 = \frac{P}{Az}\left(1 - \frac{6e}{A}\right)$$

σ1 =	4.86 ton/m2	OK

c) Calculo de la reaccion neta (por carga ultima)

$$\sigma u1 = \frac{Pu}{Az}\left(1 - \frac{6e}{A}\right) = \text{Wn1} \qquad \sigma u2 = \frac{Pu}{Az}\left(1 + \frac{6e}{A}\right) = Wn2$$

Pu = 67.82 ton e = 0.02 m

Mu = 1.67 ton-m

Por lo tanto:

Wn1 = 7.14 ton/m2 = 0.71 kg/cm2

Wn2 = 7.71 ton/m2 = 0.77 kg/cm2

d) Diseño por fuerza cortante

Calculo del Cortante actuante

$$Vu = Wn\,.B\,.(m - d)$$

Calculo del cortante admisible o permisible

$$Vu = \phi.Vc = \phi.0.53.\sqrt{f'c}\,.B\,.d$$

Vu : Cortante admisible o permisible (cort. Resist.)

Vc : Fuerza cortante que proporciona el concreto

Ø : 0.85

Vu act ≤ Vu resit

d = 11.9 cm

e) Diseño por punzonamiento

Calculo del cortante actuante o de punzonamiento

$$\text{Vact} = Vpunz = Pu - Wn.Apunz \qquad Apunz = (b + d).(t + d)$$

Calculo del cortante admisible o permisible

$$Vu = \phi.Vc = \phi.\left(0.53 + \frac{1.1}{Bc}\right).\sqrt{f'c}.b.d \le \phi.1.1.\sqrt{f'c}.bo.d$$

$$Bc = \frac{Dimesion > de\ columna}{Dimension < de\ columna} = \frac{b}{t}$$

Bc = 1.38

Nota:

$$\left(0.53 + \frac{1.1}{Bc}\right) \le 1.1$$

Para este caso: 1.32 > 1.1

LA FORMULA QUEDA: $Vu\ act = Vu\ resist$

$$Pu - Wn.[(b + d).(t + d) + (bw + d)(tw)] = \phi.1.1.\sqrt{f'c}.bo.d$$

$$bo = 2b + 2t + 4d$$

Resolviendo la ecuacion cuadratica:

d = 12.9 cm

f) Longitud de desarrollo

Ld = $0.08.db.\frac{Fy}{\sqrt{f'c}}$ = 44.29 cm

$0.004.db.Fy$ = 32.09 cm

20 cm

Se considera el mayor:

$d = Ld + 1.5\phi$

Ø = diametro de barra de zapata Ø = 1.59 cm

d = 46.7 cm

g) Calculo de altura de zapata

H = d + recubrimiento + Ø/2

H = 55.00 cm

h) Diseño de acero longitudinal

d = 46.7 cm para B barras paralelas al lado

d1 = 45.1 cm para A barras paralelas al lado

M act = 14.27 ton-m

$a\,max = 0.75xab = 0.75xB1x6000x\frac{d}{6000 + Fy}$

B1 = 0.85

a max = 17.5 cm

Ø = 0.9

$Mmax = \phi\left(0.85xf'c.a\,max.B.\left(d - \frac{a\,max}{2}\right)\right)$

M max = 309.41 ton-m

Se diseñara con:

Mact = 14.27 ton-m SE DISEÑARA COMO SIMPLEMENTE ARMADA

Calculando el area de acero:

$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$ $a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$

As = 8.14 cm2

VERIFICACION POR CUANTIA MINIMA

$Cuantia\,minima = 0.0018 = \frac{As\,min}{b.d}; b = B$

As min = 24.38 cm2

POR LO TANTO:

As = 24.38 cm2

N° VARILLAS: 13 und φ 5/8"

Espaciamiento: 23.6 cm

Por lo tanto: 23.0 cm

i) Calculo de acero transversal

Mact =	15.5 ton-m
a max =	16.9 cm
M max =	313.44 ton-m

Se diseñara con:

