



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima 2019"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Chuquimango Martínez, Juan Isidro (ORCID: 0000-0002-6586-5967)

ASESOR:

Dr. Omart Demetrio Tello Malpartida (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada en memoria de mis queridos padres: Máximo Chuquimango Corzo y Julia Martínez Moreno, porque son lo más bello que en mi vida tuve y los ángeles que desde el cielo guían mis pasos en la tierra. Sé que viven feliz entre los ángeles y entre estrellas luminosas, mirándome con amor aún desde el más allá, mientras que yo en este mundo busco un motivo para que ustedes se sientan orgullosos de mí.

AGRADECIMIENTO

El desarrollo de esta tesis no la puedo catalogar como algo fácil, pero lo que sí puedo hacer, es afirmar que durante todo este tiempo pude disfrutar cada momento, investigación y proceso, gracias a las personas que fueron partícipes de este logro.

- ❖ Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida, mi asesor; por guiarme en este proyecto.
- ❖ Toda mi familia que nunca perdió la esperanza en mi persona sin importar los sucesos vividos.
- ❖ Mi Hermana Rosa Chuquimango por su apoyo constante durante la vida universitaria.
- ❖ Mi tío Alejandro Moreno, por su apoyo incondicional durante toda la vida universitaria que jamás perdió la fe en mí.
- ❖ Nataly Ambrosio, por estar a mi lado alentándome y apoyándome en el proceso de esta meta.
- ❖ Mis amigos, por brindarme siempre ese aliento de si se puede.
- ❖ Compañeros y futuros colegas de la universidad Cesar Vallejo.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo **CHUQUIMANGO MARTINEZ, Juan Isidro** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos en el edificio mi vivienda de Surquillo – Lima 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 11 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor CHUQUIMANGO MARTINEZ, Juan Isidro	
DNI: 46955099	Firma: 
ORCID: 0000-0002-6588-5967	

 INVESTIGA
UCV

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	24
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	25
2.2. Operacionalización de variables.....	25
2.3. Población, muestra y muestreo.....	27
2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	28
2.5. Procedimiento	30
2.6. Métodos de análisis de datos.....	32
2.7. Aspectos éticos.....	32
III. RESULTADOS	33
IV. DISCUSIÓN	119
V. CONCLUSIONES	123
VI. RECOMENDACIONES	124
REFERENCIAS	125
ANEXOS	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables.....	38
Tabla 2. Distribución de las zapatas conectadas.....	39
Tabla 3. Rango y magnitudes de validez.....	41
Tabla 4. Coeficiente de validez por juicio de expertos.....	42
Tabla 5. Resumen de los parámetros y características del suelo en el lugar de estudio...	51
Tabla 6. Resumen del estudio mecánica de suelo con fines de cimentación.....	52
Tabla 7. Parámetros Sísmicos utilizados.....	55
Tabla 8. Derivas máximas en el eje X por cada piso del edificio Mi Vivienda.....	56
Tabla 9. Derivas máximas en el eje Y por cada piso del edificio Mi Vivienda.....	57
Tabla 10. Periodos fundamentales y fuerzas cortantes basales del Edificio Mi Vivienda...	60
Tabla 11. Cargas de diseño de elementos verticales del edificio Mi Vivienda.....	62
Tabla 12. Metrado de excavación, concreto y encofrado de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda.....	83
Tabla 13. Costos de excavación, concreto y encofrado de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda.....	83
Tabla 14. Metrado de la cantidad de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda.....	84
Tabla 15. Costos de la cantidad de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda.....	84
Tabla 16. Metrado de la cantidad global de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda	86
Tabla 17. Costos de la cantidad global de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda	86
Tabla 18. Metrado de excavación, concreto y encofrado de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda optimizado.....	113
Tabla 19. Costos de excavación, concreto y encofrado de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda optimizado.....	113
Tabla 20. Metrado de la cantidad de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda optimizado.....	114
Tabla 21. Costos de la cantidad de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda optimizado.....	114
Tabla 22. Metrado de la cantidad global de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda optimizado.....	115
Tabla 23. Costos de la cantidad global de las zapatas conectadas del edificio mi vivienda optimizado.....	116
Tabla 24. Análisis descriptivo de los costos por dimensiones.....	122
Tabla 25. Análisis descriptivo de los costos por refuerzo.....	123
Tabla 26. Análisis descriptivo de los costos globales.....	123
Tabla 27. Prueba de normalidad para costo total.....	125
Tabla 28. Comparación de medias en costo total.....	126
Tabla 29. Estadístico de prueba de Wilcoxon para costo total.....	127
Tabla 30. Prueba de normalidad para costo por dimensiones.....	127
Tabla 31. Comparación de medias en costo por dimensiones.....	128
Tabla 32. Estadístico de prueba de Wilcoxon para costo por dimensiones.....	129
Tabla 33. Prueba de normalidad para costo por refuerzo.....	129
Tabla 34. Estadístico de prueba de T-Student para costo por refuerzo.....	130
Tabla 35. Prueba de normalidad para costo global.....	131
Tabla 36. Comparación de medias en costo global.....	132
Tabla 37. Estadístico de prueba de Wilcoxon para costo global.....	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica.....	46
Figura 2. Planta típica del edificio.....	47
Figura 3. Esquema típico de losa.....	49
Figura 4. Esquema planta.....	50
Figura 5. Croquis ubicación.....	51
Figura 6. Vista de calicata C-1.....	53
Figura 7. Vista de calicata C-2.....	53
Figura 8. Espectro de diseño.....	57
Figura 9. Vista en planta del modelo.....	58
Figura 10. Vista 3D del modelo.....	59
Figura 11. Vista de Nomenclatura.....	61
Figura 12. Vista en planta original.....	82
Figura 13. Costos por dimensión original.....	84
Figura 14. Costos por refuerzo original.....	85
Figura 15. Costo global original.....	87
Figura 16. Vista en planta optimizada.....	112
Figura 17. Costo por dimensión optimizado.....	114
Figura 18. Costo por refuerzo optimizado.....	115
Figura 19. Costo global optimizado.....	117
Figura 20. Variación de costes por excavación.....	117
Figura 21. Variación de costos por concreto simple.....	118
Figura 22. Variación de costos por concreto armado.....	119
Figura 23. Variación de costos por encofrado y desencofrado.....	119
Figura 24. Variación de costos por suministro de acero.....	120
Figura 25. Variación de costos por colocación de acero.....	121
Figura 26. Variación de costo global.....	121

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue el de evaluar la influencia que tiene la optimización de las cimentaciones superficiales en los costos del edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima, durante el año 2019. La metodología de estudio fue aplicada de diseño experimental de criterio cuasi experimental, transversal. La población estuvo conformada por toda la cimentación superficial del edificio Mi Vivienda, el cual esta ubica en el distrito de Surquillo. La técnica utilizada fue la observación y los instrumentos fueron la unidad de registro y análisis a través de fichas técnicas, respecto a la validación se realizó por medio del juicio de expertos. El procedimiento se basó en doce pasos que abarcaron desde el estudio de cada uno de los aspectos y características que conforman el terreno bajo el cual se realizara la investigación, se prosigue con el diseño de optimización en relación a las cimentaciones superficiales de las zapatas y vigas de la edificación, finalizando con la evaluación descriptiva e inferencial de los resultados obtenidos para comprobar la hipótesis emanada del estudio. Dentro del análisis y conclusión se tiene que en relación a los objetivos específicos se ha determinado que existe influencia positiva por parte de la optimización de procedimiento y herramientas sobre los costos por dimensiones ya que luego de la aplicación de la optimización se disminuyeron los costos por dimensiones, asimismo se determinó la influencia positiva que tiene la optimización de procedimiento y herramientas sobre los costos por refuerzo ya que luego de la aplicación de la optimización se disminuyeron los costos por refuerzo, a su vez se determinó influencia positiva de la optimización de procedimiento y herramientas sobre los costos globales ya que luego de la aplicación de la optimización se disminuyeron los costos por refuerzo. Por último, se logró se logró la determinar una disminución de los costos luego de la optimización en las cimentaciones superficiales del edificio Mi Vivienda de Surquillo, pasando de S/ 18295.28 a S/ 13719.69, teniendo un porcentaje de disminución del 16.87%. asimismo, los resultados estadísticos arrojaron un pvalor de .000 con lo cual se acepta la hipótesis del investigador donde se establece que la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima, 2019.

Palabras Claves: optimización, cimentaciones, cimentaciones superficiales, costos, edificaciones residenciales.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the influence that optimization of surface foundations has on the costs of the Mi Hogar building in Surquillo - Lima, during the year 2019. The study methodology was applied to the experimental design of a quasi-experimental criterion, cross. The population was made up of the entire surface foundation of the Mi Housing building, which is located in the Surquillo district. The technique used was the observation and the instruments were the unit of registration and analysis through technical sheets, regarding the validation was carried out through the expert judgment. The procedure was based on twelve steps that covered from the study of each of the aspects and characteristics that make up the terrain under which the research will be carried out, the optimization design is continued in relation to the surface foundations of the shoes and beams of the building, ending with the descriptive and inferential evaluation of the results obtained to verify the hypothesis emanated from the study. Within the analysis and conclusión, in relation to the specific objectives, it has been determined that there is a positive influence on the part of the optimization of procedures and tools on the costs by dimensions since after the application of the optimization the costs by dimensions were reduced Likewise, the positive influence of the optimization of the procedure and tools on the costs for reinforcement was determined since after the application of the optimization the costs for reinforcement were reduced, in turn, the positive influence of the optimization of the procedure and tools was determined. on global costs since after the application of optimization the costs for reinforcement were reduced. Finally, it was possible to determine a decrease in costs after the optimization of the surface foundations of the Mi Hogar de Surquillo building, from S / 18295.28 to S / 13719.69, with a decrease percentage of 16.87%. Likewise, the statistical results showed a value of .000, with which the hypothesis of the researcher is accepted, where it is established that the optimization of surface foundations by dimension and reinforcement positively influences the reduction of costs in the Mi Hogar building in Surquillo - Lima, 2019.

Keywords: optimization, foundations, surface foundations, costs, residential buildings.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática

En la actualidad se le señala optimización al proceso que consta de una muy variada aplicabilidad y que puede ser utilizando en cualquier tipo de proyecto, generando mejoras para este, ya sea incrementando o reduciendo los costos, tiempos, etc. En otras palabras: “la mejor solución posible”, que satisfaga las restricciones del sistema o método aplicado.

En el ámbito de la ingeniería estructural, la optimización ha sido destinada a la investigación científica, propiciando al desarrollo de nuevos métodos de optimización estructural, cuya finalidad es hallar nuevas respuestas y mejorar las existentes, por medio de un algoritmo o de algún modelo matemático.

Sin embargo, actualmente existen muchas investigaciones sobre optimizaciones de elementos estructurales pero muy pocas sobre cimentaciones superficiales, es por ello que en Cuba se realizaron estudios de esta materia, pero no al nivel de conocimiento de diseño geotécnico y estructural que se tiene hoy en día, siendo este el déficit encontrado y por lo cual se plantea la problemática de este trabajo de investigación, el cual es conocer y entender como la intervención de los métodos de optimización para las cimentaciones superficiales puede ayudar a disminuir los costos en los proyecto de edificación de la ciudad de Lima, Perú.

El avance de la tecnología y la evolución de las computadoras permiten en el ámbito de ingeniería realizar diseños y/o métodos de forma más rápida. En esta era tecnológica se puede realizar los métodos de optimización con mayor eficiencia, debido a la asistencia de un computador, el cual haciendo uso de los software o programas nos simplifican la resolución de los cálculos matemático o estructural, no dejando de lado nuestro criterio el cual está basado en la expertiz del usuario o profesional de esta materia.

Finalmente, los diseños de optimización estructural de las subestructuras no solo buscan reducir los costos, tiempos de construcción, reducción de materiales, etc., sino también, aprovechar al máximo las capacidad o propiedades que presenta el terreno alterando la tipología de cimentación, es decir modificar la geometría de las cimentaciones superficiales, obteniendo un resultado confiable, durable y económico, bajo los parámetros y criterios de las normas técnicas vigentes del país.

Trabajos Previos.

Como antecedentes internacionales y nacionales de este presente proyecto de tesis tenemos los siguientes:

Galletero, P. (2016). La investigación esta titulada como *Optimización de Cimentaciones Directas de Medianería y Esquina mediante Modelos de Elementos Finitos*. La cual fue aplicada en Madrid –España y cuyo objetivo fue optimizar los métodos de cálculo existentes para zapata medianera y esquinera, para lograr optimizar el dimensionado de dichas estructuras. La metodología utilizada para la tesis mencionada fue a través de un proceso de experimentación virtual, que usa como base al modelo de un pórtico, perteneciente al rubro de edificaciones, de características ortogonales, compuesto de hormigón armado, conto con la presencia de 02 vanos y una cantidad indefinida de niveles. Se concluyó que el método de elementos finitos posibilita y facilita al desarrollo de múltiples modelos para cálculos estructurales más apegados a nuestra realidad, que en comparación a los métodos tradicionales, lográndose evitar las reducciones que estos incluyen, como consecuencia de los factores limitantes. Este antecedente sirvió para conocer como la optimización de métodos cálculos estructurales convencionales se vieron limitados frente al uso del método de elementos finitos aplicados a la optimización de las subestructuras superficiales.

Maroto, J. (2016). La investigación esta titulada como *Optimización del diseño de la cimentación del proyecto torres hidalgo aplicando el coeficiente de rigidez del suelo*. El cual fue aplicada en la ciudad de Guayaquil –Colombia y se plantea como objetivo general obtener la optimización de los usos materiales (hormigón) y asimismo obtener el diseño óptimo de la cimentación por medio el cálculo de la rigidez del suelo con el fin de definir la sección transversal en el que se está considerando los factores de seguridad respectivos. La metodología utilizada para la tesis mencionada fue el método de Winkler el cual fue aplicado para determinar la Rigidez del suelo. Por último, se concluye que habiéndose realizado una comparación en ambos diseños (pruebas denominadas A y B) se puede concluir que aplicando la norma y sus respectivos factores de seguridad se ha constatado que existe un ahorro de estos en el diseño B. Este antecedente sirvió para tener en cuenta la seguridad que se debe aplicar en el diseño estructural de las cimentaciones pues esto se relaciona con el costo según el autor mencionado líneas arriba.

Cano, C. (2015). La investigación esta titulada como *Optimización Heurística Multiobjetivo de Cimentaciones de Soportes en Medianería*. El cual fue aplicada en la ciudad de Valencia –España y se plantea como objetivo el de poder evaluar distintas funciones objetivo, de forma que se pueda evaluar el óptimo de una solución orientada al ahorro económico, de menor impacto en el ambiente y de una simplicidad constructiva. La metodología utilizada para la tesis mencionada fue a través de la función objetivo, conjunto de Funciones objetivo, $F=f(x_i)$, que serán las funciones a evaluar y cuyo valor se pretende optimizar. La función objetivo habitual en el caso de optimización de estructuras se corresponde con la obtención del mínimo coste económico, si bien es cada vez más habitual incorporar otro tipo de funciones objetivos. Del análisis de distribución del coste económico realizado, se puede concluir que la relación entre los mismos (coste de excavación, coste del hormigón, coste del acero, coste encofrado y coste del relleno y compactado), permanecen prácticamente constantes sea cual sea el modelo de cimiento analizado o el modelo de análisis realizado (cimiento rígido o modelo elástico). Este antecedente sirvió para tener en cuenta que tras la optimización heurística multiobjetivo de cimentaciones de soportes en medianería el coste económico las partidas y materiales de construcción ha sufrido variaciones, pero no muy significativas.

Rodríguez, L. (2010). La investigación fue titulada como *Optimización de cimentaciones superficiales aisladas en suelos cohesivos-friccionales*. El cual se aplicó en la Ciudad de Santa clara-Cuba. Además, cuenta con el objetivo general de formular y resolver el problema de optimización de Cimientos Rectangulares Aislados (CRA) específicamente en el caso de suelos cohesivos-friccionales, utilizando un enfoque donde se consideren todas las variables que intervienen. El método utilizado en la investigación fue explicativa y cuantitativa. Finalmente, se tiene como conclusión principal que la optimización de estructuras llega a ser un procedimiento matemático - numérico el cual enlaza el control de un importante número de variables de diseño y una gran cantidad de restricciones. Además, queda confirmado que la profundidad de cimentación es una variable que influye considerablemente en el valor de los costos totales para el caso de suelos friccionales ya que, con su aumento, los costos que son independientes de las actividades se elevan, principalmente el rehincho y el hormigonado, por tanto, se recomienda utilizar la profundidad de cimentación mínima. Este antecedente sirvió para

tomar en consideración las diferencias que existen en los tipos de suelo, con relación a la optimización, así como también del espesor que cuenta y su respectiva funcionalidad.

Paya, I. (2007). El autor título su proyecto doctoral como *Optimización heurística de pórticos de edificación de hormigón armado*. El cual fue aplicada en la ciudad de Valencia en España, para lo cual se planteó como objetivo general, la optimización automatizada de la etapa de diseño de estructuras aporricadas, compuestas de concreto armado para edificaciones y a la vez extraer conclusiones referentes a dichas estructuras mediante el correcto diseño algorítmico robusto y flexible. Las técnicas utilizadas en presente proyecto fueron 5 técnicas heurísticas para la minimización del coste económico las cuales son: estrategia de saltos múltiples aleatorios, gradiente first best, cristalización simulada, aceptación por umbrales y algoritmos genéticos. Por último, el autor concluye en que los resultados más destacados para reducir los costos económico de una estructura aporricadas, con presencia de 02 vanos y 04 niveles, se obtiene por medio de la cristalización simulada, seleccionando las técnicas heurísticas con el fin de desarrollar una investigación con especificaciones técnicas para dichas estructuras antes mencionadas. Las estructuras que fueron sometidas al método utilizado en esta tesis hacen innecesaria la revisión de los nuevos estados límites en relación a los tradicionales que presentan los pórticos. Este antecedente sirvió, para incluir las terminologías de optimización empleadas con relación a los elementos estructurales.

En el ámbito nacional se tienen el siguiente conjunto de investigaciones desarrolladas con anterioridad sobre una o ambas variables en estudio.

Fernández, F y Quiroz, C. (2017). La investigación tiene como título *Optimización estructural para el techado de edificios en la ciudad de Huancavelica en el año 2016*. Cuyo objetivo fue optimizar estructuralmente el techado de las edificaciones de la ciudad antes mencionada. Esta investigación hizo uso del método sistemático, el cual se basa en un proceso que une hechos, como la apariencia aislada que se aclara en que el diseño de investigación empleado fue pre-experimental. Finalmente, como resultado el techo con espesor de 20 cm y menor costo fue una losa aligerada con tecnopor y vigas intermediarias; como segunda opción se obtuvo a una losa aligerada con ladrillos de techo y viguetas; también se obtuvo de mayor costo empleando una losa maciza. Este antecedente fue considerado para tomar las referencias con respecto al material y

conformidades técnicas que se toma en cuenta para el proceso constructivo de su aplicación.

Nicho, J. (2018). La investigación fue titulada como *Optimización de la infraestructura de las instituciones educativas del centro poblado santa rosa para fortalecer el servicio educativo, Sayán, 201*. Cuyo objetivo fue optimizar la subestructura y superestructura con el fin de incrementa la calidad del servicio que brinda dicha entidad, se consideró que durante la construcción no se tolerará impactos medioambientales negativos de gran escala. Esta tesis de carácter descriptiva, de diseño no experimental, debido a que se optimizará dicha infraestructura perteneciente a las Instituciones Educativas N° 489 y N° 20801 y mejorará el servicio educativo en la zona de la Unión, Sayán, en el cual se plantea el enfoque cualitativo. Por último, la investigación concluye que la subestructura estará compuesta por una serie de zapatas conectadas y cimientos corridos para los muros, los cuales llegaron a la optimización con la relación directa al coste, además, se aconsejó en actividad de relleno con material granular, este sea correctamente compactado garantizando el buen funcionamiento de la subestructura, y al cumplimiento de las especificaciones técnicas del expediente de obra. Este antecedente sirvió, para manejar los criterios de infraestructura en general con respecto a los elementos estructurales.

Cruz (2016), en su trabajo titulado *“Análisis geotécnico y propuesta de cimentaciones sobre rellenos en la zona nor-oeste de la ciudad de Juliaca”* desarrollado en la ciudad de Juliaca – Perú, tuvo como objetivo fue determinar las causas de los daños estructurales y deterioros originados en las cimentaciones de viviendas construidas en la urbanización residencial Villa Medica de la ciudad de Juliaca. Para el desarrollo de la investigación se hizo uso de un marco metodológico delimitado por una investigación causal-explicativa, deductiva y cuantitativa aplicado al área territorial que corresponde a la urbanización residencial Villa Médica de Juliaca. Concluyendo que los cimientos de las construcciones residenciales se realizaron sobre suelos húmedos, la estructura de la cimentación consta de zapatas aisladas, asimismo presentan altos niveles de contaminación lo cual dañan las cimentaciones tanto para el concreto como para el acero. La investigación sirvió como sustento para poder determinar y tener en cuenta los elementos imprescindibles al momento de evaluar la situación actual de las cimentaciones dentro de la estructura residencial objeto de estudio.

Espinoza et al (2015), en su trabajo titulado “Análisis comparativo técnico-económico para dos tipos de cimentaciones de una edificación de concreto armado de seis pisos en la ciudad de Trujillo, Chiclayo y Lima”, cuyo objetivo fue el de realizar un análisis comparativo técnico-económico para dos tipos de cimentaciones de una edificación de concreto armado de seis pisos en la ciudad de Trujillo, Chiclayo y Lima, siendo una investigación probabilística. Se concluye que para la ciudad de Trujillo el tipo de cimentación por losa ya que representa un costo menor al de la cimentación por zapatas, mientras que en la ciudad de Chiclayo la mejor opción económicamente hablando es la cimentación por losa, en cambio en la ciudad de Lima y de acuerdo a los costos asociados se recomienda cimentaciones a través de zapatas combinadas.

Vásquez (2017), en su trabajo titulado “aplicación del método cadena critica para la mejora en construcción de cimentaciones autoportadas – caso línea de transmisión 66kV, en Sayan Lima”, cuyo objetivo fue determinar la mejora que se obtiene al aplicar el método de cadena critica en la construcción de cimentaciones para torres autoportadas”, la investigación se enmarco bajo una metodología de tipo aplicada con nivel explicativo y diseño no experimental aplicado a una muestra que abarca desde el tramo T4 – T9 de la línea de transmisión 66KV S.E Yaracaya – S.E Andahuasi. Se logró precisar una mejoría en la excavación de la construcción de cimentaciones del 33%, también mejoro la partida colocación de acero en un 41%, se evidencio mejoría en la partida colocación de concreto en un 9%. El estudio sirve como soporte para la estructuración de evaluación técnico económica relacionada con la construcción de cimentaciones también desarrollada en esta investigación.

Teoría Relacionada al Tema

Como fundamento teórico de esta investigación tenemos lo siguiente:

Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo.

Para esta variable se tomará en cuenta las terminologías desglosadas, así como también los criterios más relevantes que serán utilizados en la presente tesis.

La Optimización: Se caracteriza por ser indicación de manera cuantitativa y cualitativa en base a verdades objetivas y científicas, para determinar cuál es la solución que debe ser empleado en un problema identificado.

El principio de la metodología en optimización radica en la modelación matemática de los aspectos más influyentes, en las que se define cada cualidad que presenta los problemas de la ingeniería, así como la presencia de las restricciones de comportamiento tecnológico, ecológico y entre otros, a las cuales se someten, para luego con relación a un algoritmo o cualquier otro método matemático se encuentre la respuesta o determinación más óptima (Rodríguez, 2010, p. 6).

El trabajo empleado para el cálculo deberá ser empleado en conjunto con ingenieros y matemáticos. Existen innumerables métodos matemáticos que se aventaja en el desarrollo alcanzado por la expresión de las construcciones en la actualidad. Por lo que hace que el fenómeno de la optimización tenga un avance y desarrollo cada vez más continuo, en el que se impulsa por el uso de la computación, sin la ayuda de este mismo, se hace imposible resolver un problema de optimización.

Cabe precisar que la optimización hace referencia a encontrar la mejor manera de ejecutar una actividad proyectada, pues busca los resultados más óptimos con mayor eficiencia y mejor impacto en el desempeño de la realización de una tarea. La optimización es un término que mayormente se utiliza constantemente en el ámbito de informática (Fernández y Quiroz, 2017, p. 24).

Procesamiento de la optimización: Para esta dimensión se tomará en cuenta la metodología para la formulación y resolución de un problema de optimización, lo cual consiste en lo siguiente:

Para solucionar un problema de optimización, es aconsejable apoyarse en la metodología que será descrita a continuación, en donde según Skladnev y Negrín. (como se citó en Rodríguez, 2010, p.11 -12) son:

Estos 7 pasos que se encuentran dentro del procedimiento de optimización serán definidos a manera concisa para emplearlo en este proyecto de investigación.

Diseño Óptimo

Según Negrín y Meneses (como se citó en Padrón, 2012, p. 12 - 13):

La formulación general del diseño óptimo se define como la descripción matemática de todo el proceso el cual se ejecuta para argumentar y sostener cuantitativamente cuál es la mejor de las posibles soluciones que puede tener un problema identificado, que se concreta en la determinación de las magnitudes de los parámetros variables. Del ingeniero dependerá la selección de los requerimientos propios para cada proceso, al cual se le conoce como modelo matemático y cuyas características se encuentran definidas por los parámetros variables, las restricciones, y función objetivo que será definido para solucionar la problemática.

Criterios de Optimización: Para tener triunfo en la investigación de la optimización, depende fundamentalmente del criterio seleccionado, el cual debe estar directa y estrictamente relacionado con las soluciones previstas, así mismo como tener en cuenta las diversas exigencias de diseño.

Según Negrín (como se citó en Padrón, 2012, p. 13), “los criterios de optimización más utilizados son: mínimo costo total, mínimo peso, mínimo gasto de armaduras, mínimo gasto de hormigón, mínimo costo de transportación y montaje, mínimo espacio funcional útil, etc”.

Por otra parte, según Castellanos (como se citó en Padrón, 2012, p. 13), señala que: A la medida en las que se seleccionen criterios más complejos de evaluar, la opción de posibilidad para obtener resultados satisfactorios dependerá a menudo de cuestiones externas a la propia voluntad de quien realiza el proceso de optimización como pueden ser, entre muchas otras causas, el tiempo disponible y de la herramienta matemática (es decir el software que se utilizara) para encontrar una respuesta satisfactoria.

Para el caso que se investiga la selección considerada como adecuada es la de mínimo costo total pretendiendo en próximas investigaciones realizar análisis más detallados en los cuales se justificarían criterios más puntuales.

Función Objetivo: Se conceptualiza como una expresión que analiza, y pertenece al criterio de optimización escogido y especializado para el problema identificado. Específicamente en este proyecto de investigación el estudio está orientado a reducir el costo total de una cimentación superficial.

La función objetivo que se pretende plantear en esta investigación es el costo mínimo.

Según López, matemáticamente en la función objetivo, existe un gran nivel de coincidencia en la literatura:

$$Z = f(X, P) \text{ mínimo}$$

Dónde:

X: son las variables de diseño o variables internas que necesitan de ciertos valores que son asignados, que por lo cual, cambian su valor dentro del proceso de optimización; por ejemplo, área de acero.

P: son cualidades cuyos datos son fijados con anterioridad a los cálculos y no variarán en el desarrollo, se les conoce como parámetros asignados o variables externas; por ejemplo, las resistencias del acero y del hormigón.

Una manera de plantear la función objetivo de las subestructuras es:

$$C_{total} = C_{exc} + C_{enc-des} + C_{lab\ acero} + C_{horm} + C_{reh}. \text{ Mínimo}$$

Dónde:

- Cexc: costo de la excavación.
- Cenc: costo de encofrado.
- Celab acero: costo de elaboración y colocación de acero.
- Chorm: costo de hormigonado.
- Creh: costo de rehincho (2009, p. 18).

Parámetros Variables

Para la definición de Parámetros variables, Rodríguez sostiene lo siguiente: Aquellos parámetros que varían se caracterizan según su comportamiento durante la etapa de optimización para una solución, se pueden fraccionar en dos aspectos, parámetros asignados y variables de diseño. Para la elección de una cualidad determinada como variable de diseño o como parámetro asignado, así como también la de sus valores iniciales, se debe de tomar la decisión de acuerdo con el criterio de optimización y cabe señalar que se debe de tener en cuenta las características propias del problema en cuestión de análisis (2010, p. 13 - 14).

a) Parámetros Asignados

Según Chagoyén, Negrín, Cabrera, López, y Padrón (2009), “Usualmente se expresa a las propiedades de un modelo para diseño en función de un conjunto de valores, las cuales se denominan constantes o variables de diseño según su valor el cual se encuentra inicialmente prefijado o no” (p. 68).

Se define parámetros asignados a aquellos aspectos que sus valores son asignados según el investigador previo al análisis del cálculo y que permanecerán como constantes en el desarrollo de toda la etapa.

Para la evaluación de los parámetros asignados, Rodríguez sostiene lo siguiente: Para el caso de cimentaciones superficiales los parámetros asignados de acuerdo con su relación con el proceso de diseño en Geotécnicos, Estructurales y Constructivos

- i. **Geotécnicos:** Se debe de tener en cuenta las características de la base de la cimentación (homogénea o heterogénea), la existencia del nivel freático, los pesos específicos de los suelos, por debajo y por encima del nivel de solera. Además, de ello la profundidad de cimentación, las condiciones que se encuentran en el trabajo de la base, importancia del fallo para el que se diseña, las combinaciones de carga para el diseño geotécnico, entre otros.
- ii. **Estructurales:** Se considera el peralte mínimo, tipo de solución de cimiento de hormigón (armado o masivo), las combinaciones de carga para el diseño estructural y la frontera para considerar plato rígido o flexible.
- iii. **Constructivos:** Se considera los recubrimientos, consideración acerca del sello en el fondo de la excavación, separación entre el pie del talud y el cimiento para el tránsito de los obreros, etc. (2010, p. 14).

b) Variables de Diseño

Según Padrón, “Las variables de diseño son un conjunto discreto de parámetros en las cuales sus expresiones se describen con el objetivo de diseñar por medio de un modelo de diseño aplicado en un software, y cuyo valor debe hallarse para su optimización. Cabe señalar, que dependen de los valores asignados y por lo que cambian su parámetro durante la etapa de optimizar” (2012, p. 16).

Una variable es considerada óptima si permite que el valor de la función objetivo sea el mínimo o el máximo posible, según el criterio que ha seleccionado para su solución.