Mact =	15.5 ton-m

SIMPLEMENTE ARMADA

Calculando el area de acero:

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

As =	9.16 cm2

VERIFICACION POR CUANTIA MINIMA

$$Cuantia\ minima = 0.0018 = \frac{As\ min}{b.d}; b = A$$

As min =	25.57 cm2

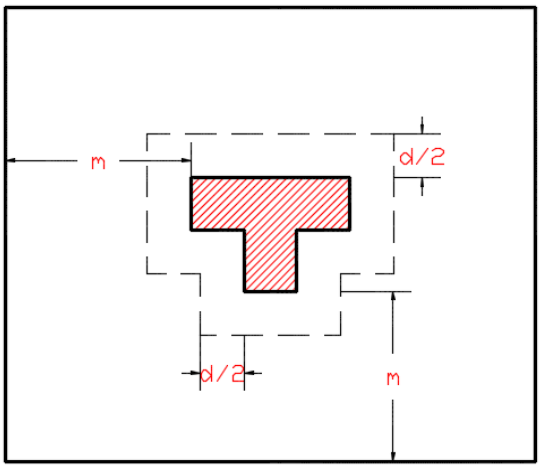
POR LO TANTO:

As =	25.57 cm2

N° VARILLAS:	13 und	φ 5/8"
Espaciamiento:	24.4 cm	
Por lo tanto:	24.0 cm	

DISEÑO DE ZAPATA AISLADA M3 EN COLUMNA T EJE 15-R

q admisible =	0.88 kg/cm2
γ terreno + zapata =	2100 kg/m3
F'c =	210 kg/cm2
Fy =	4200 kg/cm2
Df =	1.50 m
P dead =	24.27 ton
P live =	5.12 ton
M dead =	1.27 ton-m
M live =	0.87 ton-m
s/c piso NPT =	400 kg/m2
b =	0.90 m
t =	0.65 m
bw =	0.3 m
tw =	0.35 m
Ac =	0.375 m2



a) Calculo del esfuerzo neto del terreno (σn)

$$\sigma n = \sigma t - \gamma tz.Df - s/c$$

σn =	5.25 ton/m2

b) Calculo de las dimensiones de la zapata en planta

P =	29.39 ton
M =	2.14 ton-m
e =	0.07 m

$$\sigma 2 = \sigma n = \frac{P}{Az}\left(1 + \frac{6e}{A}\right)$$

Pero:

σn = 5.25 ton/m2

Az = (2m + b)*(2m + t)

Resolviendo la ecuacion cubica tenemos:

m = 0.89 m

A =	2.68	2.70 m
B =	2.43	2.45 m

Verificando la otra condicion:

$$\sigma 1 = \frac{P}{Az}(1 - \frac{6e}{A})$$

σ1 =	3.72 ton/m2	OK

c) Calculo de la reaccion neta (por carga ultima)

$$\sigma u1 = \frac{Pu}{Az}\left(1 - \frac{6e}{A}\right) = \text{Wn1} \qquad \sigma u2 = \frac{Pu}{Az}\left(1 + \frac{6e}{A}\right) = Wn2$$

Pu = 42.68 ton e = 0.08 m

Mu = 3.47 ton-m

Por lo tanto:

Wn1 = 5.31 ton/m2 = 0.53 kg/cm2

Wn2 = 7.60 ton/m2 = 0.76 kg/cm2

d) Diseño por fuerza cortante

Calculo del Cortante actuante

$$Vu = Wn\,.B\,.(m - d)$$

Calculo del cortante admisible o permisible

$$Vu = \phi.Vc = \phi.0.53.\sqrt{f'c}\,.B\,.d$$

Vu : Cortante admisible o permisible (cort. Resist.)