En cuanto a las variables desde el aspecto físico, Rodríguez sostiene al respecto en cuanto a su clasificación:

- Las propiedades mecánicas o físicas de los materiales: Se refieren a las resistencias del hormigón y del acero, entre otros aspectos.
- Áreas y formas de las secciones transversales de los miembros: Pueden ser evaluados los peraltes, anchos, inercias, entre otros.
- Tipología de la estructura: Se considera las condiciones de apoyo; disposición de las armaduras; exigencias de continuidad entre diferentes componentes, cantidad de ellos, forma específica.

- La geometría de la estructura: Se entiende que, con las coordenadas de las juntas, la ubicación de sus apoyos, entre otros (2010, p. 15).

Según Rodríguez las variables se dividen según su relación entre ellas, siendo:

- Parámetros variables externos: Son aquellas variables que no dependen de otras, o sea que son precisadas antes de empezar el problema. ($F'c$, F_y , γ_1 , γ_2 , ϕ y/o c , d_f , cargas (M , H , N) y sus combinaciones)
- Parámetros variables internos: Son variables que necesitan de las variables externas, tales como: B , L , h , cuantías de refuerzo, rectangularidad, y excentricidad inicial de las cargas y sus combinaciones (2010, p. 15).
- Según Rodríguez las variables más influyentes a tener en cuenta en esta investigación son las siguientes:
- Cargas (valores de solicitaciones a nivel de subestructura, M , H , N que abarcan una serie de cargas que actúan sobre la estructura, carga viva, carga muerta, carga ecológica de viento, etc.)
- Materiales (Calidad del acero y concreto F_y , $F'c$; parámetros físico-mecánicos los suelos: peso específico del suelo, c y/o ϕ y módulo de deformación E).
- Variables geométricas (Profundidad de cimentación (d_1), dimensiones o lados de la cimentación (B y L), rectangularidad de la base (B/L), peralte total (h) y efectivo de la cimentación (d), cuantías de refuerzo del plato en ambas direcciones, dimensiones y refuerzo del pedestal o vaso ((2010, p. 15).

Restricciones

Según Padrón, “[...] son los valores que satisfacen las condiciones y parámetros variables para tener en cuenta que el diseño sea óptimo. Por ello, se depende de los vectores X y P las cuales numéricamente se refieren a las limitantes específicas inferiores, superiores o similares impuestas sobre las variables de diseño o [...] parámetros fijados en forma de ecuaciones e inecuaciones, descritas de la siguiente manera: $G(X, P) \leq 0$ ” (2012, p. 17).

De acuerdo con la elección de las restricciones en una problemática se depende en gran medida de la formulación matemática en general, pues la correcta solución del problema y

que los resultados sean verídicos, es decir que cumplan con todos los criterios de seguridad y condiciones de diseño se respalda de ello.

Existen 2 tipos de restricciones y según Padrón, son las siguientes:

- Restricciones de diseño: Las cuales son impuestas a los parámetros variables y aparecen por diversos motivos (funcionalidad, fabricación, transporte o estética), y son representadas de la siguiente forma: $X_{\text{mín}} \leq X \leq X_{\text{máx}}$.
- Restricciones de comportamiento: También denominado ecuaciones de estado y son aquellas que están relacionadas con el cumplimiento de los estados límites, en otras palabras, son aquellos valores que deben cumplir los parámetros variables para cumplir las condiciones del comportamiento (2012, p. 18).

Métodos matemáticos de solución

Según Padrón, los métodos matemáticos de solución se definen como:

El procedimiento a seguir para conseguir la optimización de la función objetivo, y se dividen para su estudio en dos grandes grupos, en el cual, uno de ellos es la programación matemática si se exige encontrar un número finito de parámetros de diseño los cuales garanticen el valor óptimo de la función objetivo (criterio de optimización) cumpliéndose las restricciones planteadas y por otra parte está el otro, la cual es la programación variacional y el cálculo diferencial lo cuales son parámetros a optimizar en las funciones de una o varias variables (2012, p. 18).

Según Castellanos y Negrín (como se citó en Padrón, 2012): Los problemas variacionales pueden ser “clásicos”, si no tienen restricciones o ellas tienen forma de ecuaciones, o “no clásicos”, con restricciones en forma de inecuaciones. En el campo de las matemáticas se han elaborado muchos métodos de solución al problema de optimización, sin embargo, todos no son útiles para el problema de optimización de estructuras, por las particularidades que tienen estas (p. 18).

Según Padrón, dentro de los métodos de Programación variacional se encuentran:

- i. Cálculo Diferencial:** (Método de los multiplicadores de Lagrange).

- 1) Análisis marginal.
- 2) Programación geométrica.
- 3) Teoría de control de sistemas con parámetros distribuidos (ecuaciones diferenciales en derivadas parciales).

ii. Cálculo variacional.

- 1) Problemas con una variable independiente.
- 2) Problemas con varias variables independientes.
- 3) Problema isoperimétrico.

iii. Métodos directos.

- 1) Quebradas de Euler.
- 2) Método de Ritz.
- 3) Método de Galiorkin.
- 4) Método de la semirrecta.

iv. Métodos numéricos.

- 1) Variación local.
- 2) Aproximaciones sucesivas.
- 3) Perturbaciones.

v. Principio de máximo de L.S. Pontriaguin (De la teoría de control óptimo).

vi. Teoría de Diseño de Experimentos.

vii. Algoritmos Genéticos (2012, p. 19).

Los autores Chagoyén, Negrín, Cabrera, López, y Padrón (como se citó en Padrón, 2012), sostienen lo siguiente: “Los algoritmos no han tenido en general una gran aplicación en el campo de la optimización estructural, aunque si han sido utilizados para conformar un software que permite realizar un diseño enfocado en la optimización de cimentaciones superficiales (p. 21).

Análisis de sensibilidad

De acuerdo con Rodríguez (2010), “El análisis de sensibilidad se define como la obtención del gradiente de las variables respuesta respecto a las variables de entrada en un sistema determinista cualquiera, para el cual se tiene la existencia de un procedimiento de cálculo de la respuesta para una entrada conocida (p. 22).

Cimientos Superficiales: El cimiento o cimentación es parte del conjunto de los elementos estructurales, cuyo fin es transmitir las cargas de una edificación el cual se encuentra apoyada en el suelo (base) cuya dimensión depende de las características estructurales de la edificación y las cargas que este predio transmita, así como también del tipo de suelo en donde será edificada el inmueble.

Ahora bien, los cimientos superficiales son aquellos en la que la capacidad portante es producto únicamente del efecto o resistencia dado por su base, es decir, que las cargas de manera actuante solo se transmiten al suelo por la base del cimiento. La superficie o el estrato de cimentación se encuentran directamente debajo, o a una profundidad de menor dimensión comparada con las dimensiones de la estructura. Las subestructuras superficiales son mayormente las zapatas y plateas de fundación. (Maroto, 2016, p. 6).

Herramientas de diseño para el punto de optimización: El constante avance tecnológico y desarrollo de diversos softwares aplicados a la ingeniería para dar múltiples soluciones, cabe mencionar que, con el paso de los años los softwares para la optimización han ido mejorando en cuanto a su eficacia y simplicidad, reduciendo el periodo procesamiento de información.

Según Rodríguez (2010). “La dificultad de los cálculos implicados en la toma de decisiones limita sorprendentemente la eficiencia y la rentabilidad de la etapa de diseño por métodos manuales” (p. 30).

El surgimiento de la Técnicas de Diseño Óptimo de Estructuras Asistido por Computadores dentro de la Ingeniería Estructural tuvo como objetivo evitar las dificultades que presentan aquellos procedimientos de optimización matemática, basados en la combinación de los métodos de análisis y diseño estructural. Según Rodríguez, indica que:

En un entorno global de diseño asistido suele llamarse a la 2da fase genéricamente como pre-proceso, al 3er nivel como análisis, y al 5to nivel como post-proceso, realizándose la mayoría de partes en el 4to nivel, o toma de decisiones, directamente por el calculista a partir de la información proporcionada por la computadora (2010, p. 30).

Todo aquello descrito anteriormente nos ayudara a incrementar la cantidad de mejoras del diseño, teniendo a nuestra disponibilidad mayores referencias para la toma de decisiones, cabe que dependiendo de la complejidad de esta el usuario deberá considera también para el diseño su intuición y experiencia, dando por finalizado el diseño cuando este sea satisfactorio y admisible a la vez.

A continuación, se enlistará los softwares de diseño elaborado para dar solución a la optimización estructural, siendo estos los siguientes:

HA THANH

El sistema HA THANH fue elaborado en Cuba por Manuel Penado en el año 1983, cuyo objetivo fue “[...] optimizar diferentes elementos estructurales, tales como losas y vigas rectangulares de hormigón armado, como método de optimización utilizaba el Complex de Box, se programó para las [...] computadoras IRIS - 10 con [...] nueve parámetros variables [...]” (Rodríguez, 2010, p. 30).

El Software elaborado por Dr. Negrín

Este software fue diseñado por el Dr. Ing. Negrín en el año 1988, cuya una finalidad fue resolver aquellos problemas de diseño optimo que presento un tramo columna hecha con hormigón armado, basándose en algoritmos. En aquellas épocas el bajo rendimiento de los computadores y los primitivos lenguajes programación causaron limitación en el correcto desempeño del programa computacional.

GALILEO

El software denominado GALILEO presento un Diseño Optimo Asistido por Computador de estructura completa apoyado en un algoritmo genético complejo. Este programa uso el método de la pendiente ascendente para calcular los valores óptimos, a todo ello Rodríguez, agrega lo siguiente:

El software GALILEO basado en un algoritmo genético también fue empleado para el desarrollo de un sistema de optimización de cimentaciones aisladas superficiales Gómez, (2000) el cual se encuentra un poco desactualizado ya que el diseño geotécnico-estructural de la subestructura ni los costos de las actividades de dicha estructura se basan en las normas de diseño y el sistema de precios vigentes en la actualidad (2010, p. 31).

STAAD. foundation – STAAD.pro

En el programa STAAD.pro desarrollo una extensión llamada STAAD. foundation, estos aplicativos conforman los resultados de un análisis de una superestructura para diseñar la subestructura. Este software hace uso del método de elementos finitos para su modelación, cabe añadir que ciertas características del suelo no son consideradas como parámetro de entrada.

- **MFoundation**

MFoundation permite al usuario modificar el diseño para alcanzar la respuesta ideal. Las cimentaciones superficiales o profundas pueden ser diseñadas con este programa. Las regularidades que presentan los diseños realizados por este software cumplen con el código base NEN 6744 para cimentaciones superficiales.

- **RISAFOOT**

“[...] analiza, diseña, y dibuja zapatas aisladas y sus pedestales, llegando a manejar situaciones complejas como flexión biaxial, levantamiento y propiedades de frontera” (Rodríguez, 2010, p. 33).

- **Herramienta Solver de Microsoft Excel**

La herramienta SOLVER del programa Microsoft Excel facilitar el uso de la función objetivo, variable y restricciones, las que están en las hojas de cálculo de Microsoft Excel. Este aplicativo fue usado Yu Wang y Fred Kulhawy en el año 2008 con la intención hallar la optimización de cimientos rectangulares aislados.

- **Mathcad**

Según Rodríguez (2010), sostiene que este programa “[...] considera el diseño estructural, además del geotécnico por los dos Estados Límites para hallar por el método de búsqueda total las dimensiones óptimas de la base, para suelos cohesivos y friccionales puros” (p.36).

Costo en el edificio mi vivienda de Surquillo - Lima 2019: “El costo total en el que se ha incurrido sobre el trabajo realizado en una actividad durante un periodo de tiempo específico” (Gonzales y Mendoza, 2015, p. 24).

Por ello, se pretende realizar una optimización de las cimentaciones superficiales del edificio Los Pinos, ubicado en la ciudad de Lima, durante una etapa de este, permitiendo observar el incremento o la disminución de los costos de las partidas de excavación, encofrado y vaciado de concreto en la construcción.

Costos por dimensión: El sistema de optimización asistido por un programa computacional reducirá los costos por dimensión de las cimentaciones superficiales en estudio, a través de la función objetivo que será evaluado con las dimensiones de la cimentación, modificando los anchos de los lados de la base y su espesor, obteniendo unas dimensiones geométricas óptimas para la subestructura, cumpliendo con las normas técnicas vigentes del país.

Según Chagoyén, Negrín, Cabrera, López y Padrón (2009), afirman que “De este primer grupo de condiciones se establecen como variables de diseño:

- 1) Profundidad de subestructura, d_f .
- 2) Geometría de la base de la subestructura: B y L, (p. 64).

Del aporte citado se identifica que aquellas variables de diseño descritas son las de mayor influencia en la optimización estructural, la rectangularidad de la subestructura y su profundidad que genere un costo solución mínimo.

Costos por refuerzo: La optimización de subestructuras, se rige bajo un criterio y sustento técnico, con el fin de mejorar las soluciones propuestas, realizando estos cálculos estructurales. Para ello se considera ciertos parámetros, tales como la economía, la

tecnología, la durabilidad y seguridad que se disponga. Al respecto Chagoyén, Negrín, Cabrera, López y Padrón, sostiene que:

[...] El diseño subestructura superficial óptima de geometría rectangular, [...] pretende [...] determinar la combinación de variables de diseño, en base a un análisis de cargas existentes para identificar aquellos elementos estructurales peculiares según su arquitectura, teniendo en cuenta las circunstancias impuestas por los diversos requerimientos de la ingeniería geológica, que pueden exhibirse y contribuir con el cumplimiento de las limitaciones impuestas por las normas técnicas, hallando así el diseño geotécnico-estructural a costo mínimo, consecuentemente la solución óptima (Chagoyén, Negrín, Cabrera, López y Padrón, 2009, p. 63).

En cuanto costos por refuerzo se sobre entiende a reducir los costos asociados al acero estructural que se colocara en la subestructura (costos del acero y colocación de acero), siendo parte este del análisis geotécnico y estructural de la cimentación superficial que, al ser sometidos a una optimización, estos costos reducirán.

Los costos por refuerzo están ligado al diseño estructural, este permitirá a la cimentación ser auto portante, el cual a su vez nos facilitará la determinación del costo solución. Siendo participes del diseño estructural los siguientes:

- ✓ Resistencia del concreto “ F_c ”
- ✓ Resistencia del acero “ F_y ”
- ✓ Cuantía y posición del refuerzo “ p ”
- ✓ Resistencia al punzonamiento
- ✓ Resistencia al cortante
- ✓ Resistencia a la flexión

Finalmente se analizará los resultados a través de un grafica de la función objetivo con los indicadores de la dimensión costo por refuerzo, donde se podrá visualizar en la variación.

Costo global: El presupuesto de los proyectos de construcción está dividido en costos directos e indirectos, durante el desarrollo del costo solución, por parte de la función

objetivo, se ejecutan una serie de consideraciones, cuyo fin es enlazar y facilitar aquellos cálculos bajo situaciones adversas. A todo ello Fernández y Quiroz sostienen que:

El Costo está definido gasto [...] que muestra la elaboración del producto o servicio, ya sea a nivel público o privado. [...] Los costos son los esfuerzos económicos (adquisición de materiales, elaboración de una materia, los salarios, el financiamiento del proyecto, gastos administrativos) que se ejecutan con el fin de alcanzar una meta. Cabe indicar que, cuando no se logra dichas metas, se entiende que se están generando pérdidas (Fernández y Quiroz, 2017, p. 24).

Del aporte citado se entiende que existen muchos agentes que influyen a la determinación del costo de un proyecto, el cual tiene establecido una meta presupuestaria, que sirve para visualizar el avance y los gastos que se generan.

Problemas de la Investigación

Problema General

Este proyecto de investigación, tiene como problema general la siguiente interrogante

- ¿De qué manera influye la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo en la reducción de costos en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019?

Problemas Específicos

De la cual se logró formular los siguientes problemas específicos

- ¿De qué manera influye el procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por dimensión en el edificio mi vivienda de Surquillo -Lima 2019?
- ¿De qué manera influye el procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por refuerzo en el edificio mi vivienda de Surquillo -Lima 2019?
- ¿De qué manera influye el procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costo global en el edificio mi vivienda de Surquillo -Lima 2019?

La justificación de este proyecto de tesis consiste en la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos en el edificio mi vivienda de Surquillo, Lima. En la investigación se realizará el uso de un software llamado Mathcad, el cual se hará uso de sus hojas de cálculo que presenta dicho programa. Asimismo, en este proyecto se realiza para conocer el impacto que produce el método de optimización asistido por computador en un proyecto de edificación real, ubicado en el distrito de Surquillo, Lima, Perú. Se tiene la finalidad de obtener una reducción de costos del proyecto, analizando especialmente la variación que presentara los costos de las excavaciones, encofrado, concreto y el acero.

La presente investigación pretende demostrar y manifestar de la disminución del presupuesto, optimizando materiales; pero manteniendo la seguridad y funcionalidad de la edificación. Con los resultados obtenidos se pretende poner esta investigación a disposición de las pequeñas consultoras que se dedican a la elaboración de expedientes con un criterio empírico

El crecimiento poblacional que se tiene actualmente y la gran cantidad de viviendas autoconstruidas o también llamadas viviendas de construcción informal que cada vez va en aumento por motivos obvios del factor económico y por la falta de fiscalización en cuanto a las entidades correspondientes. Asimismo, se debe recalca que toda actividad será bajo el fondo del autor.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

El objetivo general es

- Determinar la influencia de la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo en la reducción de costos en el edificio mi vivienda de Surquillo -Lima 2019.

Objetivos Específicos

Así mismo, como objetivos específicos se plantearon los siguientes,

- Determinar la influencia del procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por dimensión en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.
- Determinar la influencia del procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por refuerzo en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.
- Determinar la influencia del procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costo global en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Hipótesis de la Investigación

Hipótesis General

La hipótesis general se planteó de la siguiente manera,

- La optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Hipótesis Específicas

Por lo que surgen las siguientes hipótesis específicas,

- La optimización del procedimiento y herramienta influye de manera positiva en la reducción de costos por dimensión en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.
- La optimización del procedimiento y herramienta influye de manera positiva en la reducción de costos por refuerzo en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.
- La optimización del procedimiento y herramienta influye de manera positiva en la reducción de costo global en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿De qué manera influye la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo en la reducción de costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo-Lima 2019?	Determinar la influencia de la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo en la reducción de costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo-Lima 2019	La optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo -Lima 2019	Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo	Procedimiento y herramienta de optimización	Procedimiento para plantear y resolver problemas de optimización	Método
					Herramientas de diseño para el punto de optimización	Aplicada
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	Nivel de Investigación
¿De qué manera influye el nivel de procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por dimensión en el edificio Mi Vivienda de Surquillo -Lima 2019?	Determinar la influencia del procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por dimensión en el edificio Mi Vivienda de Surquillo -Lima 2019	El procedimiento y herramienta de optimización influye de manera positiva en la reducción de costos por dimensión en el edificio Mi Vivienda de Surquillo-Lima 2019		Costo por dimensión	Costo de encofrado y desencofrado	Explicativa
					Costo del concreto	Causal
					Costo por excavacion	Cuantitativa
¿De qué manera influye el nivel de procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por refuerzo en el edificio mi vivienda de surquillo -Lima 2019?	Determinar la influencia del procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por refuerzo en el edificiom vivienda de surquillo-Lima 2019	El procedimiento y herramienta de optimización influye de manera positiva en la reducción de costos por refuerzo en el edificio Mi Vivienda de surquillo -Lima 2019	Costos en el edificio mi vivienda de surquillo - Lima 2019	Costo por refuerzo	Costo por suministro de acero	Diseño
					Costo por la colocacion del acero	No-Experimental
¿De qué manera influye el procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costo global en el edificio Mi Vivienda de Surquillo -Lima 2019?	Determinar la influencia de procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costo global en el edificio Mi Vivienda de Surquillo-Lima 2019	El procedimiento y herramienta de optimización influye de manera positiva en la reducción de costo global en el edificio Mi Vivienda de Surquillo -Lima 2019		Costo Global	Costo de encofrado y desencofrado	Corte Transversal
					Costo del concreto	Poblacion
					Costo por excavacion	Cimentacion superficial edificio Mi Vivienda
					Costo por suministro de acero	Muestra
					Costo por la colocacion del acero	Seis (06) zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda

Fuente: Elaboración propia.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Es una investigación aplicada, según el autor mencionado al último, alude que una investigación es aplicada cuando se tiene información auténtica, en la cual debe ser con una realidad social y de manera compleja, en resumen, tener como base la “la acción y la verdad” (Vargas, 2009, p. 160).

Diseño de investigación

Investigación no-experimental, los autores nombrados al terminar sostienen, que una investigación no-experimental, se representa al observar un fenómeno en un determinado lugar de estudio en su estado exótico, y así después estudiar cada aspecto respectivo (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010, p. 149).

Nivel de investigación

La investigación explicativa causal se direcciona a determinar las causas que originan un anómalo específico. Se trata de un tipo de investigación cuantitativa que descubre el por qué y el para que de un fenómeno (Yanez, 2018, p 50).

2.2. Operacionalización de variables

Variable Dependiente

- Costos en el edificio mi vivienda de Surquillo - Lima 2019

Variable Independiente

- Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo.

Tabla 1: Operacionalización de Variables

Matriz Operacional					
Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo	La optimización se caracteriza por ser indicación de manera cuantitativa y cualitativa en base a verdades objetivas y científicas, para determinar cuál es la solución que debe ser empleado en un problema identificado	Se aplicará un metodo de optimizacion a la subestructura superficial, el cual sera asistido por un software computacional.	Procedimiento y herramienta de optimización	Procedimiento para plantear y resolver problemas de optimización	Nominal
				Herramientas de diseño para el punto de optimización	Nominal
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo - lima 2019	“El costo total en el que se ha incurrido sobre el trabajo realizado en una actividad durante un periodo de tiempo específico” (Gonzales y Mendoza, 2015, p. 24).	La optimización de la cimentación superficial asistido por computador reducira los costos por dimensión , refuerzo y global en el Edificio Mi Vivienda de Surquillo Lima, 2019.	Costo por dimensión	Δ Costo de encofrado y desencofrado	Fichas técnicas
				Δ Costo del concreto	
				Δ Costo por excavación	
			Costo por refuerzo	Δ Costo por suministro de acero	Fichas técnicas
				Δ Costo por la colocacion del acero	
			Costo Global	Δ Costo de encofrado y desencofrado	Fichas técnicas
				Δ Costo del concreto	
Δ Costo por excavación					
Δ Costo por suministro de					
Δ Costo por la colocacion del acero					

Fuente. Elaboración propia, 2019

2.3. Población, muestra y muestreo

➤ Población

Según Hernández, Fernández, Baptista (2014) “Para el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse [...] con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (p.173)

La presente investigación tiene como población toda la cimentación superficial del edificio mi vivienda, el cual esta ubica en el distrito de Surquillo departamento de Lima, esto se puede evidenciar en el anexo N° 04

➤ Muestra

Según Valderrama (2017), “es el subconjunto de la población y es representativo porque representa las características de la población” (p. 184).

La muestra de esta investigación está conformada por 6 zapatas conectada, pertenecientes al edificio Mi vivienda de Surquillo, estas son escogidas debido al mayor porcentaje de incidencia de mi población, (ver anexo 04).

Tabla 2: *Distribución de las zapatas conectadas*

Ubicación	Zapata Exterior	Zapata Inferior	Viga de cimentación
EJE 2- Entre A-B	Z1	Z2	VC - 2
EJE 3- Entre A-B	Z1	Z2	VC - 2
EJE 6- Entre A-B	Z1	Z2	VC - 2
EJE 2- Entre B-C	Z3	Z2	VC-1
EJE 3- Entre B-C	Z3	Z2	VC-1
EJE 6- Entre B-C	Z3	Z2	VC-1
TOTAL	6	6	6

Fuente: Plano de cimentación del edificio Mi vivienda (Surquillo), 2017

➤ **Muestreo**

La técnica de muestreo que se emplea es de tipo no-probabilística por conveniencia, puesto que selecciono intencionalmente la muestra, la cual será sometida a la optimización de sus cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos.

2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica de recolección de datos

Para el análisis de investigación se utilizan fuentes primarias, así como secundarias, pues ambos son relevantes para la investigación.

a. Fuentes primarias:

Es la más tradicional, rigurosa y de interés científico. Se restringe a la observación de determinados fenómenos. Se parte de una hipótesis previa. Su propósito es precisar con exactitud las variaciones de la conducta relacionada con la hipótesis.

b. Fuentes secundarias:

Como fuentes secundarias se encuentran:

- Las fichas bibliográficas; estas se usan para resaltar y anotar los datos referidos a la investigación.
- La ficha de transcripción textual; está estrechamente relacionada con las investigaciones, como tesis, artículos y libros se transcribió aun con todo y error encontrado, lo que el investigador ha considerado de mayor importancia.
- Fichas de comentario de conocimientos personales; esto se refiere a los comentarios realizados después de cada citado, en la presente investigación; lo cual hace resaltar ya que es el punto de vista del autor de esta investigación.
- Tesis; se aprovecharon para ser parte de los antecedentes de esta investigación y reforzar el tema de investigación dando una mayor visión de los resultados que se obtendrán.
- Revistas virtuales; estas cumplen la función de alimentar y confirmar las teorías relacionadas a la investigación.

Instrumentos de medición y recolección de datos

Son aquellos que tienen la función de recolectar datos apropiados los cuales se registran los resultados que se obtienen del rediseño de la cimentación

Ficha técnica:

Al tener en cuenta las dimensiones e indicadores de matriz operacional, específicamente dimensiones tales como: costo por dimensión, costo por refuerzo y costo global, se elabora una ficha técnica para evaluar cada una de ellas.

Ficha N° 1: costos por refuerzo y dimensión; la cual se puede observar en el anexo N° 3

Ficha N° 2: costo global; la cual se puede observar en el anexo N° 3

La finalidad de esta ficha técnica es la de recolectar datos de los rediseños que se les hacen a las zapatas conectadas.

Validez y confiabilidad

Para la validación del instrumento se debe considerar la opinión y criterio de 3 profesionales expertos, en este caso ingenieros civiles especialistas en el tema de investigación (Oficina de Investigación Lima UCV, 2016, p. 11)

El presente trabajo de investigación tendrá como validación y confiabilidad de datos, al programa computacional Mathcad Prime 5.00 con una licencia original y al respaldo de tres profesionales competente y experto en el tema que validaran las fichas técnicas para la obtención de datos, que aportara a la fiabilidad del instrumento.

Para una mayor interpretación, se plantea la siguiente escala con la cual se puede ubicar el rango de validez que se les ha otorgado a los instrumentos utilizados en la investigación

Tabla 3. *Rango y magnitudes de validez*

RANGO	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002, p. 12.

Una vez establecido la escala para la medición del instrumento se procedió a hacer entrega de los formatos de validez a cada uno de los expertos seleccionados con la intención de que calificaran con respecto a tres parámetros esenciales pertinencia, relevancia y claridad para la obtención de los datos, tal y como se puede visualizar con detalle en los anexos relacionados con el tema, la síntesis de los puntajes colocados se presenta a continuación.

Tabla 4. *Coficiente de validez por juicio de expertos*

Validez	Ing. Pinto Barrantes, Raúl	Ing. Corzo Aliaga, Agustín Víctor	Ing. Zeña Arma, Marco
Ficha técnica N°1	0.85	0.9	0.9
Ficha técnica N°2	0.85	0.9	0.9
Promedio	0.85	0.9	0.9

Fuente. Elaboración propia

La evaluación de los expertos muestra un promedio de puntuación entre 0.85 y 0.90, lo que representa un nivel muy alto, esto significa que el instrumento cumple con todos los requerimientos mínimos necesarios para la obtención de los datos indispensable en el estudio.

Confiabilidad

Un instrumento de evaluación que tiene la finalidad de recolectar datos será confiable si se usa el mismo instrumento en varios eventos de las mismas características, lo cual conlleva a decir que los instrumentos usados en el proyecto de investigación, son confiables (Bernal, 2010, p. 247).

2.5. Procedimiento

La presente investigación en relación a la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos se ha dividido en fases 12 fases:

Fase 1: Se realizará un análisis exhaustivo del expediente técnico del edificio mi vivienda, para descripción del proyecto.

Fase 2: se realizará un análisis estructural de la edificación del proyecto mi vivienda ubicada en el distrito de Surquillo, departamento de lima

Fase 3: se realizará un parámetro de datos para análisis, así como análisis geotécnico, carga de diseño, normas empleadas análisis sísmico, regularidad de las edificaciones, irregularidades en altura, irregularidades en planta y espectro de diseño.

Fase 4: Se procederá al rediseño de las zapatas conectadas considerando RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones).

Fase 5: Se procederá con la iteración de las variables que estén directamente relacionados a la dimensión (d), buscando un diseño óptimo (al disminuir las dimensiones (d) de la zapata conectada se reduce la cantidad de concreto que será añadido al mencionado elemento lo cual de manera implícita hace que el costo disminuya).

Fase 6: El siguiente proceso de iteración será variando la cantidad de refuerzo (A_s), buscando un diseño óptimo de la sub estructura (en el proceso de iteración del acero de refuerzo disminuye la cantidad de acero positivo y negativo que se le debe añadir, por consecuencia hace que el costo mencionado en la variable dependiente disminuya).

Fase 7: El último proceso de iteración será modificando las variables relacionadas a la dimensión y la cantidad de acero, buscando un diseño óptimo de la zapata conectada.

Fase 8: Se recolectan los datos obtenidos en la ficha técnica, de todas las zapatas mencionadas en la muestra.

Fase 9: se calcula el costo de las zapatas conectadas con el diseño óptimo, obtenido a la hora de iterar. Considerando los costos unitarios de la edificación existente.

Fase 10: Comparación del costo existente del expediente con el costo óptimo calculado después del rediseño.

Fase 11. Se procede a realizar un análisis descriptivo detallado para conocer los parámetros estadísticos que manifiestan las variables en estudio, con lo cual se podrá precisar la media de los datos recolectados antes y después de aplicadas la optimización, la desviación estándar, rangos, punto mínimo y máximo.

Fase 12. Se ejecuta el análisis estadístico inferencial al conjunto de datos de cada una de las variables y las dimensiones que la componen para con ello lograr comprobar si efectivamente la hipótesis planteada en la investigación se cumple o por el contrario se rechaza debido a la inexistencia de relación alguna entre ellas.

2.6. Métodos de análisis de datos

En base de las variables se procede a realizar de la siguiente manera.

Se aplicará el método de estadístico descriptivo, realizando el modelado de cuadros, tablas, para el análisis comparativo de los costos de las zapatas conectadas y posteriormente sacar el costo mínimo

2.7. Aspectos éticos

La presente tesis fue elaborada bajo los lineamientos de las normas internacionales de redacción otorgadas por la universidad, declarando que toda información exhibida en esta tesis no es copia o plagio de otros autores.

- ✓ Por razones éticas y académicas los resultados de la ficha de datos serán analizados por los mismos expertos que lo validaron.
- ✓ El porcentaje de similitud arrojado es el 5% lo cual indica que igual manera esta investigación está abierta a ser verificado por el TURNITIN, con la finalidad de demostrar la autenticidad.
- ✓ Los citados que realizaron es esta investigación se hizo respetando el derecho de autor

III. RESULTADOS

Desarrollo del procedimiento

Ubicación geográfica de proyecto

Dirección : Psj. Bernardo Houssay, N° 137

Urbanización : La Calera de La Merced

Distrito : Surquillo

Provincia : Lima

Departamento : Lima

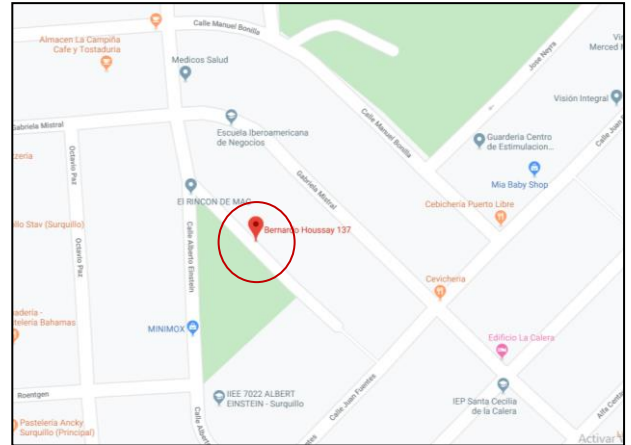


Figura 1: Ubicación geográfica del proyecto

Descripción del Proyecto

Descripción de los pisos

El Proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR", está conformado por una edificación cuyos niveles se menciona líneas abajo:

A. PRIMER PISO

Comprende los siguientes ambientes: Estacionamientos para 3, acceso que ingresa al primer piso, ingreso principal, hall de ingreso ascensor, escalera principal que da acceso al segundo piso.

Dpto. 101: Ingreso, comedor, sala, S.H, cocina – lavandería, patio, dormitorio principal con S.H. y terraza, dormitorio, terraza, estudio.

B. PLANTA TIPICA: 2° AL 6° PISO

Comprende los Sigüientes Ambientes:

Escalera Principal que viene del 1° piso y da acceso al 2° piso y a los pisos superiores , Hall de Distribución que acceso a los Dptos.

Dpto. Típico (201 al 601)

Dpto. Típico (202 al 602)

Ingreso, comedor, sala, S.H., cocina, lavandería, dormitorio principal con S.H., dormitorio, terraza, hall, estudio.

Todo lo anteriormente detallado se logra apreciar con claridad a través de la figura siguiente

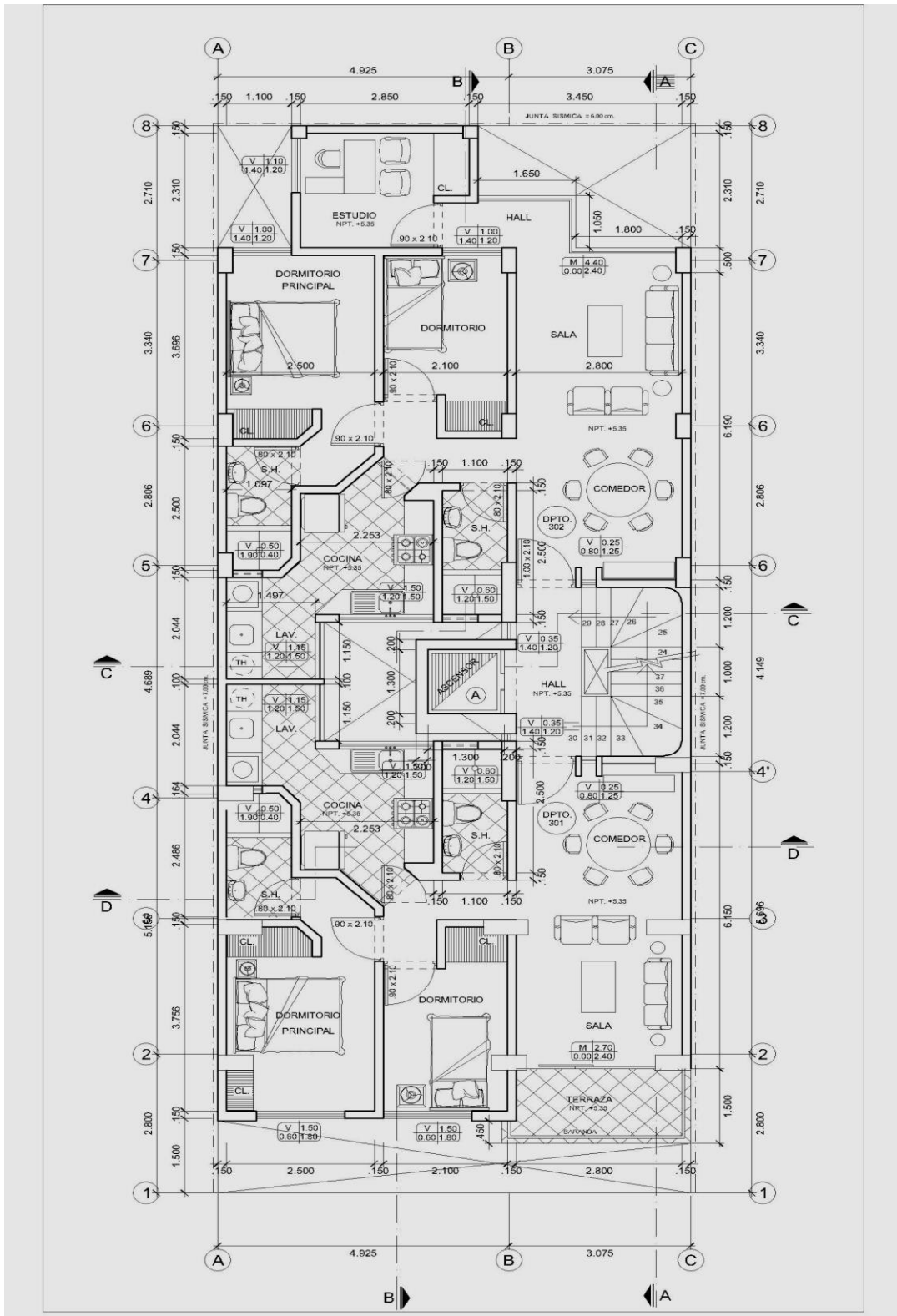


Figura 2: Planta Típica Del Edificio Mi Vivienda.

C. PLANTA: 7º PISO

Comprende los siguientes ambientes: Escalera principal que viene del 6º piso y da acceso a la azotea, hall de distribución.

Dpto.701: Ingreso principal por ascensor A, cocina – lavandería., dormitorio con closet, S.H., dormitorio principal con closet y S.H., hall, sala, comedor.

Terraza: zona de esparcimiento, S.H., escalera de gato que conduce a tanque elevado y escalera de gato que conduce al cuarto de máquinas.

D. PLANTA DE TECHOS

Cuarto de máquinas (ascensor) y plataforma para T.E.

Análisis Estructural de la Edificación

El planteamiento estructural se basa en un sistema a porticado el cual está constituido por una cimentación corrida con sobre cimientos, planteado además la presencia de zapatas aisladas y/o combinadas interconectadas por medio de vigas de conexión. Se emplea además columnas, placas y vigas peraltadas de concreto armado.

Los techos son losas aligeradas y macizas armadas en el sentido de menor luz y tiene un peralte de 25 cms, por ser las luces libres menores a los 6.50 metros.

Todo lo anteriormente descrito se muestra claramente a través de la figura a continuación

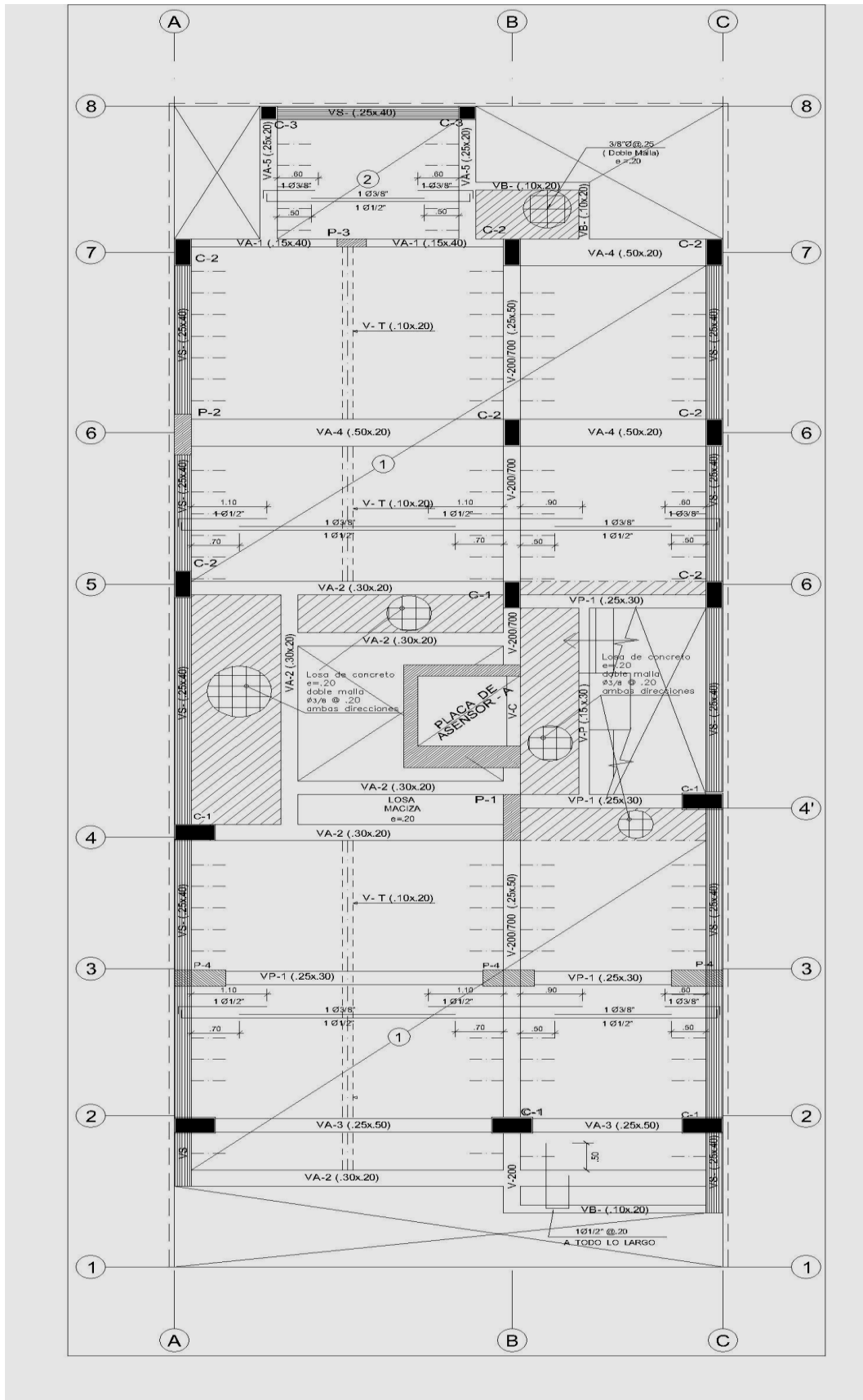


Figura 3: Esquema típico de losa aligerada Edificio Mi Vivienda”

Proyecto Edificio Mi Vivienda

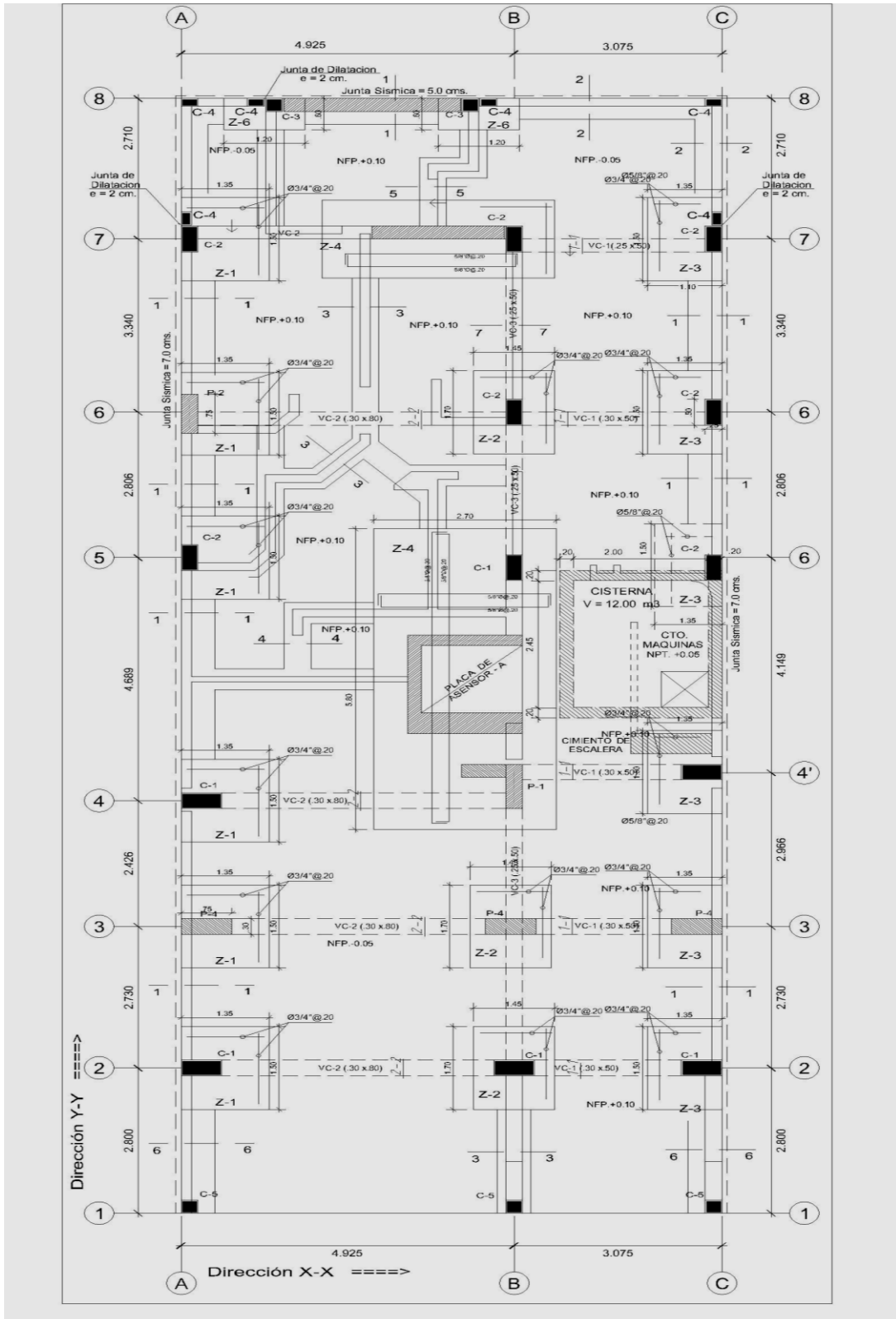


Figura 4: Esquema Planta Cimentación Edificio Mi Vivienda

Datos para análisis

Estudio mecánico de suelos

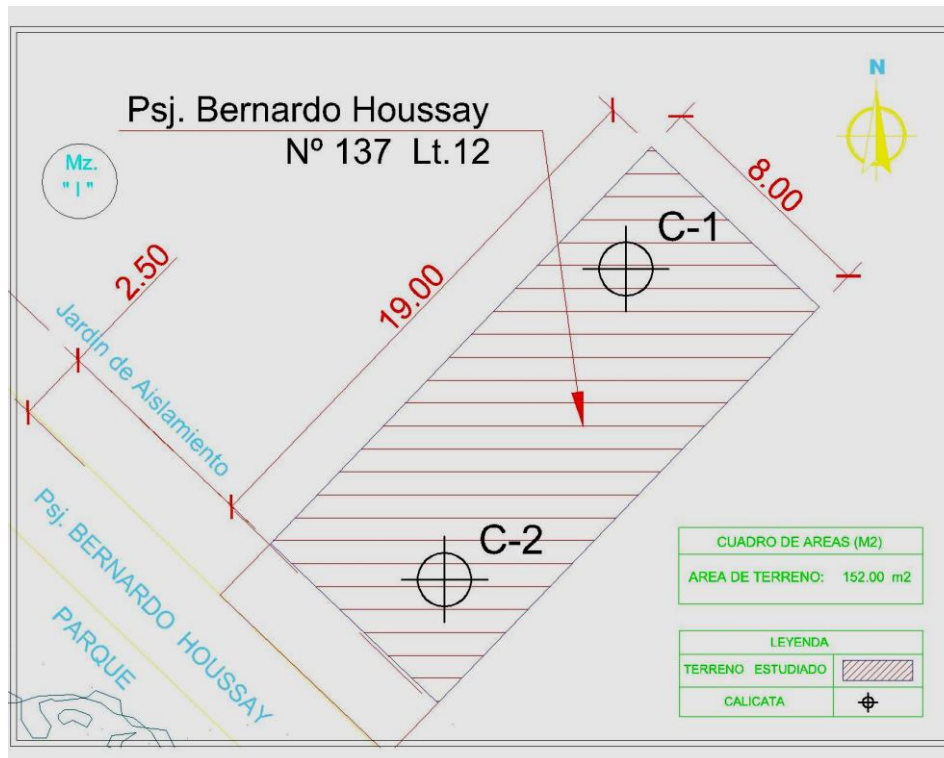


Figura 5: Croquis de las ubicaciones de las calicatas de la zona de estudio

A través del croquis anterior se precisa la totalidad de terreno que ocupa la construcción residencial edificio Mi Vivienda de Surquillo específicamente en la dirección anteriormente señalada.

Tabla 5: Resumen de los parámetros y características del suelo en el lugar de estudio

Pozo	C-1	C-2
Muestra	M-1	M-1
Profundidad (m)	5.00	5.00
Clasificación SUCS	GP	GP
Material	<TAMIZ N° 4	<TAMIZ N° 4
Densidad seca de ensayo	1.578	1.581
Humedad de ensayo	4.5%	4.3%
Angulo de fricción máximo	31%	31%
Cohesión Máxima	0.00 kg/cm ²	0.00 kg/cm ²

Fuente: Elaboracion propia.

Tal y como se muestra en la tabla 5, las características resaltantes del suelo donde se encuentra la construcción del edificio Mi Vivienda son: una densidad seca que no supera el 1.581, la humedad se ubica entre 4.3% y 4.5%, la fricción se ubica en 31% y la cohesión en 0.0Kg/cm².

Datos para condiciones de cimentación

Tabla 6: Resumen del estudio mecánica de suelo con fines de cimentación

1	Tipo de cimentación	Cimentación corrida con el empleo de zapatas aisladas y/o combinadas e interconectadas.
2	Estado de apoyo de cimentación	Suelo gravoso
3	Prof. de cimentación mínima	1.30 mts a partir del nivel del semisótano
4	Capacidad portante del terreno	2.75 Kg/cm ²
5	Factor de seguridad por corte	3
6	Asentamiento máximo del suelo	1.71
7	Agresividad de suelo	No se indica en el estudio la realización de ensayos químicos efectuados.
8	Cemento de concreto en contacto con el sub suelo.	Se considera Pórtland tipo I y tipo P-2, IP o IPM Salvo otra indicación.

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla anterior se logra precisar las características mecánicas del suelo para la aplicación de cimentación, dentro de lo que destaca poseer una cimentación corrida con presencia de zapatas aisladas y combinadas interconectadas; un suelo gravoso para el apoyo de la cimentación, la profundidad mínima se ubica en 1.30mtrs.

CALICATA N°1



Figura 6: Vista de la calicata C-1

CALICATA N°2



Figura 7: Vista de la calicata C-2

A través de las imágenes anteriores se precisa la evidencia con respecto a las evaluaciones físicas, mecánicas y químicas del suelo perteneciente a la cimentación del edificio Mi Vivienda de Surquillo.

Análisis de la súper estructura

Carga de diseño

La estructura se modelo con elementos que admiten deformaciones por flexión, fuerza cortante y carga axial debido a cargas de gravedad y sísmicas.

Las solicitaciones de sobrecarga se determinaron de acuerdo a la Norma E.020. Las sobrecargas de diseño son las siguientes:

Corredores y escalera	400 kg/m ²
Azotea	100 kg/m ²
Vivienda	200 kg/m ²

Normas Empleadas

Para el análisis y diseño del proyecto se utilizaron las siguientes Normas Técnicas:

Norma Técnica E.020 - Cargas

Norma Técnica E.030 - Diseño Sismo Resistente

Norma Técnica E.050 - Suelos y Cimentaciones

Norma Técnica E.060 - Concreto Armado

Norma Técnica E.070 – Estructuras de albañilería.

Análisis sísmico

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma E.030. Los parámetros empleados para definir las solicitaciones de diseño se resumen en la tabla N° 7.

Tabla 7. Parámetros Sísmicos utilizados

Sa = Aceleración Espectral	$Sa = ((Z U S C) / R) \times g$
C = Factor de Amplificación sísmica	$C = 2.5 \times (T_p / T) \quad C \leq 2.5$
Z = Factor de Zona	Z = 0.45 Zona 4
U = Factor de categoría de edificación	U = 1.0 Categoría "C" Edif. Comunes
S = Parámetro de suelo	S = 1.00 Suelo tipo S1
T _p = Periodo Límite en segundos	TP = 0.4 Suelo Tipo S1 TL = 2.5 Suelo Tipo S1
R = Coeficiente de reducción	R _x = 6 Placas de concreto armado
	R _y = 6 Albañilería confinada
T = Periodo fundamental de la estructura	T _{xx} = 0.576Seg. T _{yy} = 0.213Seg.
Desplazamiento Máximos A/hej :	Según Norma E-0.30: x-x = 0.007 (Derivas admisibles) y-y = 0.005 (Derivas admisibles) Según cálculo: x-x = 0.006787 (máx. concreto armado) y-y = 0.001161 (máx. albañilería)

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 7 se puede apreciar los resultados obtenidos una vez aplicado el análisis sísmico al terreno y zona donde se encuentra la edificación Mi Vivienda de Surquillo, mostrando evidencias que el factor de amplificación sísmica es de 2.5, la edificación se encuentra en una zona tipo 4, el periodo de tiempo fundamental de la estructura es de 0.576seg para T_{xx} y 0.213seg para T_{yy}.

Regularidad de las edificaciones

De acuerdo a la Norma E.030, la categoría "C" Edificaciones comunes califican dentro la categoría esencial. Asimismo, al encontrarse en la Zona 4 no permiten irregularidades. De acuerdo a lo explicado en los siguientes párrafos, se está cumpliendo con esta disposición ya que se tiene una estructura regular, por lo que se adoptó que los factores I_a e I_p sean iguales a 1.

Irregularidades en altura

El edificio no presenta irregularidades en altura pues todos los elementos son continuos y se tienen plantas iguales geoméricamente.

Derivas máximas de entre pisos

Tabla 8: Derivas máximas en el eje X por cada piso del edificio Mi Vivienda

Nivel de la vivienda	Load Case/Combo	Dirección	Deriva Inelástica
P7	DXX Max	X	0.005105
P6	DXX Max	X	0.005417
P5	DXX Max	X	0.006212
P4	DXX Max	X	0.006787
P3	DXX Max	X	0.006762
P2	DXX Max	X	0.005829
P1	DXX Max	X	0.002968

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 8 se precisó la deriva inelástica para cada uno de los niveles que conforman el edificio Mi Vivienda de Surquillo presentando el más alto índice en los pisos tres, cuatro y cinco con un total de 0.0067, 0.0067 y 0.0062 respectivamente.

Tabla 9: Derivas máximas en el eje Y por cada piso del edificio Mi Vivienda

Nivel de la vivienda	Load Case/Combo	Dirección	Deriva
P7	DYY Max	Y	0.001161
P6	DYY Max	Y	0.000788
P5	DYY Max	Y	0.000936
P4	DYY Max	Y	0.001083
P3	DYY Max	Y	0.001147
P2	DYY Max	Y	0.001114
P1	DYY Max	Y	0.000791

Fuente: Elaboración propia

A través de la tabla anteriormente precisada se estableció la deriva máxima existente en cada uno de los pisos que conforman el edificio Mi Vivienda teniendo el pico máximo en el séptimo piso con un 0.001161.

Espectro de Diseño

Con los parámetros sísmicos ya definidos se construyó el espectro de diseño (SC) para ambas direcciones de análisis del edificio Mi Vivienda, que se muestra en la figura N° 08. Este espectro ha sido multiplicado por el factor $S = 1.00$, de tal manera que cuando $T < T_p$. Tal como se muestra en la figura a continuación.

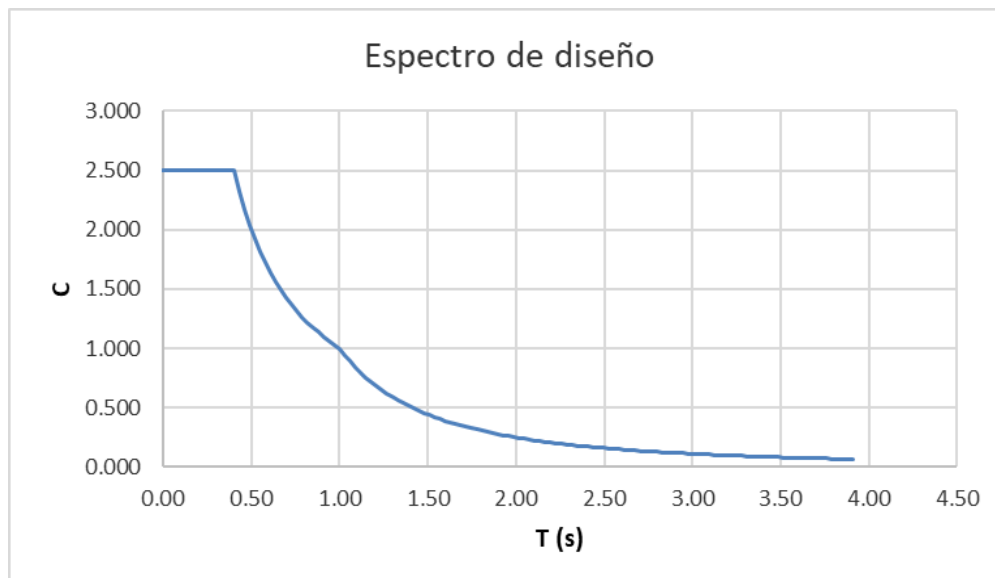


Figura 8: Espectro de diseño del edificio Mi Vivienda – para ambas direcciones de análisis

Modelo de la estructura:

Para el análisis estructural se empleó un modelo tridimensional construido en el programa de computación ETABS. Los techos de cada piso constituyen diafragmas rígidos, por lo que se emplearon tres grados de libertad dinámicos por cada techo. Se consideró los apoyos de la base como empotrados en el caso de las placas y columna, rótulas en los extremos de vigas donde su refuerzo no es capaz de desarrollar momentos y brazos rígidos en las conexiones entre vigas y columnas. Se consideraron las vigas y columnas como elementos tipo Frame, las placas como elementos tipo Shell y las losas como elementos tipo Membrane. Las figuras 9 y 10 muestran algunas vistas de los modelos realizados.