Vc : Fuerza cortante que proporciona el concreto

Ø : 0.85

Vu act ≤ Vu resit

d = 9.3 cm

e) Diseño por punzonamiento

Calculo del cortante actuante o de punzonamiento

$$\text{Vact} = Vpunz = Pu - Wn.Apunz \qquad Apunz = (b + d).(t + d)$$

Calculo del cortante admisible o permisible

$$Vu = \phi.Vc = \phi.\left(0.53 + \frac{1.1}{Bc}\right).\sqrt{f'c}.b.d \le \phi.1.1.\sqrt{f'c}.bo.d$$

$$Bc = \frac{Dimesion > de\ columna}{Dimension < de\ columna} = \frac{b}{t}$$

Bc = 1.38

Nota:

$$\left(0.53 + \frac{1.1}{Bc}\right) \le 1.1$$

Para este caso: 1.32 > 1.1

LA FORMULA QUEDA: $Vu\ act = Vu\ resist$

$$Pu - Wn.[(b + d).(t + d) + (bw + d)(tw)] = \phi.1.1.\sqrt{f'c}.bo.d$$

$$bo = 2b + 2t + 4d$$

Resolviendo la ecuacion cuadratica:

d = 8.3 cm

f) Longitud de desarrollo

Ld = max($0.08.db.\frac{Fy}{\sqrt{f'c}}$ = 44.29 cm ; $0.004.db.Fy$ = 32.09 cm ; 20 cm)

Se considera el mayor:

$d = Ld + 1.5\phi$ Ø = diametro de barra de zapata Ø = 1.59 cm

d = 46.7 cm

g) Calculo de altura de zapata

H = d + recubrimiento + Ø/2

H = 55.00 cm

h) Diseño de acero longitudinal

d = 46.7 cm para B barras paralelas al lado

d1 = 45.1 cm para A barras paralelas al lado

M act = 7.37 ton-m

$a\,max = 0.75xab = 0.75xB1x6000x\frac{d}{6000 + Fy}$

B1 = 0.85

a max = 17.5 cm

Ø = 0.9

$Mmax = \phi\left(0.85xf'c.a\,max.B.\left(d - \frac{a\,max}{2}\right)\right)$

M max = 261.39 ton-m

Se diseñara con:

Mact = 7.37 ton-m **SE DISEÑARA COMO SIMPLEMENTE ARMADA**

Calculando el area de acero:

$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$ $a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$

As = 4.19 cm2

VERIFICACION POR CUANTIA MINIMA

$Cuantia\,minima = 0.0018 = \frac{As\,min}{b.d}; b = B$

As min = 20.59 cm2

POR LO TANTO:

As = 20.59 cm2

N° VARILLAS: 11 und φ 5/8"

Espaciamiento: 23.6 cm

Por lo tanto: 23.00 cm

i) Calculo de acero transversal

Mact =	8.12 ton-m
a max =	16.9 cm
M max =	268.66 ton-m

Se diseñara con:

Mact =	8.12 ton-m

SIMPLEMENTE ARMADA

Calculando el area de acero:

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.B}$$

As =	4.79 cm2

VERIFICACION POR CUANTIA MINIMA

$$Cuantia\ minima = 0.0018 = \frac{As\ min}{b.d}; b = A$$

As min =	21.92 cm2

POR LO TANTO:

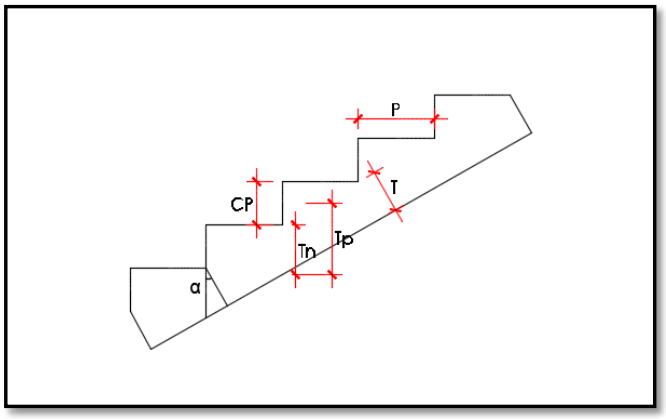
As =	21.92 cm2

N° VARILLAS:	12 und	φ 5/8"
Espaciamiento:	24.4 cm	
Por lo tanto:	24.0 cm	

5.1.3.6.7 DISEÑO DE ESCALERA

DISEÑO DE ESCALERA

P =	0.30	m
CP =	0.17	m
L =	5.05	m
Acabados =	0.1	ton/m2
S/C =	0.4	ton/m2
Fy =	4200	kg/cm2
F'c =	210	kg/cm2