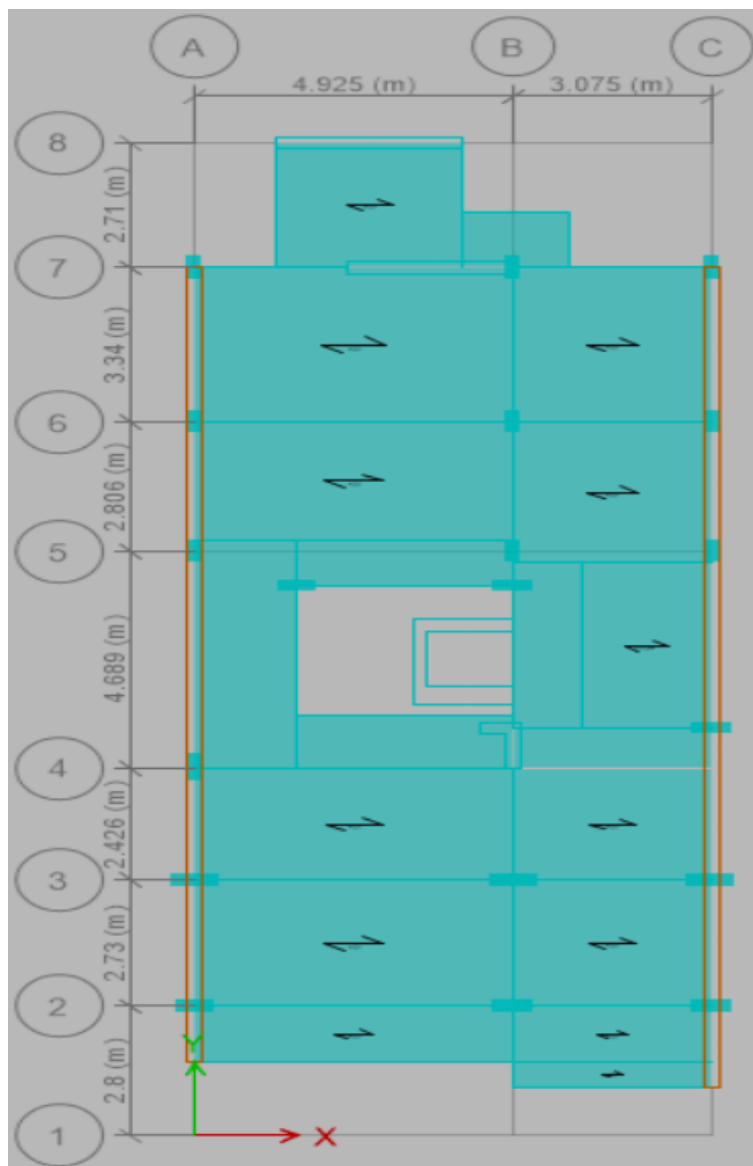


Figura 9: Vista en Planta del Modelo Estructural del edificio Mi Vivienda

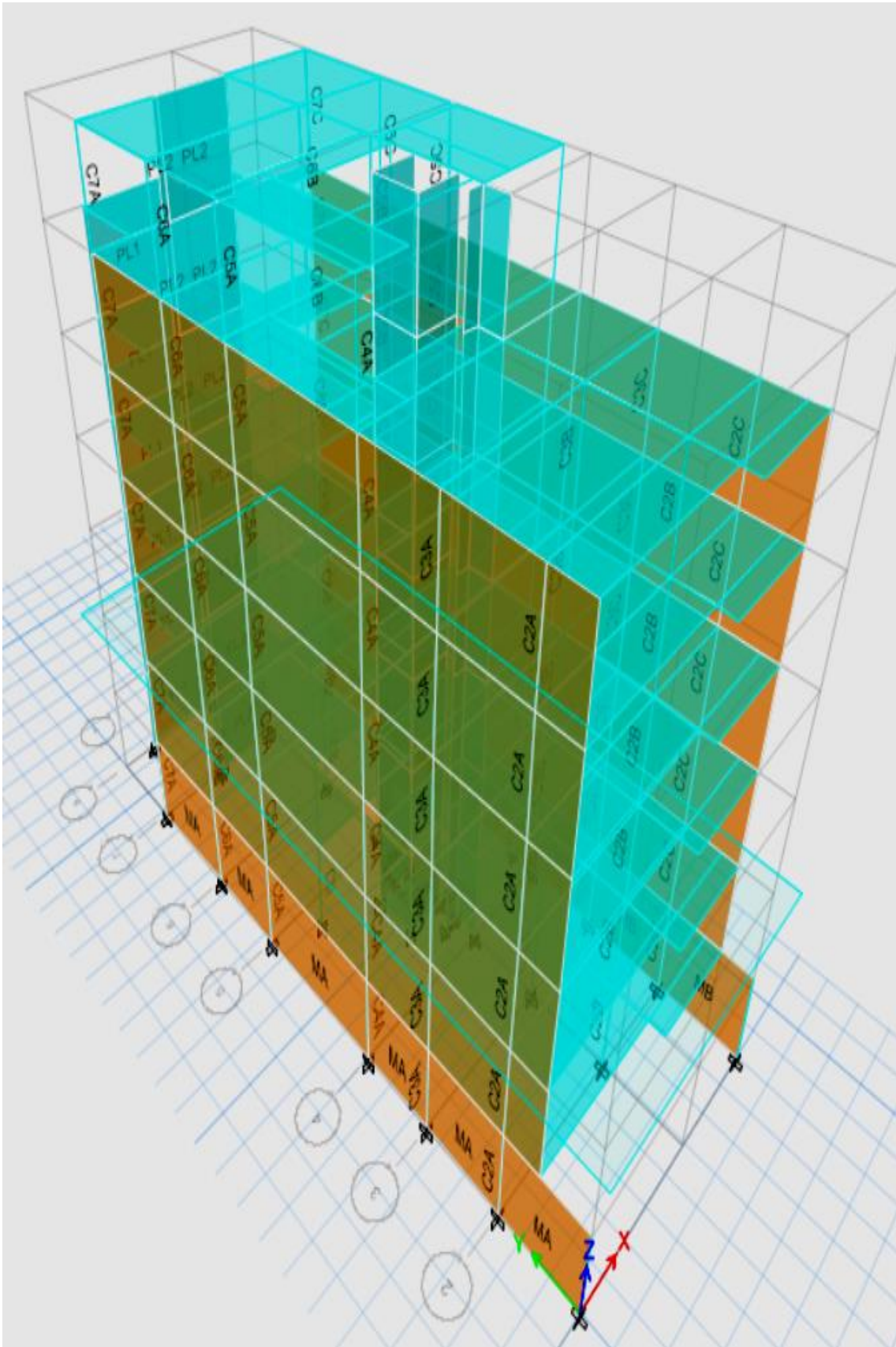


Figura 10: Vista en 3D del Modelo Estructural del edificio Mi Vivienda.

Respuesta modal espectral del edificio Mi vivienda

A continuación, se muestran los periodos de vibración fundamentales y las cortantes estáticas y dinámicas estimadas en cada dirección para el edificio.

Tabla 10. *Periodos fundamentales y fuerzas cortantes basales del Edificio Mi Vivienda*

Dirección de análisis	Periodo (Seg)	C	V. Estática	V. Dinámica	80 % Vesta.	f	% PESO
X-X	0.576	1.87	180.4	127.21	144.30	1.13	11.22
Y-Y	0.213	2.50	241.1	193.24	192.91	1.00	15.00

En la tabla 9, se muestra el factor de escala “f” del cortante dinámico para que sea por lo menos igual que el 80% del cortante estático. La norma E. 030 indica que el porcentaje de 80% es aplicable solo a estructuras regulares

Resultados de cargas en la base de la súper estructura

A continuación, se muestra la ubicación de los elementos verticales de las cuales se han calculado las cargas axiales, y los momentos en ambas direcciones en la base del edificio Mi Vivienda

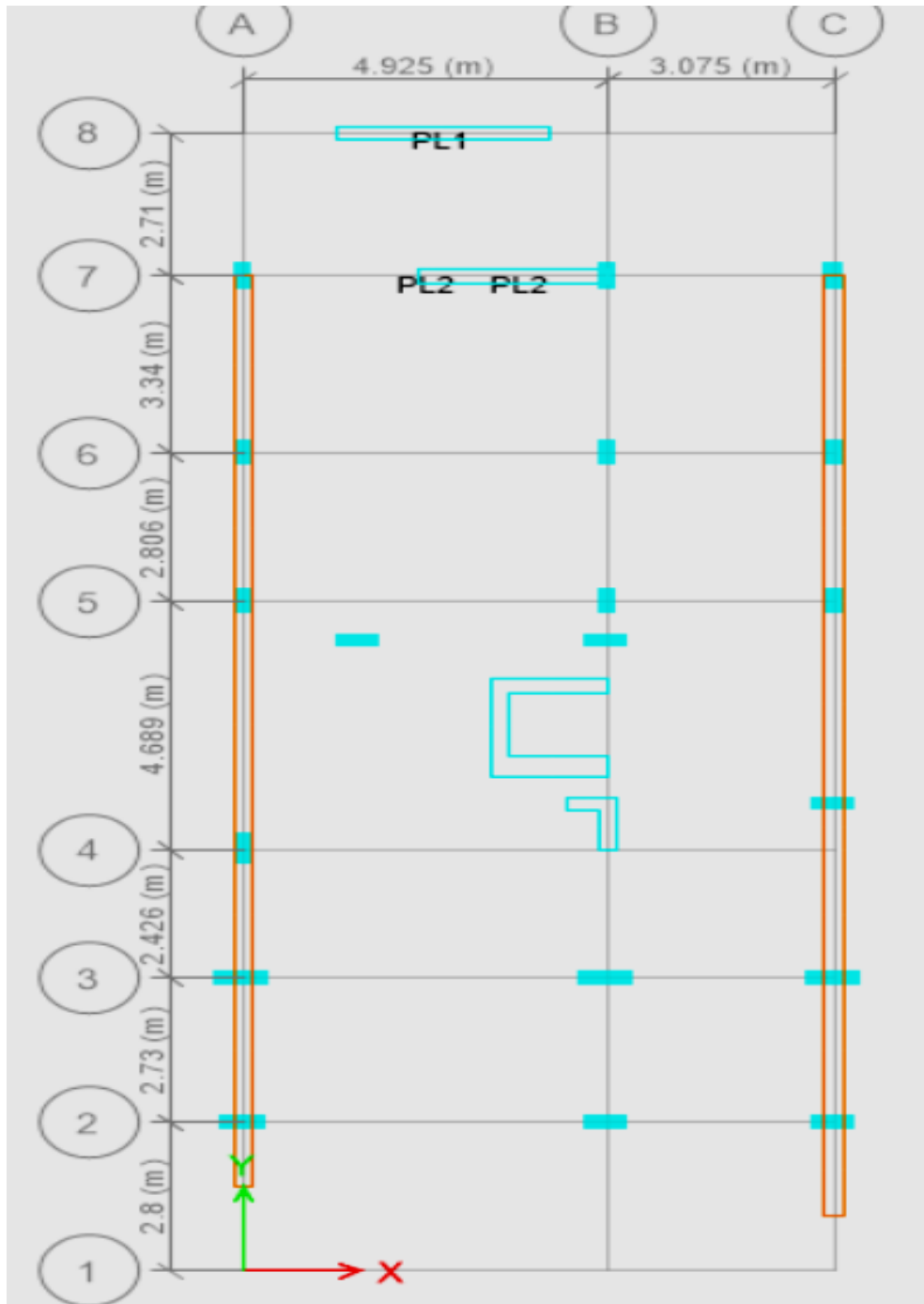


Figura 11: Vista de nomenclatura de elementos verticales del edificio Mi vivienda.

Tabla 11: Cargas de diseño de elementos verticales del edificio Mi Vivienda

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	M2	M3
P1	C6A	DEAD	Bottom	-32.6448	0.0477	-0.0757
P1	C6A	LIVE	Bottom	-4.3887	0.0066	0.0045
P1	C6A	SXX Max	Bottom	9.2878	0.6501	0.5457
P1	C6A	SYX Max	Bottom	9.7465	1.3591	0.0126
P1	C6B	DEAD	Bottom	-52.5151	-0.0061	0.0883
P1	C6B	LIVE	Bottom	-12.3168	-0.0201	0.0118
P1	C6B	SXX Max	Bottom	6.623	0.0844	0.6719
P1	C6B	SYX Max	Bottom	2.0882	1.3771	0.0123
P1	C6C	DEAD	Bottom	-23.872	0.0364	0.0703
P1	C6C	LIVE	Bottom	-3.5913	0.0065	0.0128
P1	C6C	SXX Max	Bottom	9.9544	0.765	0.5916
P1	C6C	SYX Max	Bottom	10.3623	1.4314	0.0096
P1	C3A	DEAD	Bottom	-52.1376	0.0164	0.1784
P1	C3A	LIVE	Bottom	-6.4135	0.0041	0.0849
P1	C3A	SXX Max	Bottom	8.485	0.4854	12.6982
P1	C3A	SYX Max	Bottom	13.2074	0.9689	0.9123
P1	C3B	DEAD	Bottom	-57.5897	0.0924	0.5122
P1	C3B	LIVE	Bottom	-10.5641	0.0231	0.1155
P1	C3B	SXX Max	Bottom	10.4012	0.0735	13.9836
P1	C3B	SYX Max	Bottom	8.5019	1.0962	1.0024
P1	C3C	DEAD	Bottom	-39.428	0.0146	0.373
P1	C3C	LIVE	Bottom	-6.3095	0.0009	0.1035
P1	C3C	SXX Max	Bottom	22.8729	0.5499	13.0591
P1	C3C	SYX Max	Bottom	11.7689	1.028	0.9463
P1	C2A	DEAD	Bottom	-34.8527	0.0234	0.0167
P1	C2A	LIVE	Bottom	-4.3279	-0.0299	0.0026
P1	C2A	SXX Max	Bottom	3.9706	6.6135	0.2145
P1	C2A	SYX Max	Bottom	22.3367	0.5251	0.4432
P1	C2B	DEAD	Bottom	-61.8877	-0.4173	0.291
P1	C2B	LIVE	Bottom	-11.1283	-0.0636	0.0347
P1	C2B	SXX Max	Bottom	15.1431	7.759	0.0568
P1	C2B	SYX Max	Bottom	6.8826	0.6459	0.4494
P1	C2C	DEAD	Bottom	-27.5369	-0.2791	0.0163
P1	C2C	LIVE	Bottom	-4.4707	-0.0672	0.0028
P1	C2C	SXX Max	Bottom	12.5333	6.9211	0.2396
P1	C2C	SYX Max	Bottom	21.0365	0.6038	0.4601

Fuente. Elaboración propia.

ANÁLISIS DE LA SÚB ESTRUCTURA

Diseño de la hoja de cálculo Mathcad Prime 5.00

En la hoja de cálculo de Mathcad Prime 5.00 no es necesario definir cuáles son los parámetros variables, o restricciones como tales, sino que se calcula paso a paso como se haría de forma manual, la diferencia es que este software lo puede hacer varias veces en cuestiones de segundos con mucha precisión y luego de todas las variantes escoge la más óptima.

De forma detallada, la hoja puede ser vista en tres zonas fundamentales: uno (1) datos de entrada, dos (2) zona de cálculo, tres (3) salida de resultados. Se ha programado para introducir los datos que se necesitan en el diseño geotécnico y estructural, y de cuestiones constructivas, se efectúa el diseño geotécnico y estructural siguiendo las recomendaciones de las normas E-02, E-030, E-05, E-06 para las 6 zapatas conectadas planteadas a analizar en las variables; además en la sección final puede observarse una figura brindando útiles para dibujar el plano de detalles constructivos de la zapata conectada.

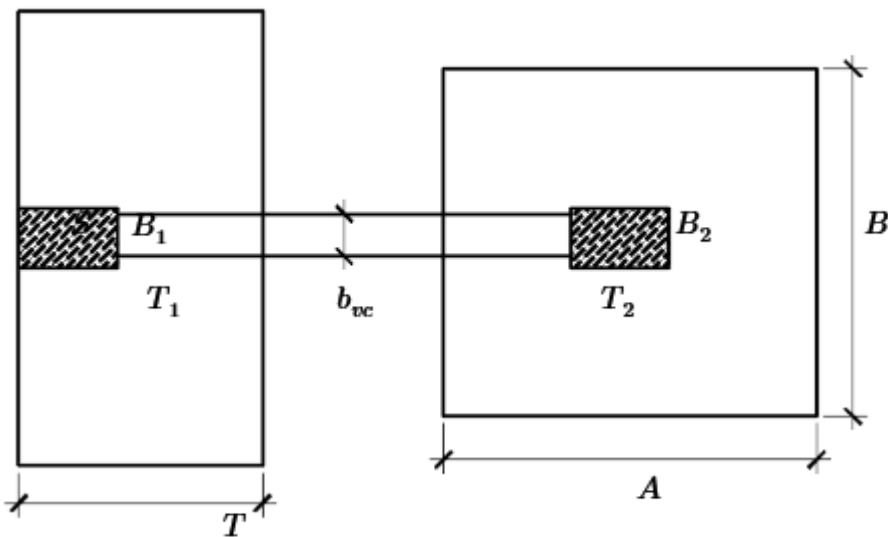
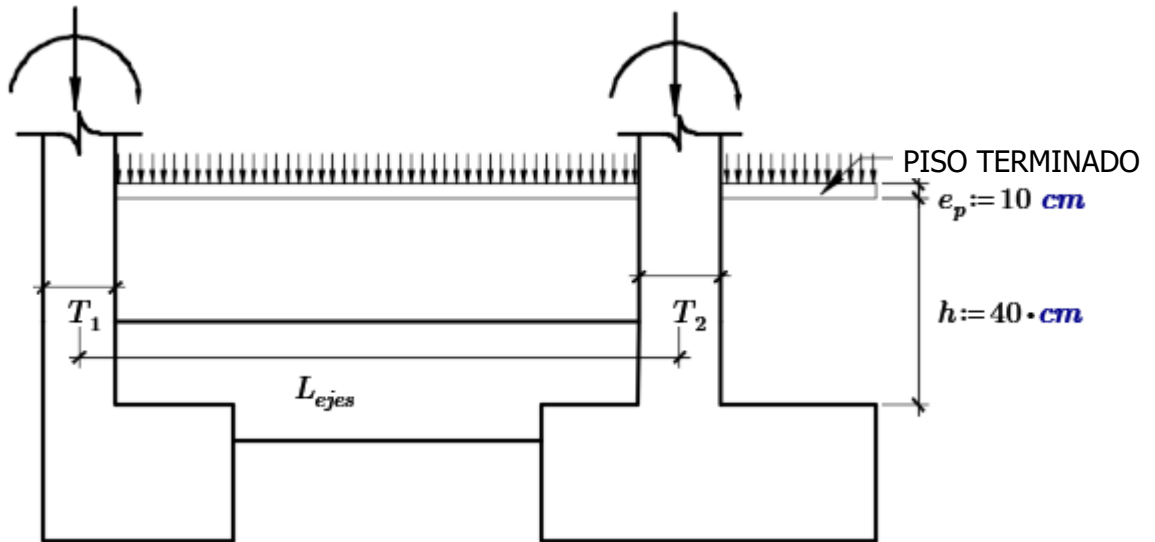


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE ZAPATAS CONECTADAS DE CONCRETO ARMADO

POR: JUAN CHUQUIMNAGO MARTINEZ



1.-DATOS DE LAS COLUMNAS (ingreso de datos)

COLUMNA EXTREMA

$$T_1 := 0.60 \text{ m}$$

$$B_1 := 0.30 \text{ m}$$

CARGAS ACTUANTES

$$P_{D1} := 34.85 \text{ tonnef}$$

$$P_{L1} := 4.33 \text{ tonnef}$$

COLUMNA INTERNA

$$T_2 := 0.60 \text{ m}$$

$$B_2 := 0.30 \text{ m}$$

CARGAS ACTUANTES

$$P_{D2} := 61.89 \text{ tonnef}$$

$$P_{L2} := 11.13 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION LONGITUDINAL

$$M1_{D22} := 0.02 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L22} := 0.03 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx22} := 6.61 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx33} := 0.21 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx1} := 3.97 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION LONGITUDINAL

$$M2_{D22} := 0.42 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L22} := 0.06 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx22} := 7.66 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx33} := 0.06 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx2} := 15.14 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION TRANSVERSAL

$$M1_{D33} := 0.02 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L33} := 0.0026 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy22} := 0.53 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy33} := 0.44 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy1} := 22.34 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION TRANSVERSAL

$$M2_{D33} := 0.29 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L33} := 0.03 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy22} := 0.65 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy33} := 0.45 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy2} := 6.88 \text{ tonnef}$$

2.- DATOS GENERALES (ingreso de datos)

Concreto

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Suelo

$$\sigma_t := 2.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Acero

$$f'_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

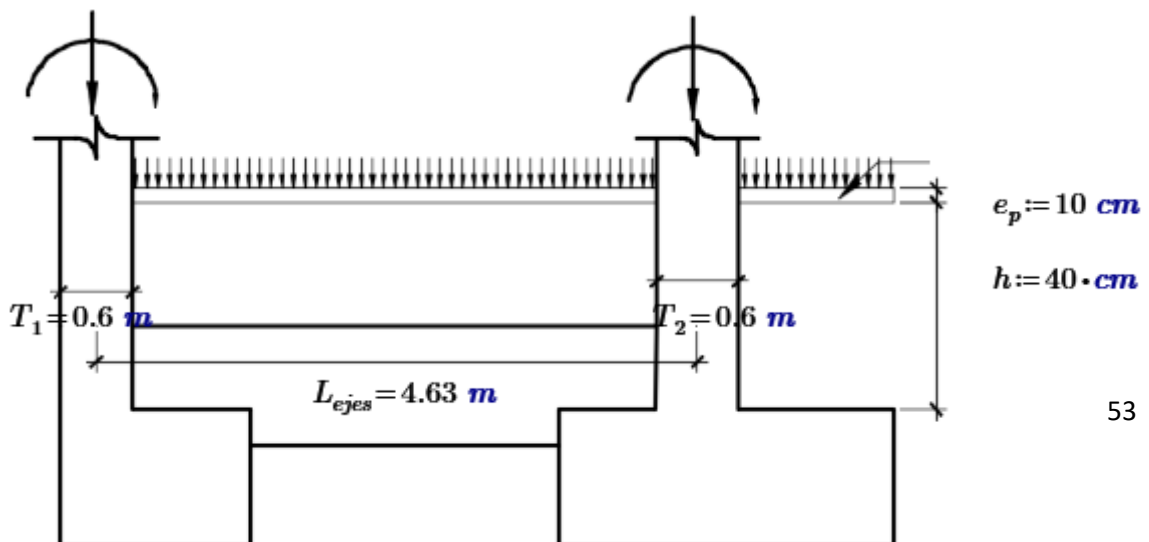
Luz libre entre columnas

$$L_v := 4.03 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{aplastamiento}} := 0.70$$

$$L_{\text{ejes}} := L_v + \frac{(T_1 + T_2)}{2}$$

$$L_{\text{ejes}} = 4.63 \text{ m}$$



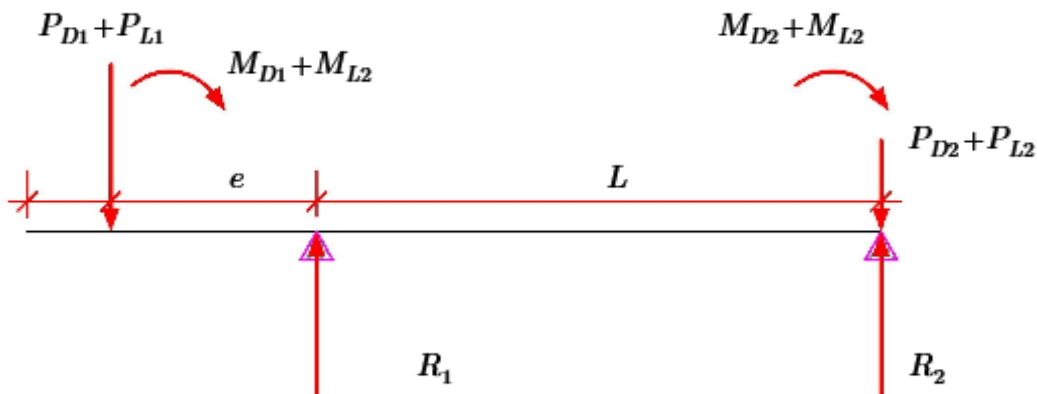
3.-PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS

A.-DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA Z1 (C1)

$$\sigma_n := \sigma_t \cdot 0.9 \qquad \sigma_n = 24.75 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$A_{z1} := 1.2 \cdot \frac{(P_{D1} + P_{L1})}{\sigma_n} \qquad A_{z1} = 1.9 \text{ m}^2$$

$$S := \sqrt[2]{A_{z1}} \quad S = 1.4 \text{ m} \qquad T := \sqrt{A_{z1}} \quad T = 1.4 \text{ m}$$



REACCIÓN SIN SISMO EN Z1

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \qquad e = 0.4 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right) \qquad L = 4.241 \text{ m}$$

$$R_1 := (P_{D1} + P_{L1}) + \left((P_{D1} + P_{L1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M_{1D33} + M_{1L33} + M_{2D33} + M_{2L33})}{L}$$

$$R_1 = 42.856 \text{ tonnef}$$

Verificando presiones

$$\sigma_{max1} := R_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \qquad \sigma_{max1} = 23.688 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max1} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN SIN SISMO EN Z2

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \quad e = 0.4 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right)$$

$$L = 4.241 \text{ m}$$

$$R_2 := (P_{D2} + P_{L2}) - \frac{(P_{D1} + P_{D2}) \cdot e}{L} - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_2 = 64.062 \text{ tonnef}$$

$$A_{z2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{\sigma_n} \quad A_{z2} = 2.718 \text{ m}^2$$

Ingresar A' y B'

$$A' := 1.7 \text{ m}$$

$$B' := 1.6 \text{ m}$$

$$A := A' + \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad A = 1.85 \text{ m}$$

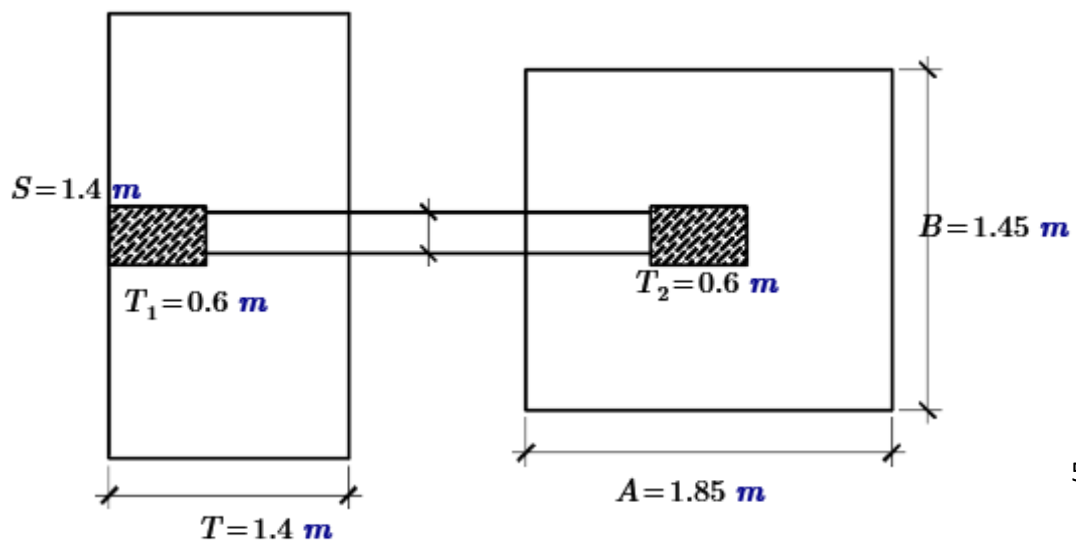
$$B := B' - \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad B = 1.45 \text{ m}$$

Verificando presiones

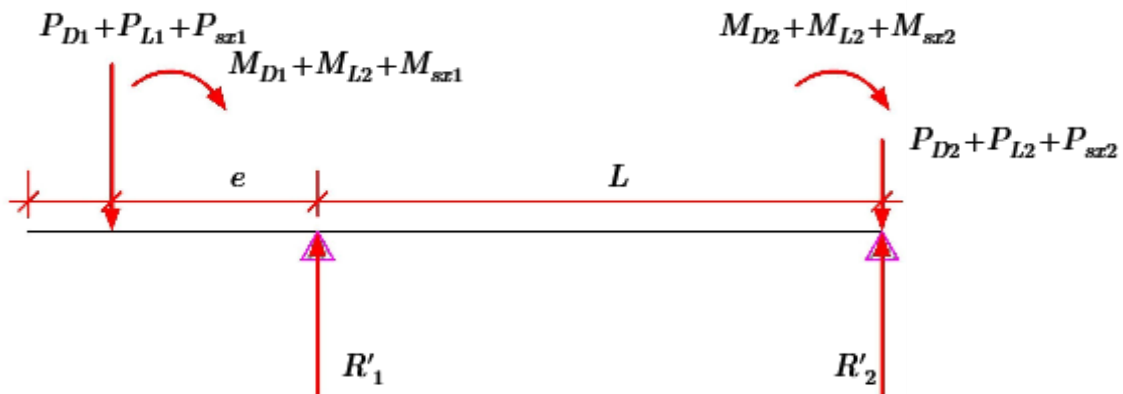
$$\sigma_{max2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma_{max2} = 25.076 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max2} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$



REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z1



$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R'_1 := (P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L}$$

$$R'_1 = 47.141 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max1} := R'_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma'_{max1} = 26.056 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z2

$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R'_2 := (P_{D2} + P_{L2} + P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L} \right)$$

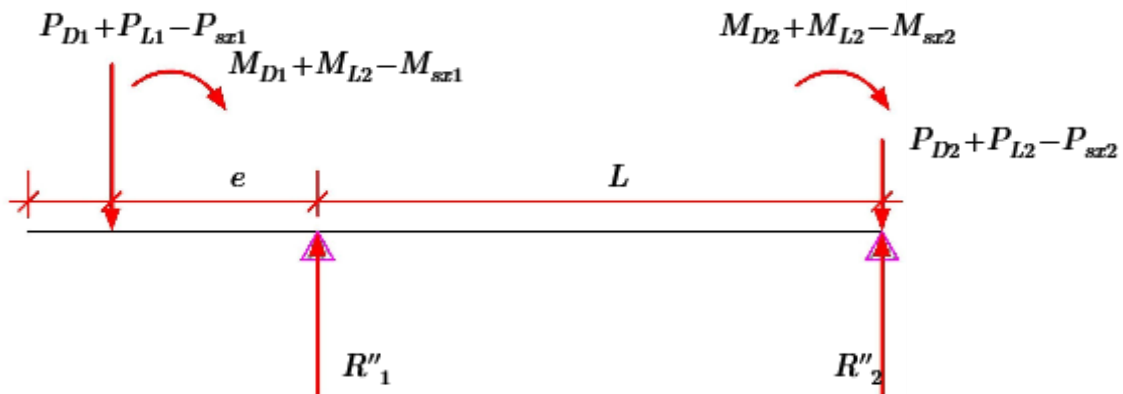
$$R'_2 = 84.169 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max2} := R'_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma'_{max2} = 32.946 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z1



$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R''_1 := (P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_1 = 38.571 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max1} := R''_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma''_{max1} = 21.32 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z2

$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R''_2 := (P_{D2} + P_{L2} - P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L} \right)$$

$$R''_2 = 54.519 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max2} := R''_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma''_{max2} = 21.34 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

DIMENSIONES FINALES DE LAS ZAPATAS

$$Z1: \quad S = 1.4 \text{ m}$$

$$T = 1.4 \text{ m}$$

$$Z2: \quad A = 1.85 \text{ m}$$

$$B = 1.45 \text{ m}$$

4.-ESFUERZO Y PERALTE DE LA ZAPATA

ZAPATA Z1

COMBO 1

$$comb1_{z1} := 1.4 \cdot P_{D1} + 1.7 \cdot P_{L1}$$

$$comb2_{z1} := 1.4 M1_{D33} + 1.7 \cdot M1_{L33}$$

$$comb1_{z1} = 56.151 \text{ tonnef}$$

$$comb2_{z1} = 0.032 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

ZAPATA Z2

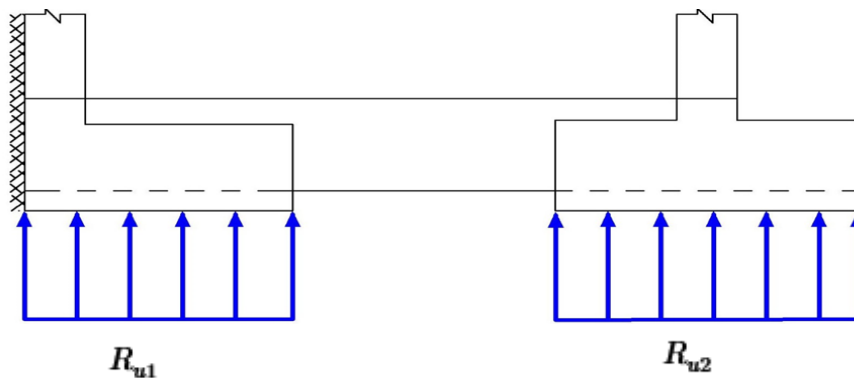
COMBO 2

$$comb1_{z2} := 1.4 \cdot P_{D2} + 1.7 \cdot P_{L2}$$

$$comb2_{z2} := 1.4 M2_{D33} + 1.7 \cdot M2_{L33}$$

$$comb1_{z2} = 105.567 \text{ tonnef}$$

$$comb2_{z2} = 0.457 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



$$R_{u1} := comb1_{z1} + \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$$

$$R_{u1} = 61.188 \text{ tonnef}$$

$$W_{u1} := \frac{R_{u1}}{(S \cdot T)}$$

$$W_{u1} = 32.21 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$R_{u2} := comb1_{z2} - \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$$

$$R_{u2} = 100.53 \text{ tonnef}$$

$$W_{u2} := \frac{R_{u2}}{(A \cdot B)}$$

$$W_{u2} = 37.476 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " H " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:

$$\phi := 0.85 \qquad \beta := 2 \qquad f'_{c1} := 210 \frac{\text{kgf}^2}{\text{cm}^4}$$

POR PUNZONAMIENTO Z1:

ingrese el peralte $d_1 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_1}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_0 := \left(\frac{d_1}{2} + T_1 \right) \cdot 2 + B_1 + d_1 \qquad b_0 = 2.7 \text{ m}$$

$$A_0 := \left(T_1 + \frac{d_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{d_1}{2} \cdot 2 + B_1 \right) \qquad A_0 = 0.81 \text{ m}^2$$

$$V_u := R_{u1} - W_{u1} \cdot A_0 \qquad V_u = 35.098 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \left\| \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \\ \text{else} \\ \left\| 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 211.519 \text{ tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \left\| \text{"cumple"} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \text{"no cumple"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_1 = 0.6 \text{ m}$ $H_1 := d_1 + 0.10 \cdot m$ $H_1 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v1} := \frac{(T - B_1)}{2} \quad L_{v1} = 0.54 \text{ m} \quad V_{du1} := W_{u1} \cdot S \cdot (L_{v1} - d_1) \quad V_{du1} = -2.702 \text{ tonnef}$$

$$V_{n1} := \frac{V_{du1}}{\phi} \quad V_{n1} = -3.179 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot S \cdot d_1 > V_{n1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"conforme"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"aumentar peralte"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte = \text{"conforme"}$$

POR PUNZONAMIENTO Z2:

ingrese el peralte $d_2 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_2}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_{02} := 2 \cdot (d_2 + T_2) + 2 \cdot (d_2 + B_2) \quad b_{02} = 4.2 \text{ m}$$

$$V_u := B \cdot A \cdot W_{u2} - W_{u2} \cdot (d_2 + B_2) \cdot (T_2 + d_2) \quad V_u = 60.056 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 329.03 \text{ tonnef}$$

$$condicion_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$condicion_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_2 = 0.6 \text{ m} \quad H_2 := d_2 + 0.10 \cdot m \quad H_2 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v2} := \frac{(B - B_2)}{2} \quad L_{v2} = 0.58 \text{ m} \quad V_{du2} := W_{u2} \cdot B \cdot (L_{v2} - d_2) \quad V_{du2} = -1.359 \text{ tonnef}$$

$$V_{n2} := \frac{V_{du2}}{\phi} \quad V_{n2} = -1.598 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \begin{cases} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot L_{v2} \cdot d_2 > V_{n2} \\ \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \text{"aumentar peralte"} \end{cases}$$

$$cond.corte = \text{"conforme"}$$

5.-DISEÑO POR FLEXIÓN

ZAPATA Z1 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := S - T_1 \quad l_v = 0.8 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u1} \cdot T \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 13.445 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2} \right) \right)} \quad A_s = 6.587 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.124 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2} \right) \right)} \quad A_s = 5.984 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 1.022 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2} \right) \right)} \quad A_s = 5.979 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 1.021 \text{ cm}$$

$$A_{s11} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2} \right) \right)} \quad A_{s11} = 5.979 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s11} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)} \quad 61$$

$$a_4 = 1.021 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1 \qquad A_{smin} = 14.885 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 14.885 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{11} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \qquad n_{11} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{11}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \qquad n_{11} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{11}))}{(n_{11} - 1)}$$

$$separacion = 18.594 \text{ cm}$$

$$\text{usar: } \quad n_{11} = 8 \quad \text{varillas de } \quad \Phi_{11} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8} \quad separacion = 0.186 \text{ m}$$

ZAPATA Z1 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(T - B_1)}{2} \quad l_v = 0.54 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u1} \cdot S \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 6.452 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 3.161 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.54 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 2.858 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.488 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 2.856 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)} \quad 62$$

$$a_3 = 0.488 \text{ cm}$$

$$A_{s12} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s12} = 2.856 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s12} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.488 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1$$

$$A_{smin} = 14.885 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 14.885 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{12} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{12} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{12}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{12} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{12}))}{(n_{12} - 1)}$$

$$separacion = 18.594 \text{ cm}$$

usar: $n_{12} = 8$ varillas de $\Phi_{12} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

ZAPATA Z2 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(B - B_2)}{2} \quad l_v = 0.58 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u2} \cdot A \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 11.461 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.615 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.959 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.094 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)} \quad 63$$

$$a_2 = 0.87 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.09 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.869 \text{ cm}$$

$$A_{s21} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s21} = 5.09 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s21} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.869 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot A \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 19.98 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 19.98 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{21} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{21} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{21}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{21} = 10$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(A - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{21}))}{(n_{21} - 1)}$$

$$separacion = 18.518 \text{ cm}$$

usar: $n_{21} = 10$ varillas de $\Phi_{21} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.185 \text{ m}$

ZAPATA Z2 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(A - B_2)}{2} \quad l_v = 0.78 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u2} \cdot B \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 16.319 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 7.995 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.365 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 7.278 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 1.243 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 7.271 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 1.241 \text{ cm}$$

$$A_{s22} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s22} = 7.271 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s22} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 1.241 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot B \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 15.66 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 15.66 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{22} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{22} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{22}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{22} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(B - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{22}))}{(n_{22} - 1)}$$

$$separacion = 18.579 \text{ cm}$$

usar: $n_{22} = 8$ varillas de $\Phi_{22} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

6.-DISEÑO DE VIGA DE CIMENTACIÓN

fuerza cortante

$$R_{u1} = 61.188 \text{ tonnef}$$

$$F_1 := R_{u1} - \text{comb1}_{z1}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 56.151 \text{ tonnef}$$

$$F_1 = 5.037 \text{ tonnef}$$

momento flector

$$\text{comb2}_{z1} = 0.032 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{brazo} := \frac{S}{2} - \frac{T_1}{2}$$

$$M_{vc} := \text{comb1}_{z1} \cdot \text{brazo} - \text{comb2}_{z1}$$

$$M_{vc} = 21.818 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{fvc} := \text{comb2}_{z1} + \text{comb1}_{z1} \cdot (L + \text{brazo}) - R_{u1} \cdot L - \text{comb2}_{z2}$$

$$M_{fvc} = 0.065 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$L_{vc} := L$$

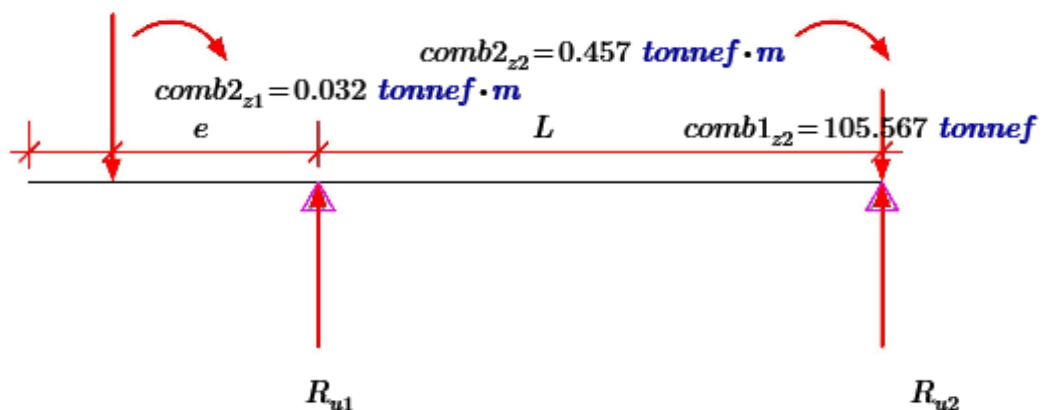
$$h := \frac{L_{vc}}{7}$$

$$h = 0.6 \text{ m}$$

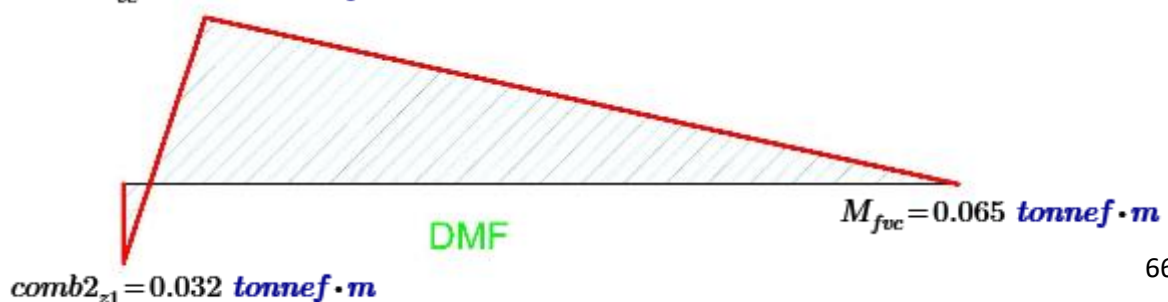
$$b_{vc} := B_1$$

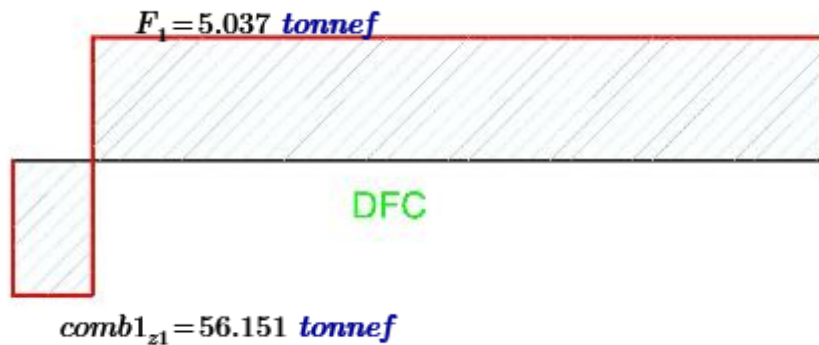
$$b_{vc} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 56.151 \text{ tonnef}$$



$$M_{vc} = 21.818 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$





DISEÑO POR FLEXIÓN

$$\phi_d := 0.90$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 11.411 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_1 = 8.95 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_1}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 11.077 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_2 = 8.688 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_2}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 11.049 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_3 = 8.666 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_3}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 11.047 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_4 = 8.664 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot b_{vc} \cdot h$$

$$A_{smin} = 3.272 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 11.047 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{vc} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_1 := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_1 = 6 \quad \text{superior}$$

$$n_2 := \frac{A_{smin}}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_2 = 2 \quad \text{inferior}$$

$$n_3 := n_1 + n_2 + 1$$

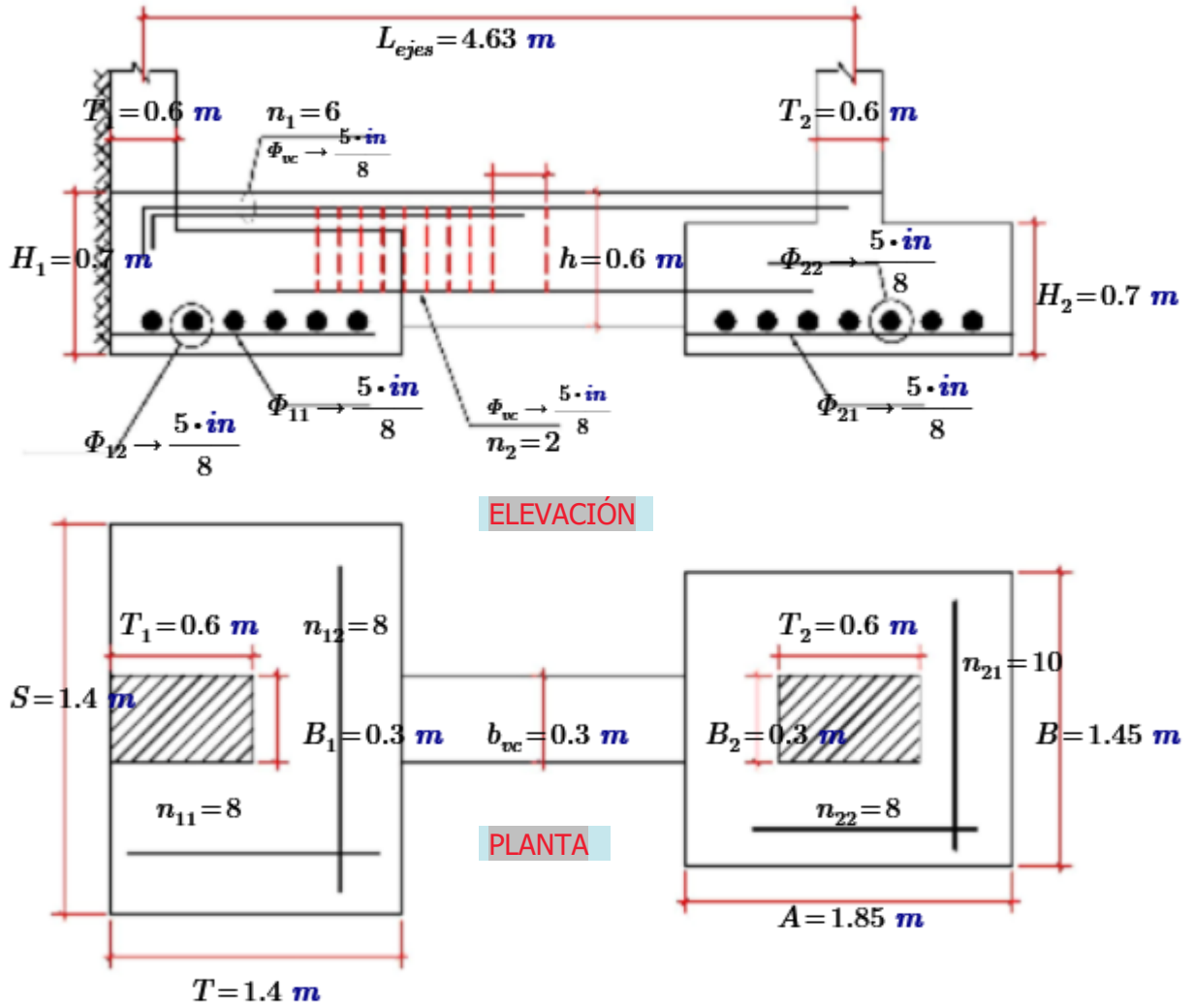
usar: $n_3 = 8$ varillas de $\Phi_{vc} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$

diseño por fuerza cortante

$$cond.corte_{vc} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{vc} \cdot h > F_1 \\ \quad \left\| \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"aumentar peralte"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte_{vc} = \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \text{"}$$

RESUMEN DEL DISEÑO



Detalle del plano de cimentación del proyecto original

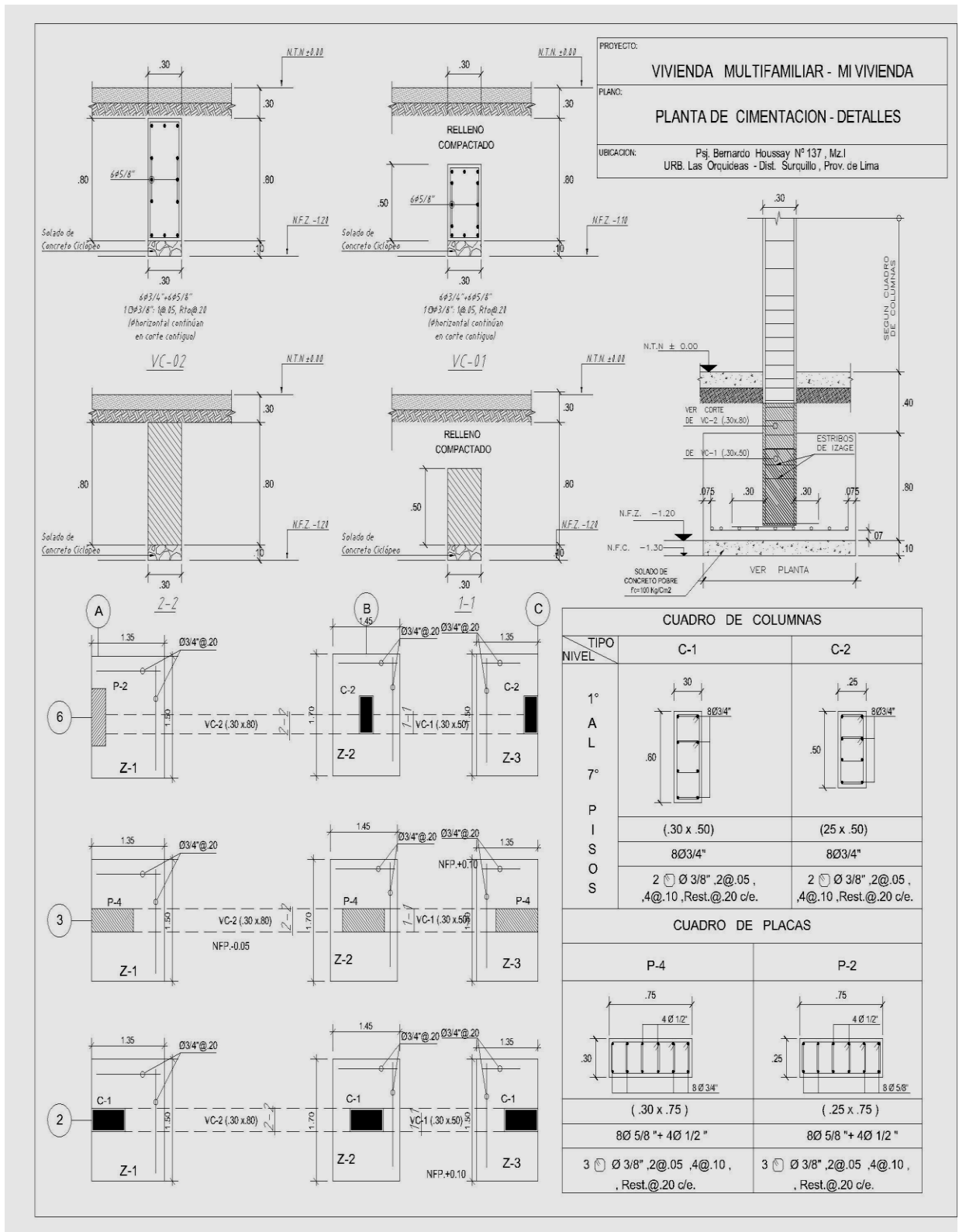


Figura 12. vista en planta y corte de los elementos a optimizar

Análisis de la cantidad de materiales y precios del edificio Mi Vivienda

A continuación, se muestran tablas en las cuales se extrajeron los metrados y los costos del proyecto original con la intención de comparar después de realizar la optimización.

Tabla 12: *Metrado de la excavación, concreto y encofrado de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda (original)*

Metrado /Dimensión	Excavación (m3)	Cantidad de concreto		Encofrado y desencofrado(m2)
		Simple (m2)	Reforzado (m3)	
Zapatas	25.41	19.55	15.64	42.48
Vigas de conexión	4.66	4.17	2.80	18.68
Total	30.07	23.72	18.44	61.16

Fuente. Elaboración propia.

A través de la tabla 12 se expone la cantidad de metros que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (excavación, cantidad de concreto, encofrado y desencofrado) en relación con las zapatas y las vigas de conexión, presentando un total de 30.07m³ para excavación, 23.72 m² de concreto simple de espesor 10 cm, 18.44m³ para la cantidad de concreto reforzado y 61.16m³ para encofrado y desencofrado.

Tabla 13. *Costo de la excavación, concreto y encofrado de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda(original)*

Costo	Excavación (S/.)	Cantidad del concreto		Encofrado y desencofrado (S/.)
		Simple (S/.)	Reforzado (S/.)	
Zapatas	1102.03	458.06	5858.74	2416.26
Vigas de conexión	202.10	97.70	1048.88	1062.52
Total	1304.13	555.76	6907.62	3478.43

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 13 se expone el costo asociado con la cantidad de metrado que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (excavación, cantidad de concreto, encofrado y desencofrado) en relación con las zapatas y las vigas de conexión, presentando un total

de S/ 1304.13 para excavación, S/ 7463.38 para la cantidad de concreto y S/ 3478.43 para encofrado y desencofrado.

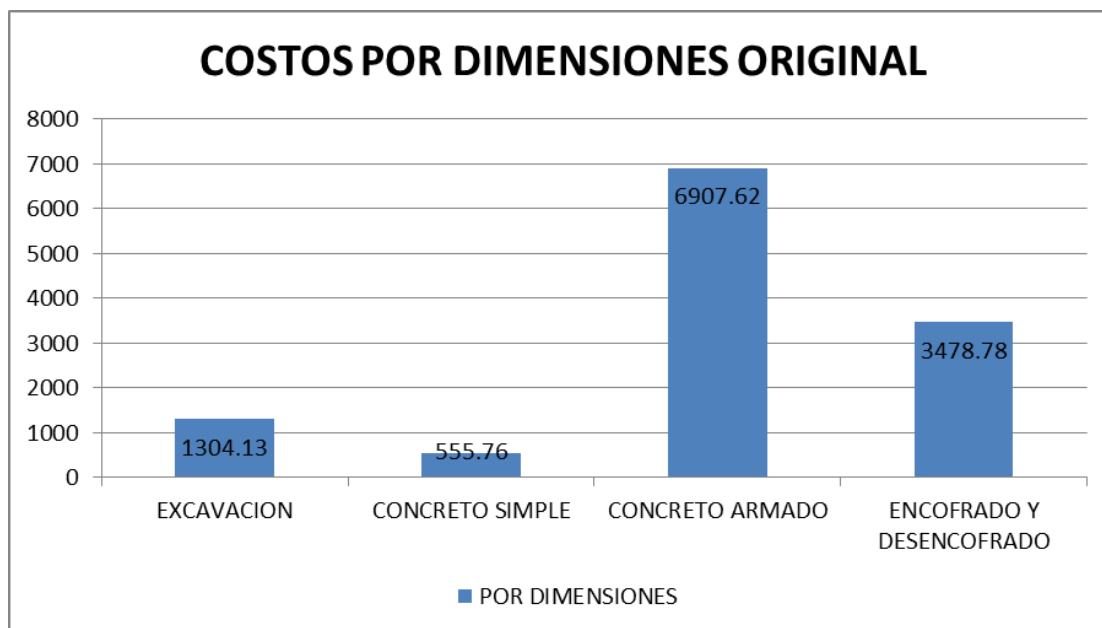


Figura 13. Costos por dimensión original.

Tabla 14: *Metrado de la cantidad de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda(original)*

Metrado /acero	Suministro de acero (Kg)	Colocado de acero (Kg)
Zapatas	584.02	584.02
Viga de conexión	434.33	434.33
Total	1018.35	1018.35

Fuente. Elaboración propia.

A través de la tabla 14 se expone la cantidad que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (suministro de acero, colocación de acero) en relación con las zapatas y las vigas de conexión, presentando un total de 1018.35Kg para suministro de acero, 1018.35Kg para colocación de acero.

Tabla 15: Costos de la cantidad de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda (original)

Costo	Suministro de acero (S)	Colocado de acero (S)
Zapatas	2464.56	1004.51
Viga de conexión	1832.87	747.05
Total	4297.43	1751.56

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 15 se expone el costo asociado con la cantidad que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (suministro de acero y colocación de acero) en relación con las zapatas y las vigas de conexión, presentando un total de S/ 4297.43 para suministro de acero, S/ 1751.56 para colocación de acero.

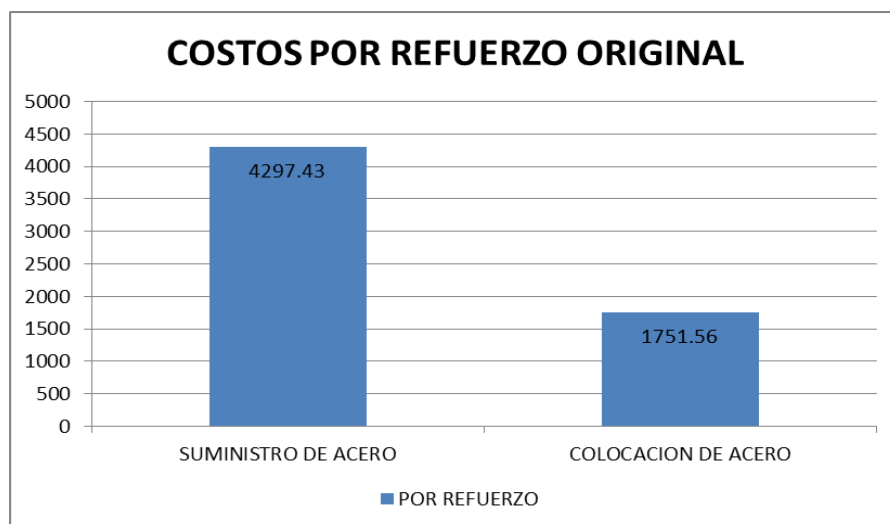


Figura 14. Costos por refuerzo original.

Tabla 16: *Metrado de la excavación, concreto, encofrado y acero de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda (original)*

Metrado/Global	Excavación (m3)	Cantidad de concreto		Encofrado y desencofrado(m2)	Suministro de acero(Kg)	Colocación del acero (Kg)
		Simple (m2)	Reforzado (m3)			
Zapatas	25.41	19.55	15.64	42.48	584.02	584.02
Vigas de conexión	4.66	4.17	2.8	18.68	434.33	434.33
Total	30.07	23.72	18.44	61.16	1018.35	1018.35

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 16 se expone la cantidad de metros que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (excavación, cantidad de concreto, encofrado y desencofrado, suministro y colocación de acero) en relación con las zapatas y las vigas de conexión, presentando un total de 30.07m³ para excavación, 23.72 m² de concreto simple cuyo espesor es de 10 cm, 18.44m³ para la cantidad de concreto reforzado y 61.16m² para encofrado y desencofrado; 1018.35Kg para el suministro de acero, 1018.35Kg para la colocación de acero.

Tabla 17: *Costo de la excavación, concreto, encofrado y acero de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda (original).*

Costo	Excavación (S/.)	Cantidad de concreto		Encofrado y desencofrado(S/.)	Suministro de acero (S/.)	Colocación de acero (S/.)	Global
		Simple (S/.)	Reforzado (S/.)				
Zapatas	1102.03	458.06	5858.74	2416.26	2464.56	1004.51	13304.16
Vigas de conexión	202.10	97.70	1048.88	1062.52	1832.87	747.05	4991.12
Total	1304.13	555.76	6907.62	3478.78	4297.43	1751.56	18295.28

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 17 se expone el costo asociado con la cantidad de metrado que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (excavación, cantidad de concreto, encofrado y desencofrado, suministro y colocación de acero) en relación con las zapatas y las vigas de conexión, presentando un total de S/ 1304.13 para excavación, S/ 7463.38 para la cantidad de concreto y S/ 3478.43 para encofrado y desencofrado; S/ 4297.43 para el suministro de acero, S/ 1751.56 para colocación de acero y por último S/ 18295.28 como el costo global.

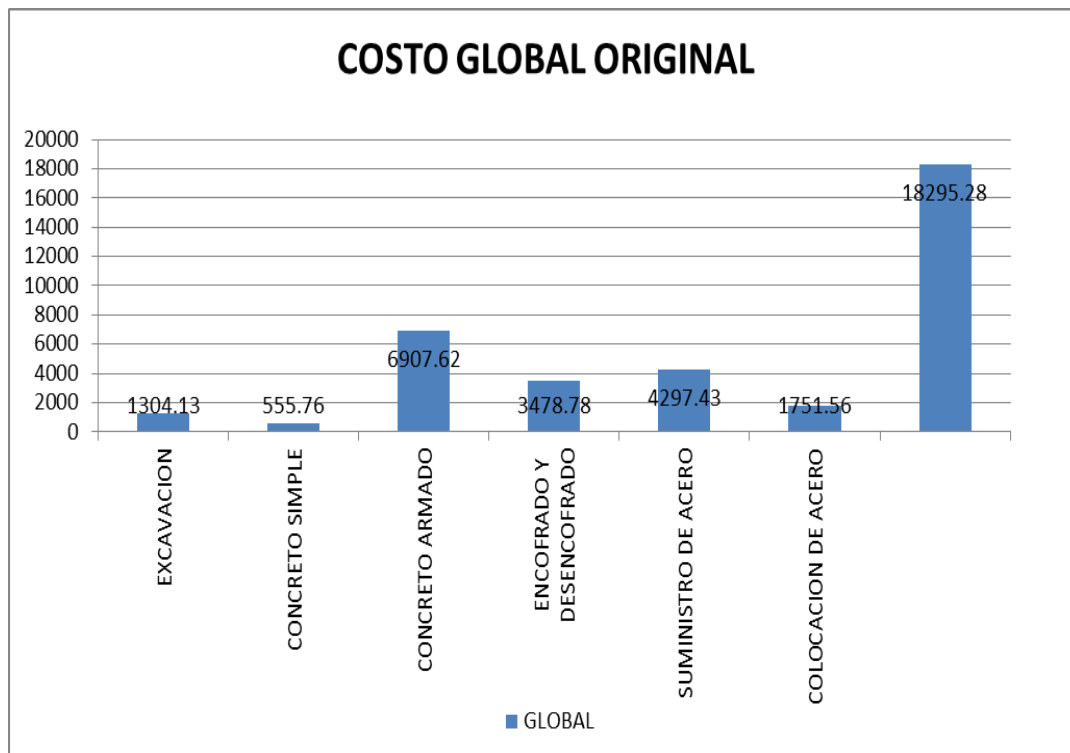


Figura 15. Costos globales original.

Diseño de la cimentación

Diseño de las zapatas conectadas

A continuación, se muestra los procedimientos del diseño optimizado de las zapatas conectadas de la Figura N°12 vista en planta y corte de los elementos a optimizar; para lo cual hace uso de la plantilla de cálculo del software Mathcad Prime 5.0 que fue configurado para realizar un cálculo óptimo en cuanto a la dimensión y la cantidad de acero de refuerzo usados el método de la búsqueda total en el diseño.