a) CALCULO DEL ESPERSOR "T" DE LA ESCALERA

$$T = \frac{L}{20}\ y\ \frac{L}{25}$$

T =	0.2525	
T =	0.202	
Por lo tanto: T =	0.23	m

b) CALCULO DEL ESPESOR

$$Tn = \frac{T}{cos\alpha} \qquad Tp = Tn + \frac{CP}{2}$$

Cosα =	0.87	
Tn =	0.264	m
Tp =	0.349	m

C) METRADO DE CARGAS

Considerando un ancho unitario (1m)

Parte inclinada de la escalera

Carga Muerta

Peso Propio:	0.84	ton/m
Acabados:	0.1	ton/m
Wd =	0.94	ton/m

Carga viva:

WL =	0.4	ton/m

$$Wu = 1.4Wd + 1.7Wl$$

Wu1 =	2.00 ton/m

Para el descanso

Carga Muerta

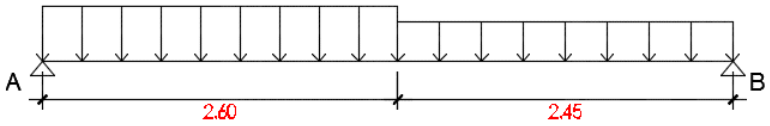
Peso Propio:	0.48 ton/m
Acabados:	0.1 ton/m
Wd =	0.58 ton/m

Carga viva:

WL =	0.4 ton/m

Wu2 =	1.49 ton/m

PRIMER TRAMO



d1 = 2.6
d2 = 2.45

Calculando reaccion en A: $X = \frac{Ra}{Wu1}$

Ra = 4.75 ton
X = 2.38 m

$$Mx = Ra.X - \frac{Wu1.X^2}{2}$$

Mx= Mmax = 5.64 ton-m

CALCULO DEL MOMENTO DE DISEÑO

$$Mdiseño = \propto .Mmax$$

α = 0.9

Mdiseño = 5.08 ton-m

CALCULO DE ACERO

(+)M diseño = 5.08 ton-m

(-)M diseño = 2.54 ton-m

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.b}$$

Acero Positivo:

(+)M diseño = 5.08 ton-m

d = 20.40 cm 1/2" = 1.27 cm

φ = 0.9

Tanteando:

As(+) = 6.86 cm2

Usando φ 1/2": s = 0.185 m

Acero Negativo:

(-)M diseño = 2.54 ton-m

As(-) = 3.43 cm2

Usando φ 3/8": s = 0.20 m

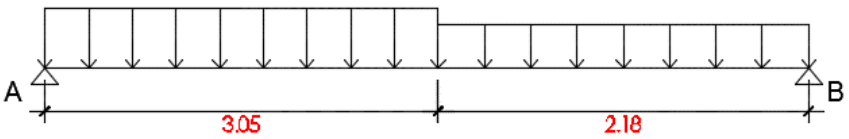
Acero por temperatura:

$$Cuantia\ minima = 0.0018 = \frac{Ast}{b.t}$$

Ast = 4.14 cm2

Usando φ 3/8": s = 0.17 m

SEGUNDO TRAMO



d1 = 3.05

d2 = 2.18

Calculando reaccion en A: $X = \frac{Ra}{Wu1}$

Ra = 5.00 ton

X = 2.50 m

$$Mx = Ra.X - \frac{Wu1.X^2}{2}$$

Mx= Mmax = 6.25 ton-m

d) CALCULO DEL MOMENTO DE DISEÑO

$$Mdiseño = \propto .Mmax$$

α = 0.9

Mdiseño = 5.63 ton-m

e) CALCULO DE ACERO

(+)M diseño = 5.63 ton-m

(-)M diseño = 2.82 ton-m

$$Mact = Mu = \phi.As.Fy.\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad a = \frac{As.Fy}{0.85.f'c.b}$$