El orden de los diseños que se realizan es según la siguiente lista:

- Diseño de la zapata conectada del EJE 2 entre EJE A-B
- Diseño de la zapata conectada del EJE 2 entre EJE B-C
- Diseño de la zapata conectada del EJE 3 entre EJE A-B
- Diseño de la zapata conectada del EJE 3 entre EJE B-C
- Diseño de la zapata conectada del EJE 6 entre EJE A-B
- Diseño de la zapata conectada del EJE 6 entre EJE B-C

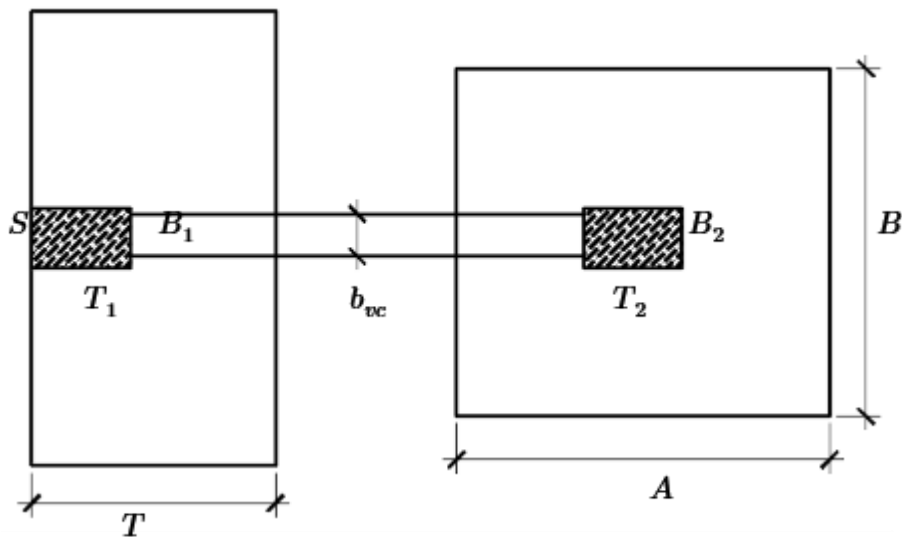
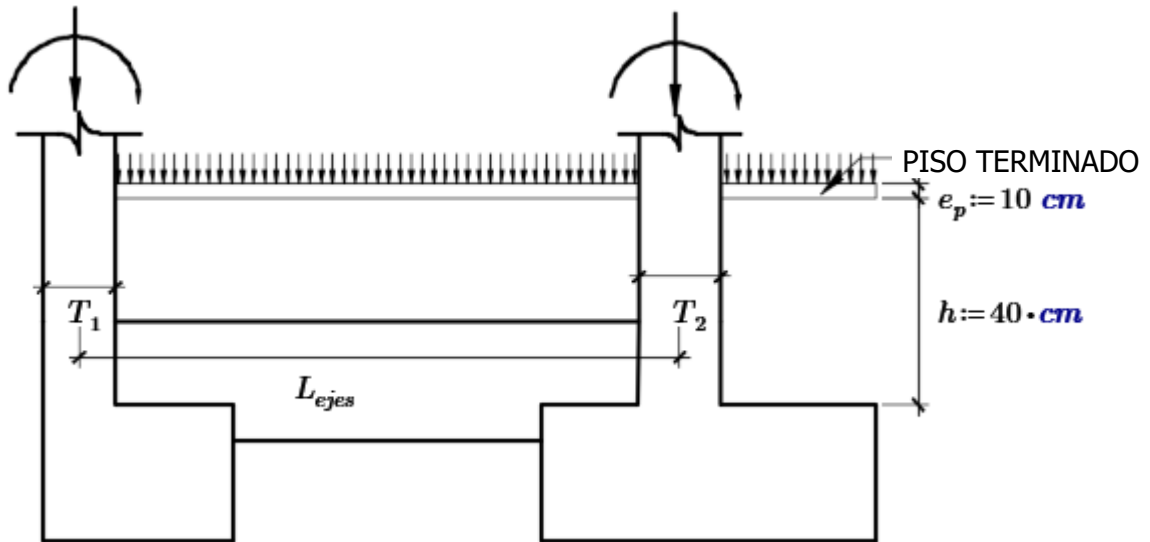


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE ZAPATAS CONECTADAS DE CONCRETO ARMADO

POR: JUAN CHUQUIMNAGO MARTINEZ



1.-DATOS DE LAS COLUMNAS (ingreso de datos)

COLUMNA EXTREMA

$T_1 := 0.60 \text{ m}$

$B_1 := 0.30 \text{ m}$

CARGAS ACTUANTES

$P_{D1} := 27.54 \text{ tonnef}$

$P_{L1} := 4.4 \text{ tonnef}$

COLUMNA INTERNA

$T_2 := 0.60 \text{ m}$

$B_2 := 0.30 \text{ m}$

CARGAS ACTUANTES

$P_{D2} := 61.89 \text{ tonnef}$

$P_{L2} := 11.13 \text{ tonnef}$

MOMENTOS
DIRCCION LONGITUDINAL

$$M1_{D22} := 0.28 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L22} := 0.07 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx22} := 6.92 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx33} := 0.24 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx1} := 12.53 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS
DIRCCION LONGITUDINAL

$$M2_{D22} := 0.42 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L22} := 0.06 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx22} := 7.66 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx33} := 0.06 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx2} := 15.14 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS
DIRCCION TRANSVERSAL

$$M1_{D33} := 0.02 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L33} := 0.0028 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy22} := 0.60 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy33} := 0.46 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy1} := 21.04 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS
DIRCCION TRANSVERSAL

$$M2_{D33} := 0.29 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L33} := 0.03 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy22} := 0.65 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy33} := 0.45 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy2} := 6.88 \text{ tonnef}$$

2.- DATOS GENERALES (ingreso de datos)

Concreto

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Suelo

$$\sigma_t := 2.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Acero

$$f'_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

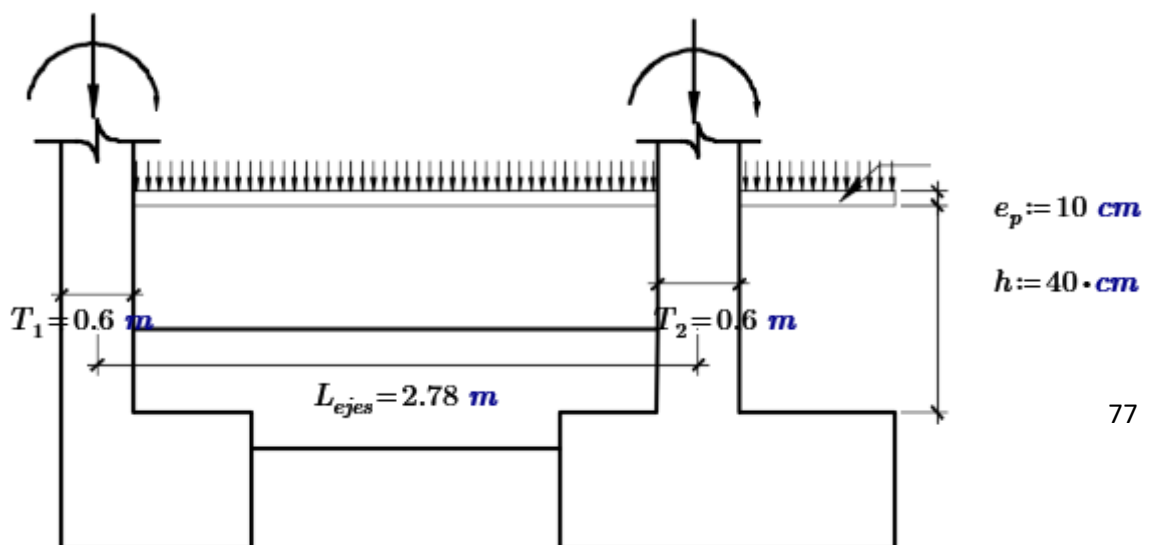
Luz libre entre columnas

$$L_v := 2.18 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{aplastamiento}} := 0.70$$

$$L_{\text{ejes}} := L_v + \frac{(T_1 + T_2)}{2}$$

$$L_{\text{ejes}} = 2.78 \text{ m}$$



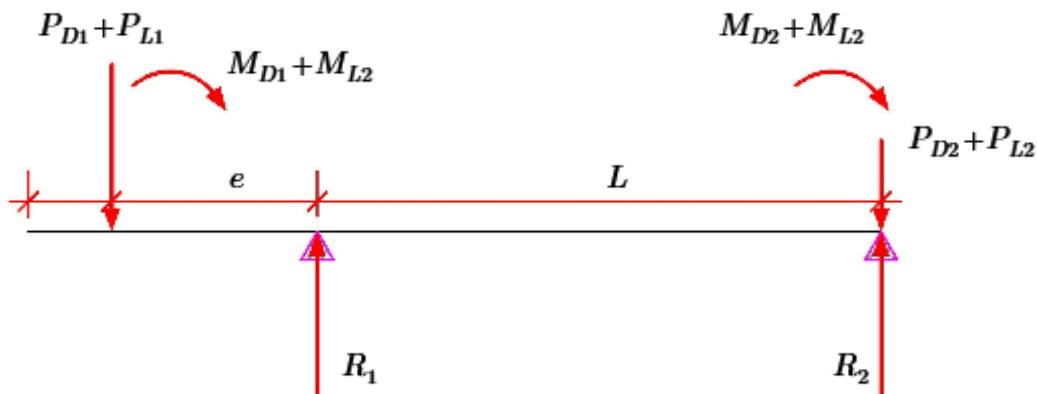
3.-PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS

A.-DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA Z1 (C1)

$$\sigma_n := \sigma_t \cdot 0.9 \qquad \sigma_n = 24.75 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$A_{z1} := 1.2 \cdot \frac{(P_{D1} + P_{L1})}{\sigma_n} \qquad A_{z1} = 1.549 \text{ m}^2$$

$$S := \sqrt[2]{A_{z1}} \qquad S = 1.2 \text{ m} \qquad T := \sqrt[2]{A_{z1}} \qquad T = 1.2 \text{ m}$$



REACCIÓN SIN SISMO EN Z1

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \qquad e = 0.3 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right) \qquad L = 2.458 \text{ m}$$

$$R_1 := (P_{D1} + P_{L1}) + \left((P_{D1} + P_{L1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_1 = 36.267 \text{ tonnef}$$

Verificando presiones

$$\sigma_{max1} := R_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \qquad \sigma_{max1} = 24.59 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max1} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN SIN SISMO EN Z2

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \quad e = 0.3 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right)$$

$$L = 2.458 \text{ m}$$

$$R_2 := (P_{D2} + P_{L2}) - \frac{(P_{D1} + P_{D2}) \cdot e}{L} - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_2 = 61.156 \text{ tonnef}$$

$$A_{z2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{\sigma_n} \quad A_{z2} = 2.595 \text{ m}^2$$

Ingresar A' y B'

$$A' := 1.65 \text{ m} \quad B' := 1.6 \text{ m} \quad A := A' + \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad A = 1.8 \text{ m}$$

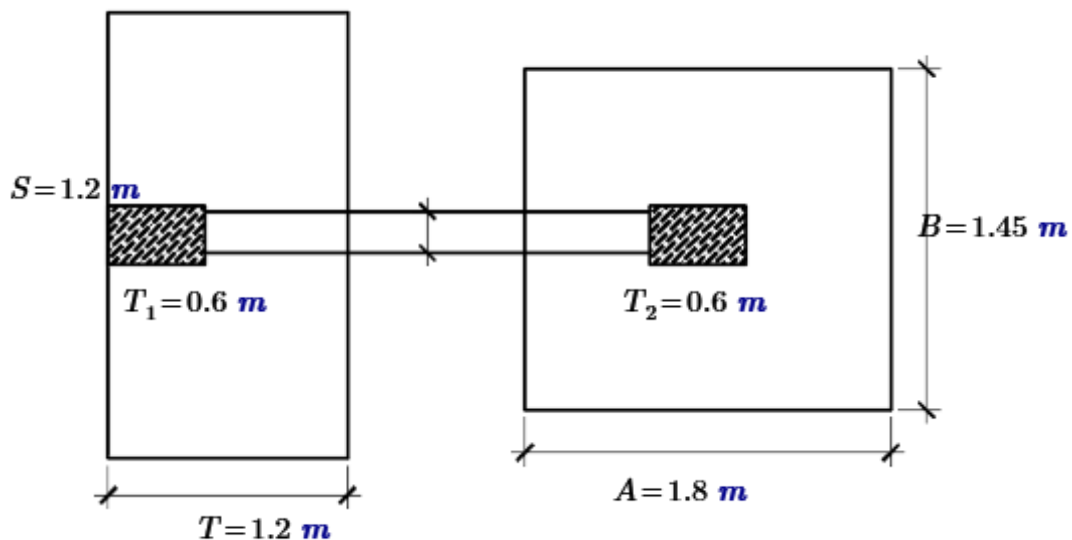
$$B := B' - \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad B = 1.45 \text{ m}$$

Verificando presiones

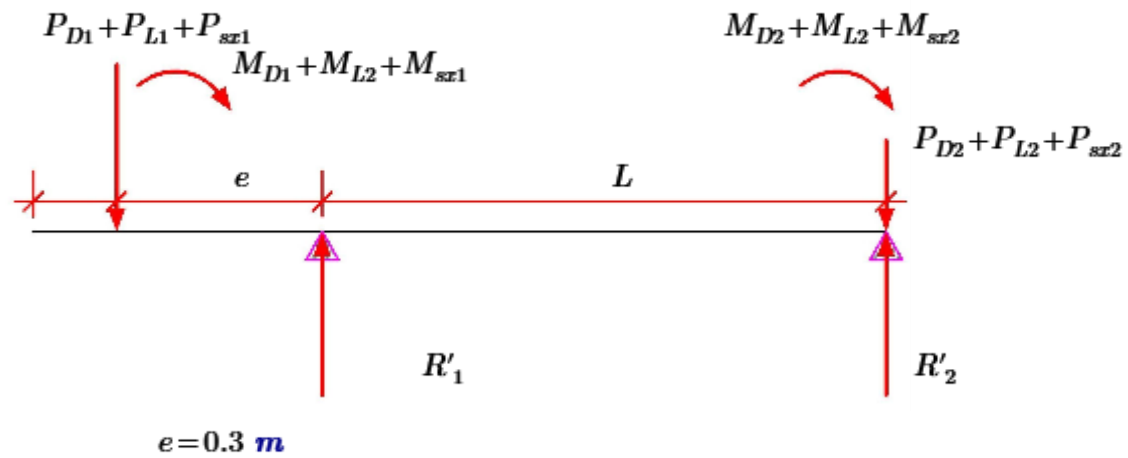
$$\sigma_{max2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma_{max2} = 24.603 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \begin{cases} \text{if } \sigma_{max2} < \sigma_t \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"no cumple"} \end{cases}$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$



REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z1



$$R'_1 := (P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L}$$

$$R'_1 = 50.342 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max1} := R'_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma'_{max1} = 34.133 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$\text{condicion} = \text{"cumple"}$

REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z2

$$e = 0.3 \text{ m}$$

$$R'_2 := (P_{D2} + P_{L2} + P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L} \right)$$

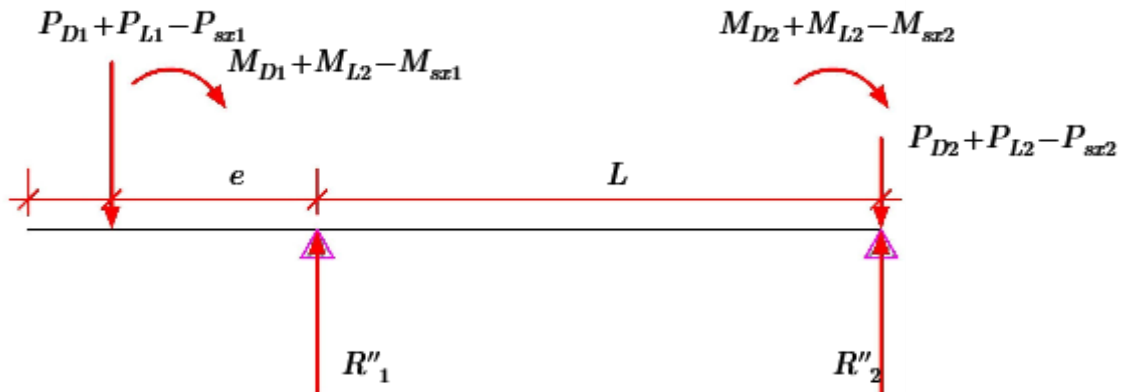
$$R'_2 = 82.288 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max2} := R'_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma'_{max2} = 33.104 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$\text{condicion} = \text{"cumple"}$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z1



$$e = 0.3 \text{ m}$$

$$R''_1 := (P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_1 = 22.192 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max1} := R''_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma''_{max1} = 15.047 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z2

$$e = 0.3 \text{ m}$$

$$R''_2 := (P_{D2} + P_{L2} - P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L} \right)$$

$$R''_2 = 55.098 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max2} := R''_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma''_{max2} = 22.166 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

DIMENSIONES FINALES DE LAS ZAPATAS

$$Z1: \quad S = 1.2 \text{ m}$$

$$T = 1.2 \text{ m}$$

$$Z2: \quad A = 1.8 \text{ m}$$

$$B = 1.45 \text{ m}$$

4.-ESFUERZO Y PERALTE DE LA ZAPATA

ZAPATA Z1

COMBO 1

$$comb1_{z1} := 1.4 \cdot P_{D1} + 1.7 \cdot P_{L1}$$

$$comb2_{z1} := 1.4 M1_{D33} + 1.7 \cdot M1_{L33}$$

$$comb1_{z1} = 46.036 \text{ tonnef}$$

$$comb2_{z1} = 0.033 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

ZAPATA Z2

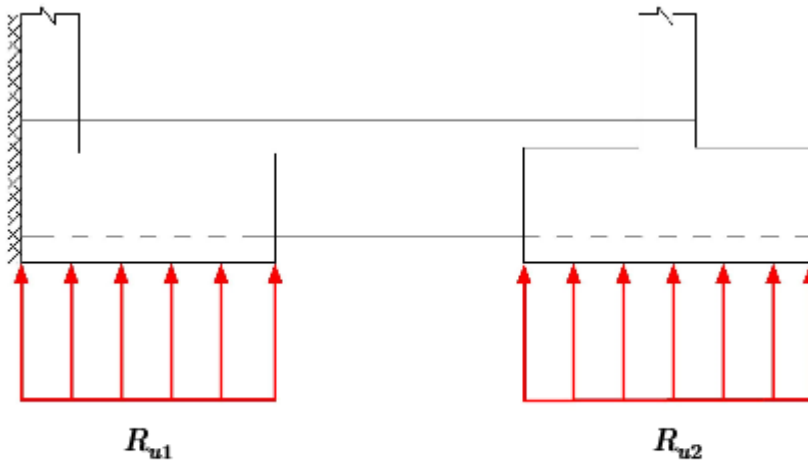
COMBO 2

$$comb1_{z2} := 1.4 \cdot P_{D2} + 1.7 \cdot P_{L2}$$

$$comb2_{z2} := 1.4 M2_{D33} + 1.7 \cdot M2_{L33}$$

$$comb1_{z2} = 105.567 \text{ tonnef}$$

$$comb2_{z2} = 0.457 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



$$R_{u1} := comb1_{z1} + \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$$

$$R_{u1} = 51.872 \text{ tonnef}$$

$$W_{u1} := \frac{R_{u1}}{(S \cdot T)}$$

$$W_{u1} = 33.496 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$R_{u2} := comb1_{z2} - \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$$

$$R_{u2} = 99.731 \text{ tonnef}$$

$$W_{u2} := \frac{R_{u2}}{(A \cdot B)}$$

$$W_{u2} = 38.211 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " H " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:

$$\phi := 0.85$$

$$\beta := 2$$

$$f'_{c1} := 210 \frac{\text{kgf}^2}{\text{cm}^4}$$

POR PUNZONAMIENTO Z1:

ingrese el peralte $d_1 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_1}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_0 := \left(\frac{d_1}{2} + T_1 \right) \cdot 2 + B_1 + d_1 \quad b_0 = 2.7 \text{ m}$$

$$A_0 := \left(T_1 + \frac{d_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{d_1}{2} \cdot 2 + B_1 \right) \quad A_0 = 0.81 \text{ m}^2$$

$$V_u := R_{u1} - W_{u1} \cdot A_0 \quad V_u = 24.74 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \left\| \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \\ \text{else} \\ \left\| 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 211.519 \text{ tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \left\| \text{"cumple"} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \text{"no cumple"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_1 = 0.6 \text{ m}$ $H_1 := d_1 + 0.10 \cdot m$ $H_1 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v1} := \frac{(T - B_1)}{2} \quad L_{v1} = 0.47 \text{ m} \quad V_{du1} := W_{u1} \cdot S \cdot (L_{v1} - d_1) \quad V_{du1} = -5.327 \text{ tonnef}$$

$$V_{n1} := \frac{V_{du1}}{\phi} \quad V_{n1} = -6.266 \text{ tonnef}$$

$$\text{cond.corte} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot S \cdot d_1 > V_{n1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"conforme"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"aumentar peralte"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{cond.corte} = \text{"conforme"}$$

POR PUNZONAMIENTO Z2:

ingrese el peralte $d_2 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_2}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_{02} := 2 \cdot (d_2 + T_2) + 2 \cdot (d_2 + B_2) \quad b_{02} = 4.2 \text{ m}$$

$$V_u := B \cdot A \cdot W_{u2} - W_{u2} \cdot (d_2 + B_2) \cdot (T_2 + d_2) \quad V_u = 58.463 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 329.03 \text{ tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_2 = 0.6 \text{ m}$ $H_2 := d_2 + 0.10 \cdot m$ $H_2 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v2} := \frac{(B - B_2)}{2} \quad L_{v2} = 0.58 \text{ m} \quad V_{du2} := W_{u2} \cdot B \cdot (L_{v2} - d_2) \quad V_{du2} = -1.385 \text{ tonnef}$$

$$V_{n2} := \frac{V_{du2}}{\phi} \quad V_{n2} = -1.63 \text{ tonnef}$$

$$\text{cond.corte} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot L_{v2} \cdot d_2 > V_{n2} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"aumentar peralte"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{cond.corte} = \text{"conforme"}$$

5.-DISEÑO POR FLEXIÓN

ZAPATA Z1 LONGITUDINAL $\phi_d := 0.90$

$$l_v := S - T_1 \quad l_v = 0.6 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u1} \cdot T \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 8.655 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2} \right) \right)} \quad A_s = 4.24 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.802 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2} \right) \right)} \quad A_s = 3.842 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.726 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2} \right) \right)} \quad A_s = 3.84 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.726 \text{ cm}$$

$$A_{s11} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2} \right) \right)} \quad A_{s11} = 3.84 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s11} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.726 \text{ cm}$$

Verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1$$

$$A_{smin} = 13.44 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 13.44 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{11} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{11} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{11}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{11} = 7$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{11}))}{(n_{11} - 1)}$$

$$separacion = 18.628 \text{ cm}$$

usar: $n_{11} = 7$ varillas de $\Phi_{11} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

ZAPATA Z1 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(T - B_1)}{2} \quad l_v = 0.47 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u1} \cdot S \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 4.647 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 2.277 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.43 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 2.057 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.389 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 2.056 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.389 \text{ cm}$$

$$A_{s12} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2}\right)\right)} \quad A_{s12} = 2.056 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s12} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.389 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1 \quad A_{smin} = 13.44 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 13.44 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{12} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \quad n_{12} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{12}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{12} = 7$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{12}))}{(n_{12} - 1)}$$

$$separacion = 18.628 \text{ cm}$$

usar: $n_{12} = 7$ varillas de $\Phi_{12} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

ZAPATA Z2 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(B - B_2)}{2} \quad l_v = 0.58 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u2} \cdot A \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 11.37 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)} \quad A_s = 5.57 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.053 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)} \quad A_s = 5.058 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.956 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.054 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.956 \text{ cm}$$

$$A_{s21} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s21} = 5.054 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s21} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.956 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot A \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 19.44 \text{ cm}^2$$

$$cond.A_s := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 19.44 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{21} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{21} := \frac{cond.A_s}{\left(\Phi_{21}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{21} = 10$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(A - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{21}))}{(n_{21} - 1)}$$

$$separacion = 18.524 \text{ cm}$$

usar: $n_{21} = 10$ varillas de $\Phi_{21} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.185 \text{ m}$

ZAPATA Z2 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(A - B_2)}{2} \quad l_v = 0.75 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u2} \cdot B \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 15.583 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 7.634 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.443 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 6.954 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 1.315 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 6.947 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 1.314 \text{ cm}$$

$$A_{s22} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s22} = 6.947 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s22} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 1.313 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot B \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 15.66 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 15.66 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{22} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{22} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{22}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)}$$

$$n_{22} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(B - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{22}))}{(n_{22} - 1)}$$

$$separacion = 18.579 \text{ cm}$$

usar: $n_{22} = 8$ varillas de $\Phi_{22} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

6.-DISEÑO DE VIGA DE CIMENTACIÓN

fuerza cortante

$$R_{u1} = 51.872 \text{ tonnef}$$

$$F_1 := R_{u1} - \text{comb1}_{z1}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 46.036 \text{ tonnef}$$

$$F_1 = 5.836 \text{ tonnef}$$

momento flector

$$\text{comb2}_{z1} = 0.033 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{brazo} := \frac{S}{2} - \frac{T_1}{2}$$

$$M_{vc} := \text{comb1}_{z1} \cdot \text{brazo} - \text{comb2}_{z1}$$

$$M_{vc} = 14.801 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{fvc} := \text{comb2}_{z1} + \text{comb1}_{z1} \cdot (L + \text{brazo}) - R_{u1} \cdot L - \text{comb2}_{z2}$$

$$M_{fvc} = 0.066 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$L_{vc} := L$$

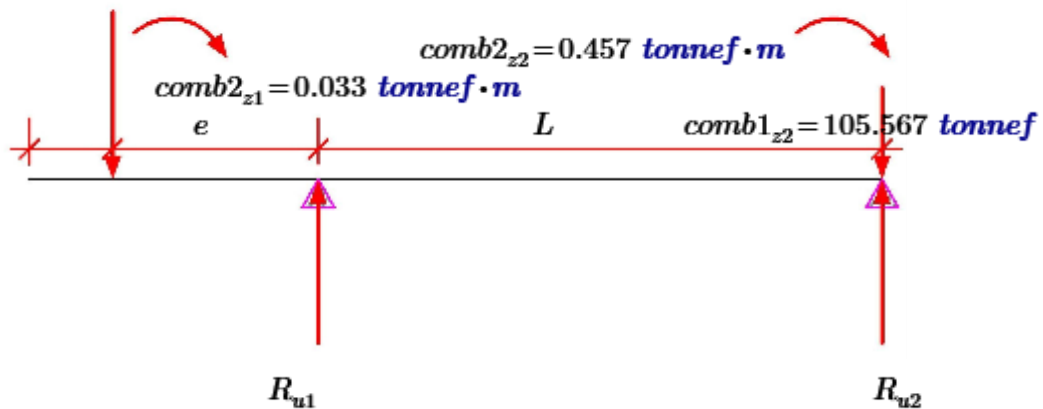
$$h := \frac{L_{vc}}{7}$$

$$h = 0.35 \text{ m}$$

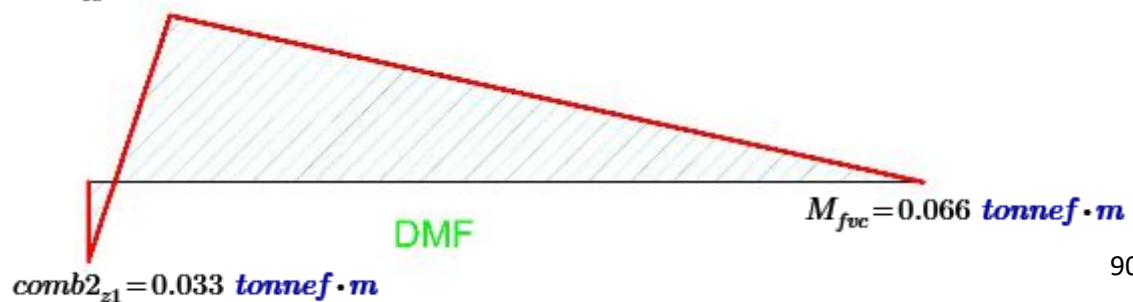
$$b_{vc} := B_1$$

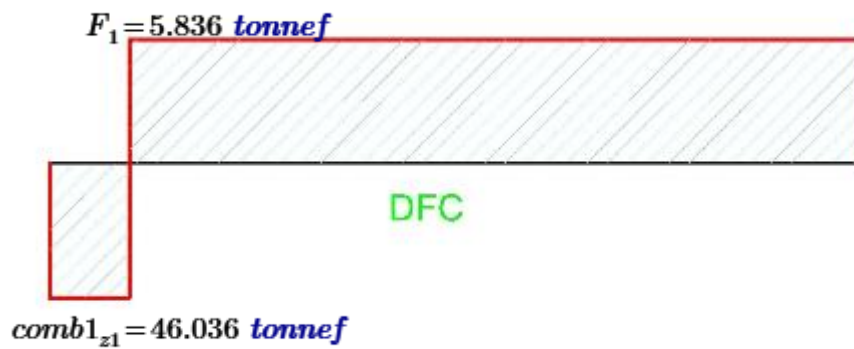
$$b_{vc} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 46.036 \text{ tonnef}$$



$$M_{vc} = 14.801 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$





DISEÑO POR FLEXIÓN

$$\phi_d := 0.90$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 15.593 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_1 = 12.23 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_1}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 15.664 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_2 = 12.286 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_2}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 15.682 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_3 = 12.3 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_3}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 15.686 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_4 = 12.303 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot b_{vc} \cdot h$$

$$A_{smin} = 1.896 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 15.686 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{vc} := \frac{3}{4} \cdot in$$

$$n_1 := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_1 = 6 \quad \text{superior}$$

$$n_2 := \frac{A_{smin}}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_2 = 1 \quad \text{inferior}$$

$$n_3 := n_1 + n_2 + 1$$

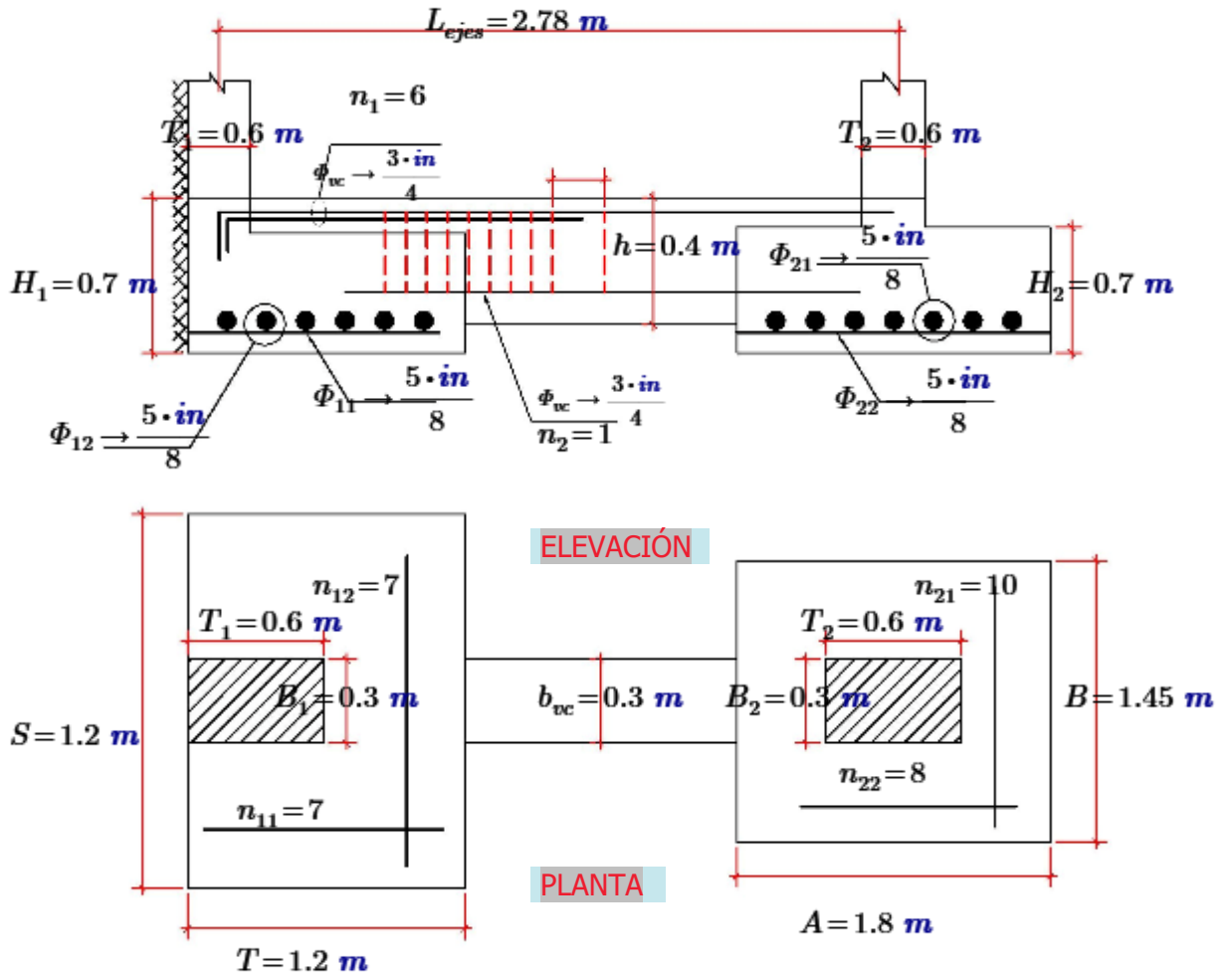
usar: $n_3 = 7$ varillas de $\Phi_{vc} \rightarrow \frac{3 \cdot in}{4}$

diseño por fuerza cortante

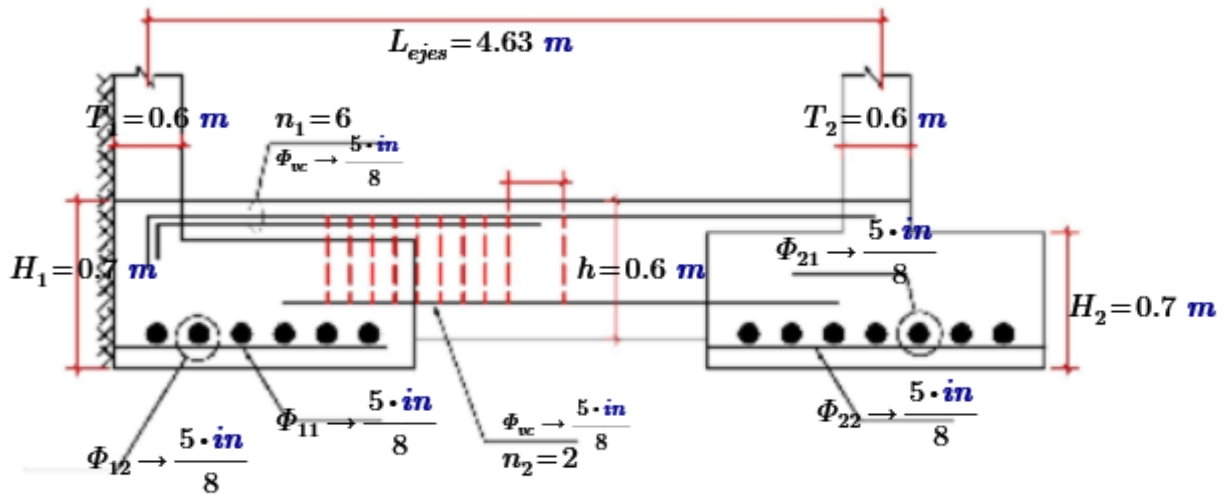
$$cond.corte_{vc} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{vc} \cdot h > F_1 \\ \quad \left\| \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"aumentar peralte"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte_{vc} = \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \text{"}$$

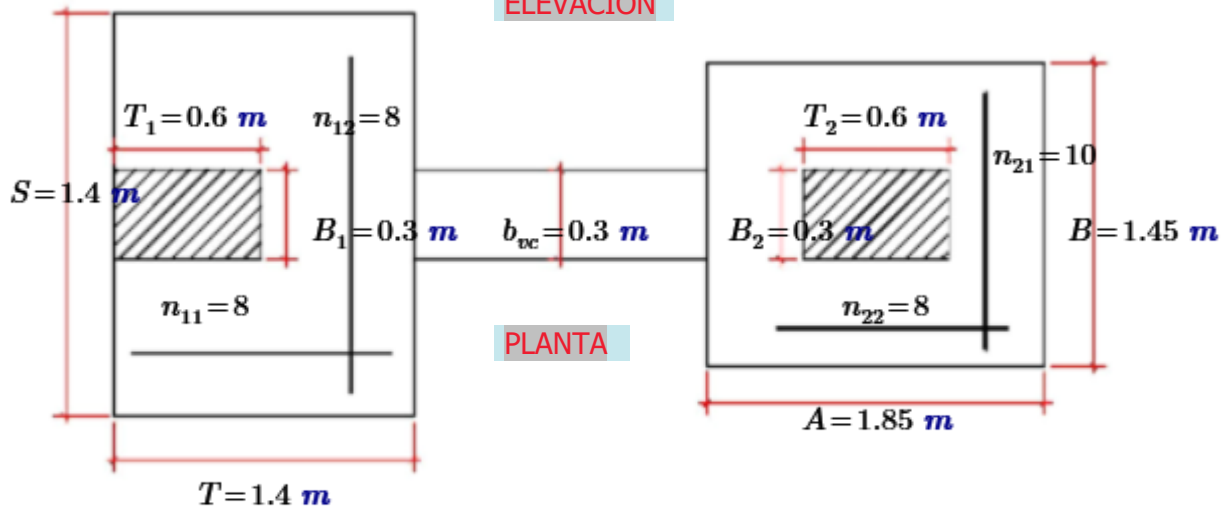
RESUMEN DEL DISEÑO DEL EJE 2 entre EJE B-C



RESUMEN DEL DISEÑO DEL EJE 2 entre EJE A-B

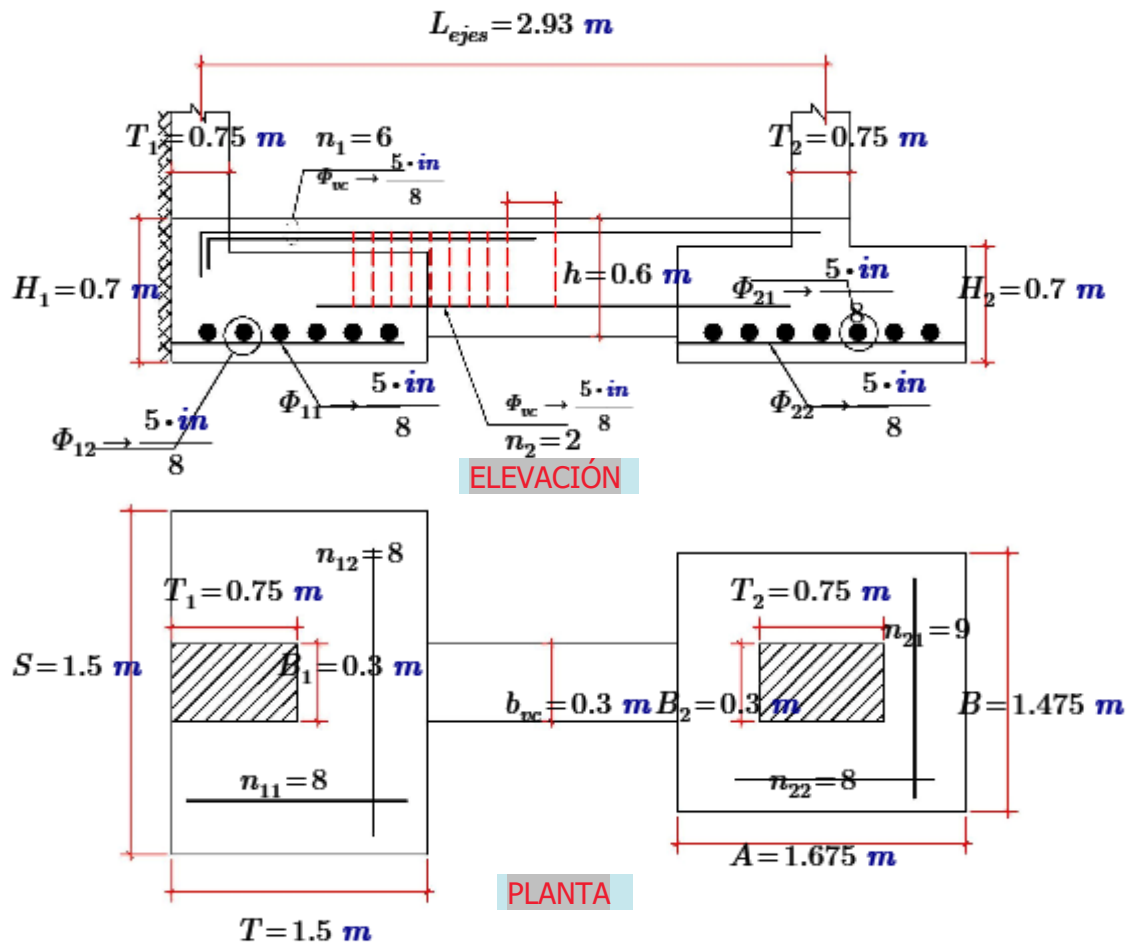


ELEVACIÓN



PLANTA

RESUMEN DEL DISEÑO DEL EJE 3 entre EJE B-C



A continuación, se muestra el **PLANO DE CIMENTACIÓN – DETALLES OPTIMIZADOS**; esto fue elaborado con los resultados del diseño optimizado

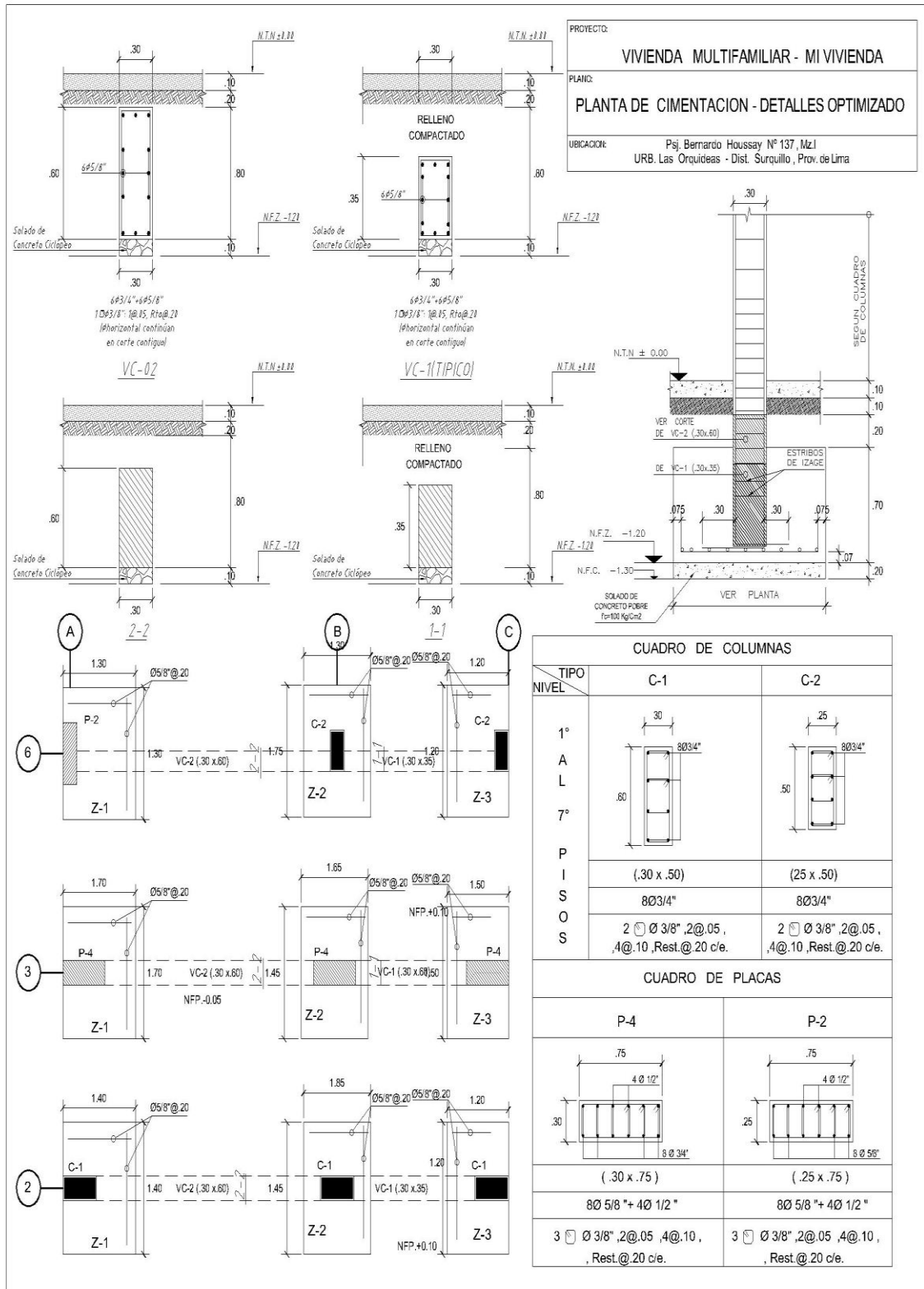


Figura 16. Vista en planta y corte de los elementos estructurales después del optimizado

Tabla 18. *Metrado de la excavación, concreto y encofrado de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda optimizado*

Metrado /Dimensión	Excavación (m3)	Cantidad de concreto		Encofrado y desencofrado(m2)
		Simple (m2)	Reforzado (m3)	
Zapatas	22.82	19.02	13.31	36.47
Vigas de conexión	3.24	3.70	1.92	12.81
Total	26.06	22.72	15.23	49.28

Fuente: Elaboración propia

A través de la tabla 1 se expone la cantidad de metros que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (excavación, cantidad de concreto, encofrado y desencofrado) en relación con las zapatas y las vigas de conexión luego de la optimización de la cimentación, presentando un total de 26.06m³ para excavación, 22.72m² para el concreto simple y 15.23cm² para el concreto reforzado y 49.28m³ para encofrado y desencofrado.

Tabla 19. *Costo de la excavación, concreto y encofrado de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda optimizado*

Costo	Excavación(S/.)	Cantidad del concreto		Encofrado y desencofrado (S/.)
		Simple (S/.)	Reforzado (S/.)	
Zapatas	989.70	445.64	4985.93	2074.41
Vigas de conexión	149.63	86.69	719.23	728.63
Total	1139.33	532.33	5705.16	2803.04

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 19 se expone el costo asociado con la cantidad de metrado que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (excavación, cantidad de concreto, encofrado y desencofrado) en relación con las zapatas y las vigas de conexión luego de aplicada la optimización en la cimentación, presentando un total de S/ 1139.33 para excavación, S/ 6237.49 para la cantidad de concreto y S/ 2803.04 para encofrado y desencofrado.

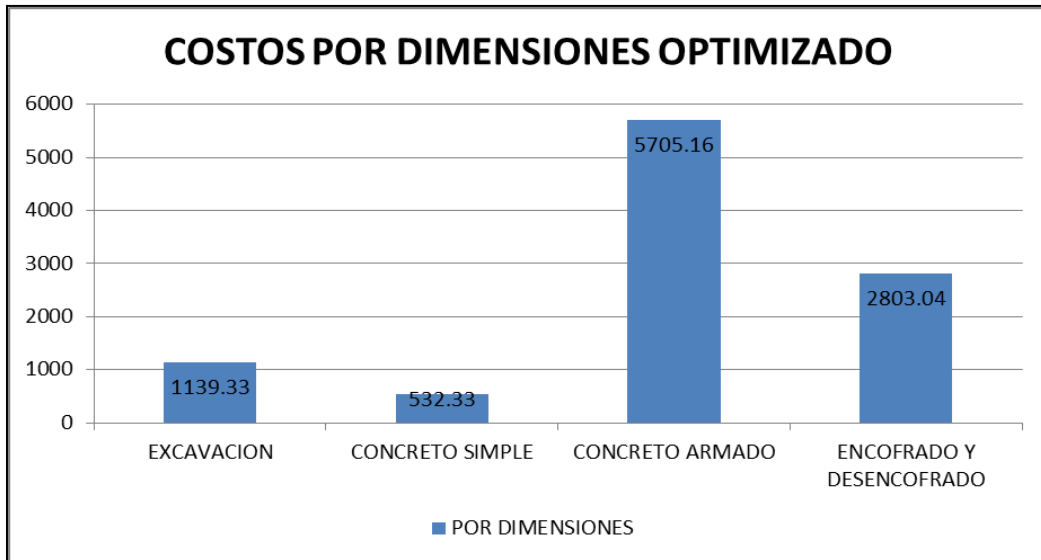


Figura 17. Costos por dimensión optimizada.

Tabla 20: *Metrado de la cantidad de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda optimizado*

Metrado /acero	Suministro de acero (Kg)	Colocación de acero (Kg)
Zapatas	277.22	277.22
Viga de conexión	322.89	322.89

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 20 se expone la cantidad que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (suministro de acero, colocación de acero) en relación con las zapatas y las vigas de conexión, presentando un total de 322.89Kg para suministro de acero, 322.89Kg para colocación de acero.

Tabla 21: *Costos de la cantidad de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda optimizado*

Costo	Suministro de acero (S/.)	Colocación de acero (S)
Zapatas	1169.87	476.82
Viga de conexión	1344.96	548.18
Total	2514.83	1025

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 21 se expone el costo asociado con la cantidad que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (suministro de acero y colocación de acero) en relación con las zapatas y las vigas de conexión luego de aplicada la optimización en la cimentación, presentando un total de S/ 2514.83 para suministro de acero, S/ 1025.00 para colocación de acero.

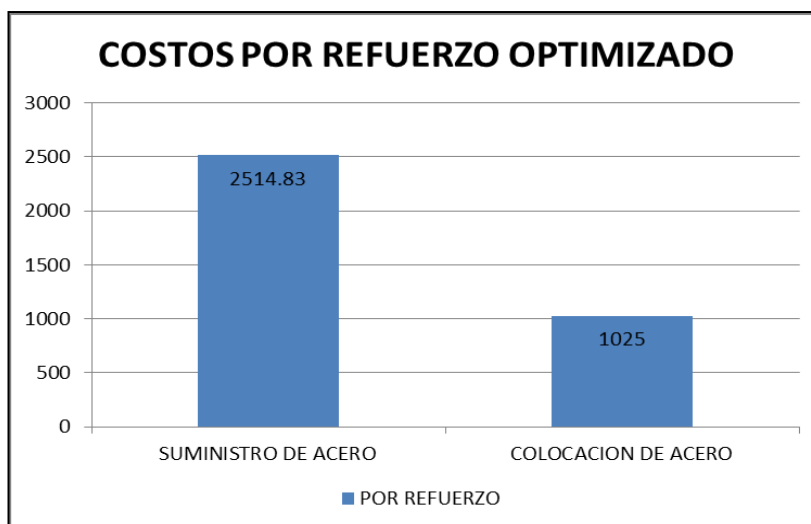


Figura 18. Costos por refuerzo optimizado.

Tabla 22: *Metrado de la excavación, concreto, encofrado y acero de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda (optimizado)*

Metrado/Global	Excavación (m3)	Cantidad de concreto		Encofrado y desencofrado(m2)	Suministro de acero (Kg)	Colocación de acero
		Simple (m2)	Reforzado (m3)			
Zapatas	22.82	19.02	13.31	36.47	277.22	277.22
Vigas de conexión	3.24	3.70	1.82	12.16	322.89	322.89
Total	26.06	22.72	15.13	48.63	600.11	600.11

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 22 se expone la cantidad de metros que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (excavación, cantidad de concreto, encofrado y desencofrado, suministro de acero y colocación de acero) en relación con las zapatas y las vigas de conexión luego de la optimización de la cimentación, presentando un total de 26.06m³ para excavación, 22.72m² de concreto simple, 15.13m³ para el concreto reforzado y 48.63m² para encofrado y desencofrado; 600.11Kg para el suministro de acero, 600.11Kg para la colocación de acero.

Tabla 23: Costo de la excavación, concreto, encofrado y acero de refuerzo de las zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda optimizado

Costo	Excavación (S/.)	Cantidad de concreto		Encofrado y desencofrado(S/.)	Suministro de acero (S/.)	Colocación del acero (S/.)	Global
		Simple (S/.)	Reforzado (S/.)				
Zapatas	989.70	445.64	4985.93	2074.41	1169.87	476.82	10142.37
Vigas de conexión	140.52	86.69	681.77	691.66	1344.96	548.18	3493.78
Total	1130.22	532.33	5667.7	2766.07	2514.83	1025	13636.15

Fuente: Elaboración propia.

A través de la tabla 23 se expone el costo asociado con la cantidad de metrado que utilizan para cada una de las dimensiones estudiadas (excavación, cantidad de concreto, encofrado y desencofrado, suministro y colocación de acero) en relación con las zapatas y las vigas de conexión luego de la optimización a la cimentación, presentando un total de S/ 1130.22 para excavación, S/ 6200.03 para la cantidad de concreto y S/ 2766.07 para encofrado y desencofrado; S/ 2514.83 para el suministro de acero, S/ 1025.00 para colocación de acero y por ultimo S/ 13636.15 como el costo global.

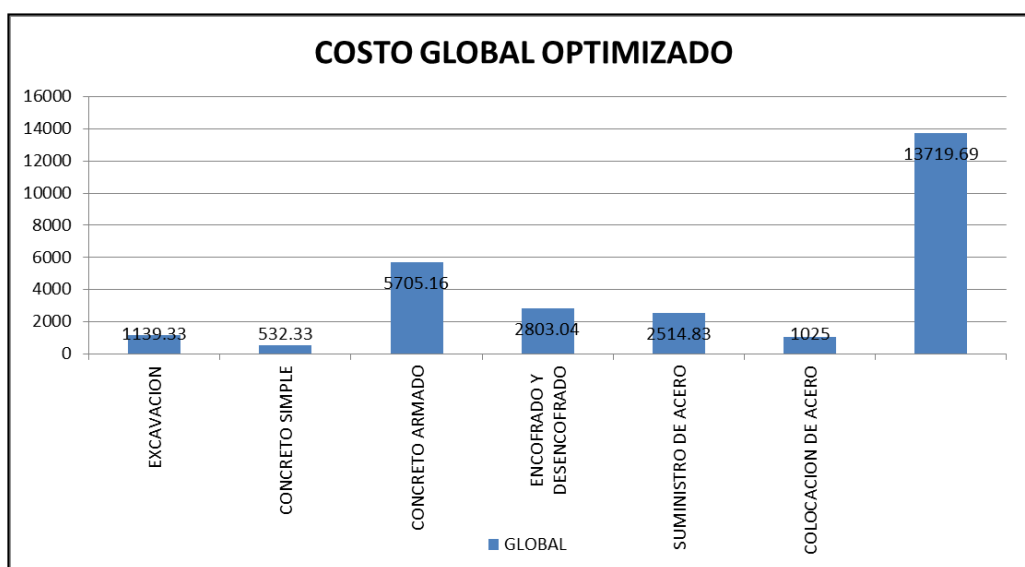
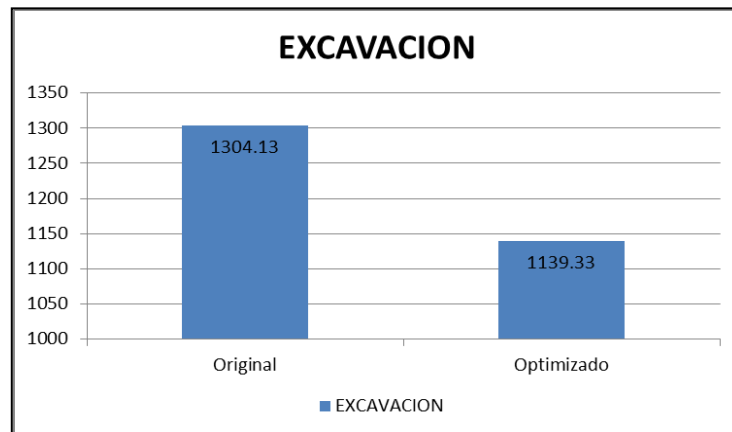


Figura 19. Costo global optimizado.

Análisis comparativo.

A través de las siguientes figuras se muestran la comparación entre los datos correspondientes con el metrado y el costo asociado con ello en cada una de las dimensiones evaluadas.

Figura 20. Variación de costos en la excavación de las zapatas conectadas en el proyecto Mi Vivienda después de la optimización

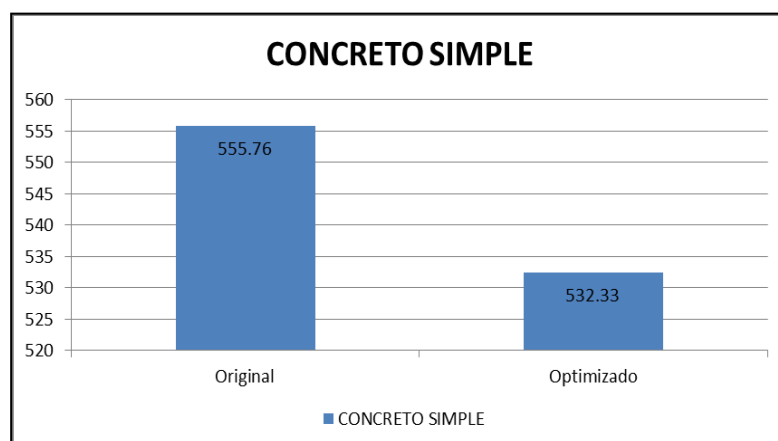


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según la figura 20, variación de costos en la excavación de zapatas conectadas del proyecto Mi Vivienda después de la optimización, se visualiza que el costo de la excavación para zapatas y vigas de cimentación inicial disminuye en 12.64%; después del diseño optimizado de la zapata conectada.

Figura 21. Variación de costos del concreto simple de zapatas conectadas del proyecto Mi Vivienda después de la optimización.



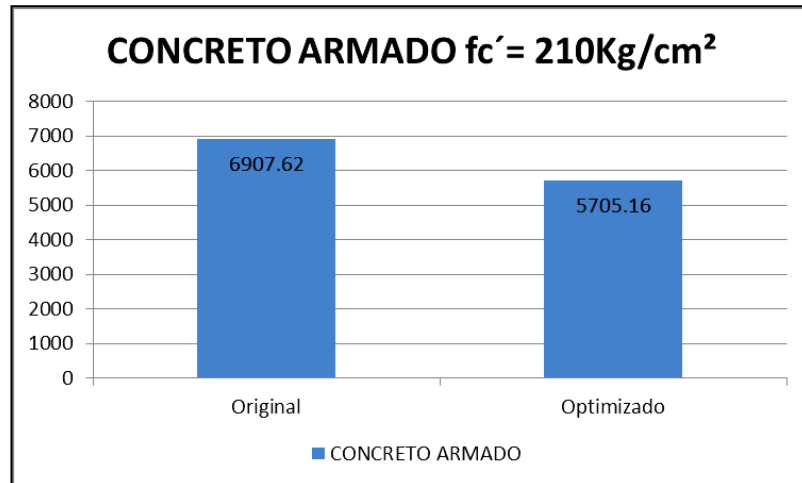
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según la figura 21, variación de costos del concreto simple de zapatas conectadas del proyecto Mi Vivienda después de la optimización se visualiza que el concreto simple del

proyecto originario desciende en 4.22% después de la optimización del diseño de las zapatas conectadas.

Figura 22. Variación de costos del concreto reforzado de zapatas conectadas del proyecto Mi Vivienda después de la optimización.

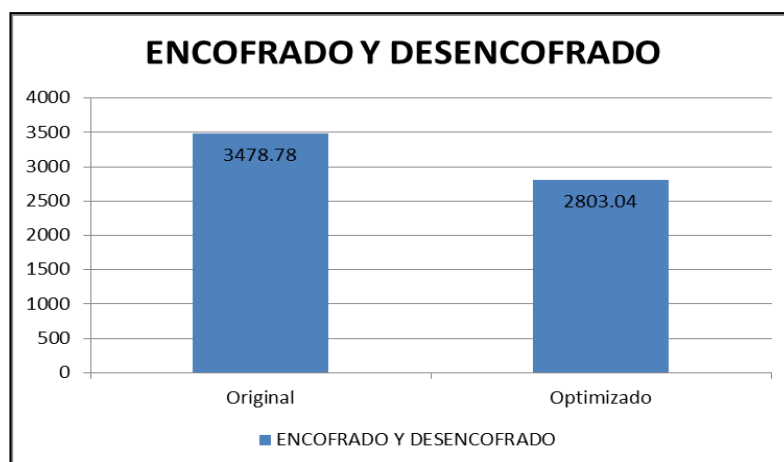


Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

De acuerdo a la figura 22, variación de costos del concreto reforzado de zapatas conectadas del proyecto Mi Vivienda después de la optimización, se visualiza que el concreto reforzado del proyecto original desciende 17.41% después del diseño optimizado de las zapatas conectadas.

Figura 23. Variación de costos del encofrado y desencofrado del proyecto Mi Vivienda después de la optimización.