Acero Positivo:

(+)M diseño = 5.63 ton-m

d = 20.40 1/2" = 1.27 cm

φ = 0.9

Tanteando:

As(+) = 7.64 cm2

Usando φ 1/2": s = 0.166 m

Acero Negativo:

(-)M diseño = 2.815 ton-m

As(-) = 3.82 cm2

Usando φ 3/8": s = 0.186 m

Acero por temperatura:

$$Cuantia\ minima = 0.0018 = \frac{Ast}{b.t}$$

Ast = 4.14 cm2

Usando φ 3/8": s = 0.17 m

5.2 DISCUSION DE RESULTADOS

La presente tesis tuvo como propósito realizar el análisis y diseño estructural de los pabellones de la institución educativa Julio Cesar Tello y determinar la influencia de la norma E.030 (del reglamento nacional de edificaciones) en la ampliación de dicha institución.

Como era de esperarse la aplicación de la norma sismo resistente E.030 brinda los parámetros necesarios que debe cumplir una edificación para considerarse sismo resistente, por lo que influye completamente en esta.

Para realizar el análisis estructural de las estructuras se empleó el software de elementos finitos Etabs 2016, por otro lado para el diseño de los elementos estructurales, estos se realizaron mediante hojas de cálculo en Excel, esto con el fin de evitar hacer un uso excesivo de los diversos programas que hay en el mercado, con los que se podría tener problemas al momento de procesar datos, teniendo así un cálculo más confiable.

En el análisis sísmico se observó que las fuerzas cortantes dinámicas son mayores que el 80% del cortante estático, cumpliendo lo indicado por la norma para estructuras regulares.

Los periodos obtenidos son cortos, esto debido a que la edificación tiene 2 niveles y a la rigidez que presentan estas.

Los valores obtenidos en el cálculo de las derivas de piso cumple con las disposiciones de la norma E.030, 0.007 como máximo para estructuras de concreto armado y 0.005 como máximo para estructuras de albañilería, mostrando una mayor rigidez en el lado corto de las edificaciones (Eje Y).

CAPITULO VI

COMPROBACION DE HIPOTESIS

6.1 CONSTATACION DE HIPOTESIS GENERAL

Respecto la hipótesis general **se acepta** que la Aplicación de la Norma Sismo Resistente E.030 influye en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello

6.2 CONSTATACION DE HIPOTESIS ESPECÍFICA

- **Se acepta** que los factores sísmicos influyen en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.
- **Se acepta** que el cálculo y análisis de los desplazamientos laterales influyen en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.
- **Se acepta** que el cálculo y análisis estructural influyen en la Ampliación de la Infraestructura I.E. 22305 Julio Cesar Tello.

CONCLUSIONES

- Toda edificación construida en el país debe de regirse a la norma sismo resistente E.030 del reglamento nacional de edificación, ya que esta nos brinda parámetros que influyen directamente en la dimensión de los elementos estructurales de una edificación.
- La configuración estructural planteada corresponde a módulos típicos de aulas educativas, basados en muros de albañilería para la dirección Y-Y y sistema aporticado para la dirección X-X.
- El predimensionamiento se hizo en base a recomendaciones sustentadas por información recopilada en experiencias constructivas, por lo que se concluye que es de gran aporte para cualquier tipo de estructura, previo a la realización de un análisis y diseño estructural.
- Se obtuvo una respuesta adecuada ante las solicitaciones sísmicas del análisis dinámico empleado, cumpliéndose así con las disposiciones mínimas indicadas en la norma E.030 – 2016.
- El cortante dinámico calculado, cumple con los requerimientos de la norma E.030, en donde indica que debe ser como mínimo el 80% del cortante estático.
- Los periodos obtenidos (Tx = 0.273seg y Ty = 0.085seg) resultaron cortos, debido a la rigidez que presenta la estructura en ambas direcciones, principalmente en la dirección Y-Y (debido a los muros de albañilería).
- Se independizo los alfeizares y tabiques de albañilería para obtener un mejor comportamiento de la estructura, evitando así efectos como el de columna corta.
- Se empleó el método de los coeficientes para el diseño de las losas aligeradas, cumpliendo estas las condiciones para realizar dicho método.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de módulos típicos para el diseño de centros educativos, ya que brindan buenos resultados por la rigidez que poseen.
- Al realizar un análisis dinámico es importante verificar que se cumpla las indicaciones de la norma E.030 (cortante dinámico ≥ 80% cortante estático).
- Se recomienda el empleo del método de los coeficientes para el diseño de losas aligeradas, siempre y cuando se cumplan las condiciones indicadas en la norma, ya que es un método práctico y efectivo.
- En el diseño de zapatas aisladas se debe verificar que no exista esfuerzos a tracción, para así solo colocar acero de refuerzo en la zona a compresión, como convencionalmente se realiza.
- Si bien es cierto que una infraestructura educativa es desarrollada a través de planos y cálculos estructurales, no se puede dejar de mencionar la informalidad en las construcciones del país, en donde no se siguen los parámetros indicados por la norma sismo resistente E.030, por lo que hay total incertidumbre sobre el comportamiento de estas construcciones ante un sismo de gran magnitud, por lo que se recomienda una fiscalización real en todas las construcciones del país.

FUENTES DE INFORMACION

- Blasco, A. (1990), Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado, Primera edición. Lima: Edición Capitulo de Ingeniería Civil.
- Oviedo, R,(2016), Diseño sismorresistente de edificaciones de concreto armado. Lima.
- Nilson A. (2001), Diseño de estructuras de concreto. Nueva York: McGraw Hill.
- Harmsen, T. (2002), Diseño de estructuras de concreto armado.
- Ottazzi, G. (2013), Diseño en concreto armado. Lima: Editorial Edigrafasa.
- McCormac, J. (2002), Diseño de Concreto Reforzado.
- Pique, J. y Scaletti, H. (2002). Análisis Sísmico de Edificios. Primera Edición. Lima: Ediciones capítulo de Ingeniería Civil.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, (2009). Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima, El Peruano.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2016) Norma E.030 Diseño Sismo resistente. Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima: El Peruano
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2009) Norma E.060 Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima: El Peruano.

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"

Software Antiplagio

UNICHECK

INFORME DE REVISIÓN

Se ha realizado el analisis con el software antiplagio de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", por parte de los docentes reponsables, al documento cuyo titulo es:

AMPLIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA I.E. 22305 JULIO CESAR TELLO, APLICANDO LA NORMA SISMO RESISTENTE E.030

presentado por:

JONATHAN ADALBERTO HERRERA PALACIOS

del nivel **PREGRADO** de la facultad de **INGENIERIA CIVIL** obteniéndose como resultado una coincidencia de **12.67%** otorgándosele el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presenta el reporte de evaluación del software antiplagio.

Observaciones:

APROBADO LA EVALUACION DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE TESIS el cual se evidencia el Nivel de Similitud del 12.7% de conformidad a la R.R. 1668 - R - UNICA - 2020, art. 18.2

Ica, **17** de **Marzo** de **2021**

MARTIN HAMILTON WILSON HUAMANCHUMO
COORDINADOR
SOFTWARE ANTIPLAGIO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

EDITH ISABEL GUERRA LANDA
ASESOR
SOFTWARE ANTIPLAGIO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Escaneado con CamScanner