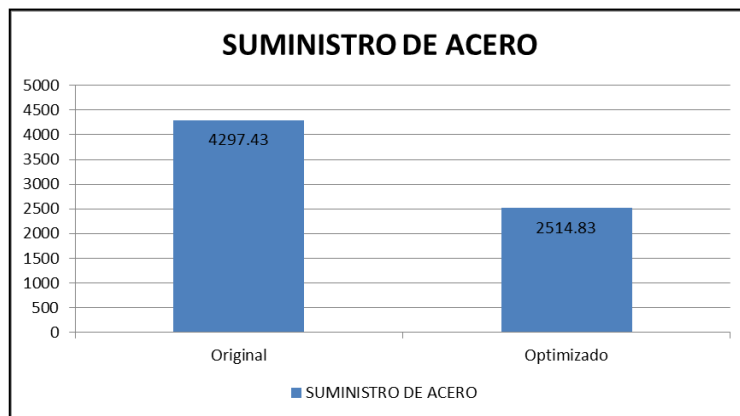


Fuente: elaboración propia

Interpretación:

Según la figura 23, variación de costos del encofrado y desencofrado del proyecto Mi Vivienda después de la optimización, se observa que el encofrado y desencofrado del proyecto planteado originariamente disminuye a 19.42% después de la optimización del diseño de las zapatas conectadas; con el software Mathcad prime 5.0.

Figura 24. Variación de costos del acero de refuerzo de zapatas conectadas del proyecto Mi Vivienda después de la optimización.

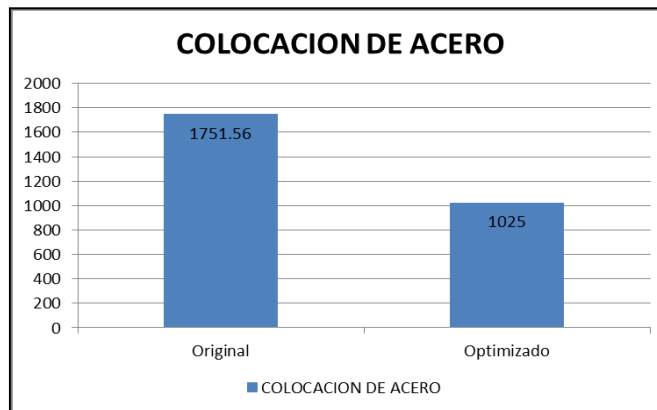


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según la figura 24, variación de costos del acero de refuerzo del proyecto Mi Vivienda después de la optimización, se visualiza que el costo del suministro de acero que se tenía inicialmente disminuye en 41.48 % después de la optimización del diseño de las zapatas conectadas

Figura 25. Variación de la colocación del acero del proyecto Mi Vivienda después de la optimización

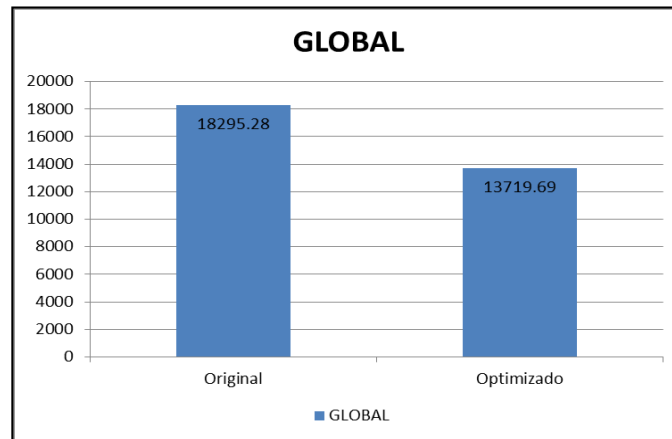


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según la figura 25, variación de costos global del proyecto Mi Vivienda después de la optimización, se visualiza que el costo global de la muestra sufre un descenso de 24.6% después de un análisis general en cuanto al costo

Figura 26. Variación de costos global del proyecto Mi Vivienda después de la optimización.



Interpretación:

Según la figura 26, variación de costos global del proyecto Mi Vivienda después de la optimización, se visualiza que el costo global de la muestra sufre un descenso de 24.6% después de un análisis general en cuanto al costo

Se procede a presentar el análisis descriptivo e inferencial sobre los datos obtenidos a través de la evaluación inicial y final de los costos incurridos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima 2019, en lo concerniente con los costos por dimensiones, por refuerzo y el costo global, una vez aplicada la optimización por medio de cimentaciones superficiales; para ello se hace uso del programa estadístico SPSS25 con tablas y gráficos emanados por el programa anteriormente mencionado.

Análisis Descriptivo.

En el caso de los resultados descriptivos se manejan la media, mediana, desviación estándar, rango, mínimo y máximo de los datos para conocer la descripción estadística para el conjunto de datos de los costos por dimensiones, por refuerzo y el costo global del edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima.

Tabla 24. *Análisis descriptivo para costos por dimensiones.*

		<i>Estadísticos</i>	
		por dimensiones	por dimensiones
		original	optimizado
N	Válido	8	8
	Perdidos	0	0
	Media	1530.7863	1272.4825
	Mediana	1055.7000	723.9300
	Desv. Desviación	1894.37028	1624.15604
	Rango	5761.04	4899.24
	Mínimo	97.70	86.69
	Máximo	5858.74	4985.93

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 24 se tiene que los costos por dimensiones antes de implementar la optimización de cimentaciones superficiales presentan una media ubicada en 1530.78 y después de implementarlo arrojo 1272.48 lo que claramente evidencia la disminución en 258.3 puntos o lo que es lo mismo 16.87%; asimismo la desviación disminuye en 270.22 debido a que una vez implementada la optimización los datos se acercan mayormente entre si hacia la media. Lo mismo se puede apreciar a través de la variación que se produce en el rango el cual pasa de 5761.04 a 4899.24, teniendo una disminución de 861.8 puntos, asimismo los puntos mínimos y máximos varían de acuerdo a los nuevos valores manejados.

Tabla 25. *Análisis descriptivo para costos por refuerzo.*

		<i>Estadísticos</i>	
		por	por
		refuerzo_original	refuerzo_optimizado
N	Válido	4	4
	Perdidos	4	4
	Media	1512.2475	884.9575
	Mediana	1418.6900	859.0250
	Desv. Desviación	785.92249	436.94879
	Rango	1717.51	868.14
	Mínimo	747.05	476.82
	Máximo	2464.56	1344.96

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 25 se tiene que los costos por refuerzo antes de implementar la optimización de cimentaciones superficiales presentan una media ubicada en 1512.24 y después de implementarlo arrojo 884.95 lo que claramente evidencia una disminución de 627.29 puntos o lo que es lo mismo 41.48%; asimismo la desviación disminuye en 348.98 puntos debido a que una vez implementada la optimización los datos se acercan mayormente entre si hacia la media. Lo mismo se puede apreciar a través de la variación que se produce en el rango el cual pasa de 1717.51 a 868.14, teniendo una disminución de 849.37 puntos, asimismo los puntos mínimos y máximos varían de acuerdo a los nuevos valores manejados.

Tabla 26. *Análisis descriptivo para costos globales.*

		<i>Estadísticos</i>	
		global_original	global_optimizado
N	Válido	2	2
	Perdidos	6	6
	Media	9147.6400	6859.8450
	Mediana	9147.6400	6859.8450
	Desv. Desviación	5878.20696	4642.19137
	Rango	8313.04	6565.05
	Mínimo	4991.12	3577.32
	Máximo	13304.16	10142.37

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 26 se tiene que los costos globales antes de implementar la optimización de cimentaciones superficiales presentaban una media ubicada en 9147.64 y después de implementarlo arrojo 6859.84 lo que claramente evidencia una disminución de 2,287.80 puntos o lo que es lo mismo 25.009%; asimismo la desviación disminuye en 1,236.01 puntos debido a que una vez implementada la optimización los datos se acercan mayormente entre si hacia la media. Lo mismo se puede apreciar a través de la variación que se produce en el rango el cual pasa de 8313.04 a 6565.05, teniendo una disminución de 1,747.99 puntos, asimismo los puntos mínimos y máximos varían de acuerdo a los nuevos valores manejados.

Análisis Inferencial.

En este punto se realiza el procedimiento necesario para verificar o descifrar cuál de las dos hipótesis planteadas al inicio de la investigación y que se encuentran estrechamente relacionadas con el problema detectado en el edificio Mi Vivienda de Surquillo - Lima. Dichas evaluaciones pretenden comprobar si la hipótesis nula es la correcta o por el contrario si se rechaza la hipótesis nula y se asume la hipótesis del investigador.

En el proceso el primer paso es la comprobación del comportamiento de los datos, para conocer si su distribución es normal o no es normal y con ello elegir la prueba idónea de comprobación de hipótesis (prueba paramétrica, prueba no paramétrica), posteriormente se aplica la prueba de comprobación de hipótesis para responder a la hipótesis general y a las hipótesis específicas.

Análisis Inferencial para la Hipótesis General.

En primer lugar, se hace la determinación del comportamiento en la serie de datos manejada con el objeto de conocer si esta posee una distribución normal, debido a que el conjunto de datos es de 4 siendo así menor a 30 se realiza a través del estadígrafo Shapiro Wilk usando la siguiente regla de decisión:

- Si pvalor es ≤ 0.05 los datos de la serie no provienen de una distribución normal y se aplica prueba no paramétrica.
- Si pvalor es ≥ 0.05 los datos de la serie provienen de una distribución normal y se aplica prueba paramétrica.

Tabla 27. Prueba de normalidad para costo global con Shapiro Wilk

<i>Pruebas de normalidad</i>			
Shapiro-Wilk ^a			
	Estadístico	Gl	Sig.
global_original	.260	2	.000
global_optimizado	.260	2	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 27 se constata que el valor del costo global original y optimizado es de .000 y .000 respectivamente teniendo en cuenta que el valor de significancia es de 0.05. Por lo cual se concluye que la distribución de los datos no es normal y por ende la prueba a aplicar para la comprobación de la hipótesis es no paramétrica debido a que se encuentran por debajo del .05 establecido en el valor de decisión; por lo tanto, se aplica el estadígrafo Wilcoxon en la contrastación de hipótesis.

Para la hipótesis general

- Ho= el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo no influyen de manera positiva en la reducción de costos en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.
- H1= el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Tabla 28. Comparación de medias en costo global original y optimizado con Wilcoxon

<i>Estadísticas descriptivas</i>					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	global_original	9147.6400	2	5878.20696	4156.52000
	global_optimizado	6859.8450	2	4642.19137	3282.52500

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 28, queda demostrado que la media de costo global original es de (9147.64) es mayor que la media de costo global optimizado (6859.84); por lo cual lo planteado en la hipótesis nula se rechaza ya que el costo global original es mayor al costo global optimizado, por lo que se acepta la hipótesis alterna de que el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Con el objeto de verificar el análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon al costo global de ambas situaciones; tomando en cuenta lo siguiente:

- Si $pvalor \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $pvalor \geq 0.05$ se acepta la hipótesis nula.

Tabla 29. Estadístico prueba Wilcoxon para el costo global

<i>Estadísticos de prueba^a</i>	
	global_optimizado - global_original
Z	-1.342 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	.040

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 29 se evidencia que el sig-valor o valor de significancia se ubica en (.040), siendo menor a .05 se comprueba de que la hipótesis nula debe rechazarse y se confirma que el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Análisis Inferencial para la Primera Hipótesis Específica.

En primer lugar, se hace la determinación del comportamiento en la serie de datos manejada con el objeto de conocer si esta posee una distribución normal, debido a que el conjunto de datos es de 16 siendo así menor a 30 se realiza a través del estadígrafo Shapiro Wilk usando la siguiente regla de decisión:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$ los datos de la serie no provienen de una distribución normal y se aplica prueba no paramétrica.
- Si $p\text{valor} \geq 0.05$ los datos de la serie provienen de una distribución normal y se aplica prueba paramétrica.

Tabla 30. Prueba de normalidad para costos por dimensiones con Shapiro Wilk

<i>Pruebas de normalidad</i>			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
por dimensiones_antes	.736	8	.006
por dimensiones_despues	.729	8	.005

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 30 se constata que el pvalor del costo global original y optimizado es de .006 y .005 respectivamente; teniendo en cuenta que el valor de significancia es de 0.05. Por lo cual se concluye que la distribución de los datos no es normal y por ende la prueba a aplicar para la comprobación de la hipótesis es no paramétrica debido a que se encuentran por debajo del .05 establecido en el valor de decisión; por lo tanto, se aplica el estadígrafo Wilcoxon en la contrastación de hipótesis.

Para la primera hipótesis específica

- Ho= el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo no influyen de manera positiva en la reducción de costos por dimensión en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.
- H1= El nivel de procedimiento y herramienta de optimización influye de manera positiva en la reducción de costos por dimensión en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Tabla 31. Comparación de medias en costo por dimensiones original y optimizado con Wilcoxon

<i>Estadísticas descriptivas</i>					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	por dimensiones_original	1530.7862	8	1894.37028	669.76103
	por dimensiones_optimizado	1272.4825	8	1624.15604	574.22588

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 31, queda demostrado que la media de costo por dimensiones original es de (1530.78) es mayor que la media de costo por dimensiones optimizado (1272.48); por lo cual lo planteado en la hipótesis nula se rechaza ya que el costo por dimensiones original es mayor al costo por dimensiones optimizado, por lo que se acepta la hipótesis alterna de que el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos por dimensiones en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Con el objeto de verificar el análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon al costo global de ambas situaciones; tomando en cuenta lo siguiente:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p\text{valor} \geq 0.05$ se acepta la hipótesis nula.

Tabla 32. Estadístico prueba Wilcoxon para el costo por dimensiones

<i>Estadísticos de prueba^a</i>	
	por dimensiones_optimizado - por dimensiones_original
Z	-2.521 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	.012

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 32 se evidencia que el sig-valor o valor de significancia se ubica en (.012), siendo menor a .05 se comprueba de que la hipótesis nula debe rechazarse y se confirma que el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos por dimensiones en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Análisis Inferencial para la Segunda Hipótesis Específica.

En primer lugar, se hace la determinación del comportamiento en la serie de datos manejada con el objeto de conocer si esta posee una distribución normal, debido a que el conjunto de datos es de 8 siendo así menor a 30 se realiza a través del estadígrafo Shapiro Wilk usando la siguiente regla de decisión:

- Si pvalor es ≤ 0.05 los datos de la serie no provienen de una distribución normal y se aplica prueba no paramétrica.
- Si pvalor es ≥ 0.05 los datos de la serie provienen de una distribución normal y se aplica prueba paramétrica.

Tabla 33. Prueba de normalidad para costos por refuerzo con Shapiro Wilk

<i>Pruebas de normalidad</i>			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
por refuerzo_antes	.938	4	.640
por refuerzo_despues	.856	4	.245

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 33 se constata que el pvalor del costo global original y optimizado es de .640 y .245 respectivamente; teniendo en cuenta que el valor de significancia es de 0.05. Por lo cual se concluye que la distribución de los datos proviene de una distribución normal y por ende la prueba a aplicar para la comprobación de la hipótesis es paramétrica debido a que se encuentran por encima del .05 establecido en el valor de decisión; por lo tanto, se aplica el estadígrafo prueba de rangos de T-Student en la contrastación de hipótesis.

Para la segunda hipótesis específica

- Ho= el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo no influyen de manera positiva en la reducción de costos por refuerzo en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.
 - H1= El nivel de procedimiento y herramienta de optimización influye de manera positiva en la reducción de costos por refuerzo en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.
- Si pvalor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula.
 - Si pvalor ≥ 0.05 se acepta la hipótesis nula.

Tabla 34. Estadístico prueba T-Student para el costo por refuerzo

<i>Correlaciones de muestras emparejadas</i>				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	por refuerzo_original & por refuerzo_optimizado	4	.858	.032

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 34 se evidencia que el sig-valor o valor de significancia se ubica en (.032), siendo menor a .05 se comprueba de que la hipótesis nula debe rechazarse y se confirma que el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos por refuerzo en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Análisis Inferencial para la Tercera Hipótesis Específica.

En primer lugar, se hace la determinación del comportamiento en la serie de datos manejada con el objeto de conocer si esta posee una distribución normal, debido a que el conjunto de datos es de 4 siendo así menor a 30 se realiza a través del estadígrafo Shapiro Wilk usando la siguiente regla de decisión:

- Si pvalor es ≤ 0.05 los datos de la serie no provienen de una distribución normal y se aplica prueba no paramétrica.
- Si pvalor es ≥ 0.05 los datos de la serie provienen de una distribución normal y se aplica prueba paramétrica.

Tabla 35. Prueba de normalidad para costo global con Shapiro Wilk

<i>Pruebas de normalidad</i>			
Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estadístico	Gl	Sig.
global_antes	.260	2	.000
global_despues	.260	2	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 35 se constata que el pvalor del costo global original y optimizado es de .000 y .000 respectivamente teniendo en cuenta que el valor de significancia es de 0.05. Por lo cual se concluye que la distribución de los datos no es normal y por ende la prueba a

aplicar para la comprobación de la hipótesis es no paramétrica debido a que se encuentran por debajo del .05 establecido en el valor de decisión; por lo tanto, se aplica el estadígrafo Wilcoxon en la contrastación de hipótesis.

Para la tercera hipótesis específica

- Ho= el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo no influyen de manera positiva en la reducción del costo global en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.
- H1= el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción del costo global en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Tabla 36. Comparación de medias en costo global original y optimizado con Wilcoxon

Estadísticas descriptivos					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	global_antes	9147.6400	2	5878.20696	4156.52000
	global_despues	6859.8450	2	4642.19137	3282.52500

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 36, queda demostrado que la media de costo global original es de (9147.64) es mayor que la media de costo global después (6859.84); por lo cual lo planteado en la hipótesis nula se rechaza ya que el costo global original es mayor al costo global optimizado, por lo que se acepta la hipótesis alterna de que el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

Con el objeto de verificar el análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon al costo global de ambas situaciones; tomando en cuenta lo siguiente:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p\text{valor} \geq 0.05$ se acepta la hipótesis nula.

Tabla 37. Estadístico prueba Wilcoxon para el costo global

<i>Estadísticos de prueba^a</i>	
	global_optimizado - global_original
Z	-1.342 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	.040

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia a través de SPSS25

De la tabla 37, se evidencia que el sig-valor o valor de significancia se ubica en (.040), siendo menor a .05 se comprueba de que la hipótesis nula debe rechazarse y se confirma que el nivel de optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019.

IV.DISCUSIÓN

El objetivo general del estudio el cual es *determinar la influencia de la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo en la reducción de costos en el edificio mi vivienda de Surquillo-Lima 2019*; teniendo en cuenta lo que Fernández y Quiroz (2017) exponen en relación con la función que cumplen los costos totales dentro de un proyecto con miras de lograr las metas trazadas, precisando que en la medida que se logran disminuir los costos se puede garantizar un margen aceptable de ganancias y rentabilidad. En función de ello, se plantean los resultados obtenidos a través del estudio desarrollado teniendo en primer lugar que la optimización de cimentaciones superficiales permitieron una disminución en los costos totales los que pasaron de S/ 18,295.28 a S/ 13,719.86 lo que se traduce en una disminución del 25.009%; el análisis estadístico descriptivo arrojó que la variación de la media paso de S/ 9,147.64 a S/ 6,859.84 notándose claramente la disminución en los costos totales luego de aplicar una optimización de la cimentación superficial en la edificación por lo que se determinó que la optimización en las cimentaciones superficiales por dimensión y por refuerzo influyen sobre los costos asociados al edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima. Los hallazgos vislumbrados en el estudio desarrollado son diferentes a la conclusión arrojada y expuesta por Cano (2015) en su tesis *Optimización Heurística Multiobjetivo de Cimentaciones de Soportes en Medianería* quien en su estudio determinó que la optimización de cimientos no afecta o varía con pequeña proporción entre los costos manejados; es decir, que la aplicación de un nuevo modelo de cimiento no repercute significativamente sobre los costos asociados a la construcción del mismo.

Por su parte el primer objetivo específico es *determinar la influencia de la optimización de cimentaciones superficiales en la reducción de costos por dimensión en el edificio mi vivienda de Surquillo -Lima 2019*. Teniendo en cuenta lo que Chagoyén, Negrín, Cabrera, López y Padrón (2009), exponen en relación con los costos por dimensiones, quienes afirman que las condiciones que se establecen como variables de diseño se encuentran: La profundidad de subestructura y la geometría de la base de la subestructura; lo que influye sobre los costos finales del proyecto. Los resultados obtenidos a través del estudio desarrollado demostró que la optimización de cimentaciones superficiales reflejaron una disminución en los costos por dimensiones ya que estos pasaron de S/ 12,246.29 a S/ 10,179.86 lo que se traduce en una disminución del 16.87%; el análisis estadístico descriptivo arrojó que la variación de la media paso de S/ 1,530.24 a S/ 1,272.48 notándose claramente la disminución en los costos luego de aplicar una optimización de la

cimentación superficial en la edificación. Los hallazgos vislumbrados en el estudio desarrollado concuerdan con lo expuesta por Rodríguez, (2010) en su estudio *Optimización de cimentaciones superficiales aisladas en suelos cohesivos-friccionales.*, ya que el autor determino que la profundidad que tenga la cimentación afecta de manera directa en los costos por dimensiones incurridos.

En relación con el segundo objetivo específico es *determinar la influencia de la optimización de cimentaciones superficiales en la reducción de costos por refuerzo en el edificio mi vivienda de Surquillo -Lima 2019.* En cuanto a los costos por refuerzo se toma cuenta lo que afirman Chagoyén, Negrín, Cabrera, López y Padrón (2009), en donde se debe tener presente que para reducir estos costos se deben enfocar sobre el acero estructural que se colocara en la subestructura (costos del acero y colocación de acero), siendo parte este del análisis geotécnico y estructural de la cimentación superficial que, al ser sometidos a una optimización, estos costos reducirán. Los resultados obtenidos a través del estudio desarrollado permitieron observar que la optimización de cimentaciones superficiales permitieron disminuir los costos por refuerzos ya que estos pasaron de S/ 6,048.99 a S/ 3,539.83 lo que se traduce en una disminución del 41.48%; el análisis estadístico descriptivo arrojó que la variación de la media paso de S/ 1,512.24 a S/ 884.95 notándose claramente la disminución en los costos por refuerzo luego de aplicar una optimización de la cimentación superficial en la edificación lo que ha sido confirmado a través de la prueba de comprobación de hipótesis de Wilcoxon cuyo resultado para el p-valor es de (.032). Los hallazgos vislumbrados en el estudio desarrollado concuerdan con la conclusión arrojada y expuesta por Paya (2007) en su estudio aplicado a pórticos de edificación de hormigón armado en la ciudad de Valencia – España titulado *Optimización heurística de pórticos de edificación de hormigón armado.*, puesto que expresa que el factor más destacado para reducir costos es a través del uso de la cristalización simulada a través de técnicas heurísticas en los refuerzos de las cimentaciones.

Para terminar se tiene el último objetivo específico del estudio el cual es *determinar la influencia de la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo en la reducción de costos global en el edificio mi vivienda de Surquillo -Lima 2019;* teniendo en cuenta lo que Fernández y Quiroz (2017) exponen en relación con la función que cumplen los costos totales dentro de un proyecto con miras de lograr las metas trazadas, precisando que en la medida que se logran disminuir los costos se puede garantizar un

margen aceptable de ganancias y rentabilidad. En función de ello, se plantean los resultados obtenidos a través del estudio desarrollado teniendo en primer lugar que la optimización de cimentaciones superficiales permitieron una disminución en los costos totales los que pasaron de S/ 18,295.28 a S/ 13,719.86 lo que se traduce en una disminución del 25.009%; el análisis estadístico descriptivo arrojó que la variación de la media paso de S/ 9,147.64 a S/ 6,859.84 notándose claramente la disminución en los costos totales luego de aplicar una optimización de la cimentación superficial en la edificación por lo que se determinó que la optimización en las cimentaciones superficiales por dimensión y por refuerzo influyen sobre los costos asociados al edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima. El hallazgo vislumbrado en el estudio desarrollado difiere de la conclusión arrojada y expuesta por Galletero (2016) el cual a través de su estudio realizado en Madrid – España expuso que la aplicación de métodos idóneos de acuerdo a las características específicas de la infraestructura permite disminuir los costos, asimismo refleja la necesidad de implementar métodos que permitan manejar todos los aspectos de la realidad para así evitar costos innecesarios.

V. CONCLUSIONES

Conclusión al Objetivo General.

A través de la optimización de las cimentaciones superficiales se logró evidenciar una disminución en los costos del edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima, durante el año 2019. Ya que la media de la totalidad de costos manejados (excavación, concreto simple, concreto armado, encofrado y desencofrado, suministro de acero y colocación de acero) paso de 9147.64 a 6859.84; lo cual representa en una influencia positiva que logro el 25.009%. (Ver Tabla 23)

Conclusiones a los Objetivos Específicos.

La optimización de las cimentaciones superficiales logró evidenciar una disminución en los costos por dimensiones del edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima, durante el año 2019. Ya que la media de la totalidad de costos manejados por dimensión (excavación, concreto simple, concreto armado, encofrado y desencofrado) paso de 1530.78 a 1272.48; lo cual representa en una influencia positiva que logro el 16.87%. (Ver Tabla 22)

Por su parte, la optimización de las cimentaciones superficiales logró evidenciar una disminución en los costos por refuerzo del edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima, durante el año 2019. Ya que la media de la totalidad de costos manejados por refuerzo (suministro de acero y colocación de acero) paso de 6048.99 a 3539.83; lo cual representa en una influencia positiva que logro el 41.48%. (Ver Tabla 23)

A través de la optimización de las cimentaciones superficiales se logró evidenciar una disminución en el costo global del edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima, durante el año 2019. Ya que la media de la totalidad de costos manejados (excavación, concreto simple, concreto armado, encofrado y desencofrado, suministro de acero y colocación de acero) paso de 9147.64 a 6859.84; lo cual representa en una influencia positiva que logro el 25.009%. (Ver Tabla 24)

VI. RECOMENDACIONES

- Un diseño optimizado de la cimentación, balanceando en acero y la cantidad de concreto; adecuado al tipo de suelo cumpliendo el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) para tener una sub estructura de calidad a un costo mínimo.
- Cimentar a una profundidad mínima recomendado por el estudio mecánica de suelos con fines de cimentación, debido a la influencia del costo de la cantidad de concreto en el costo total de la cimentación.
- Utilizar la hoja de cálculo de Mathcad Prime 5.0 en vez de las recomendaciones empíricas sobre los valores de dimensiones y refuerzo óptimos a utilizar siempre que se disponga de la misma.
- Elaborar plantillas de cálculo de Mathcad Prime para los diferentes tipos de cimentaciones, cumpliendo las normas del E-020, E-030, E-050.
- Mejorar la hoja de cálculo Mathcad Prime 5.0 para ser usada cuando sea necesario realizar un diseño con cargas obtenidas de un análisis de 3D.

REFERENCIAS

- AZHIM, Abdul y PRAKOSO, Widjojo. Construction cost optimization of shallow foundation for sand soil in Indonesia [en línea]. February, 2018 [Date of consultation may 21, 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331282844_Construction_cost_optimization_of_shallow_foundation_for_sand_soil_in_Indonesia
- CANO, C. Optimización Heurística Multiobjetivo de Cimentaciones de Soportes en Medianería. (Doctorado en Ingeniería Civil). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/62208>.
- CHAGOYÉN, E., NEGRÍN, A., CABRERA, M., LÓPEZ, L., PADRÓN, N., Diseño óptimo de cimentaciones superficiales rectangulares. Formulación. Revista de la Construcción [en línea] 2009, 8 (Sin mes): [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2019] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127619798006>> ISSN 0717-7925
- CUEVA, Olmedo. Implementacion de programas computacionales para el cálculo y diseño de cimentaciones superficiales aplicación al cálculo de edificios. (Título Profesional de Ingeniería Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2013. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1280/1/T-UCE-0011-36.pdf>
- FERNANDEZ, Feliciano y QUIROZ, Carlos. Optimización estructural para el techado de edificios en la ciudad de Huancavelica en el año 2016. (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lircay - Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2017.
Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1060>
- GALLETERO, P. Optimización de Cimentaciones Directas de Medianería y Esquina mediante Modelos de Elementos Finitos. Tesis (Doctorado). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2016.
Disponible en: <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39058>.
- GONZALES, M. y MENDOZA, A. Optimización de costos utilizando la herramienta de gestión de proyectos en edificios multifamiliares (caso: edificio

- aliaga – casa club ii – magdalena del mar - lima). Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2015. Disponible en: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1441/1/mendoza_ra.pdf
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.^a ed. México: Mc Graw Hill. 2014. 632 pp. ISBN: 9781456223960
 - HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [En línea]. 5. ta ed. Distrito Federal, México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2006 [fecha de consulta: 19 de mayo de 2018]. Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
ISBN: 978-607-15-0291-9
 - LOPEZ, Luis. Optimización de cimientos superficiales en suelos friccionales. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Santa Clara: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, 2009.
Disponible en: <http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/5087/C09027.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - MAROTO, Jimmy. Optimización del diseño de la cimentación del proyecto torres hidalgo aplicando el coeficiente de rigidez del suelo. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Guayaquil: Universidad de Guayaquil 2016.
Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19906/1/MAROTO_JIMMY_TRABAJO_TITULACION_ESTRUCTURAS_ENERO_2017.pdf
 - Maxwell Scientific Organization. Optimization of Shallow Foundation Using Gravitational Search Algorithm [en línea]. May, 2012 [Date of consultation may 21,2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/230996869_Optimization_of_Shallow_Foundation_Using_Gravitational_Search_Algorithm ISSN: 2040-7467

- NICHÓ, Jhon. Optimización de la infraestructura de las instituciones educativas del centro poblado Santa Rosa para fortalecer el servicio educativo, Sayán, 2017, Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez, 2018.

Disponible en:
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2671/NICHO%20ALVARADO%20JHON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- PADRON, Nelson. Optimización de Cimientos Rectangulares Aislados. Tesis (Título para obtener Máster en Estructuras). Santa Clara: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, 2012.

Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/327535746_Optimizacion_de_Cimientos_Rectangulares_Aislados

- PAYÁ, Ignacio. Optimización heurística de pórticos de edificación de hormigón armado. Tesis (Para optar el grado de Doctor). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2007. Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Ignacio_PayaZaforteza/publication/39583172_Optimizacion_heuristica_de_porticos_de_edificacion_de_hormigon_armado/links/546f79cf0cf216f8cfa9df06/Optimizacion-heuristica-de-porticos-de-edificacion-de-hormigon-armado.pdf

- RAMOS, Luiggi. Mejora continua del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional en la empresa pesquera Austral Group S.A.A Coishco 2017. Tesis (Título Profesional de Licenciado en Administración). Nuevo Chimbote: Universidad César Vallejo, 2017. 91 pp.

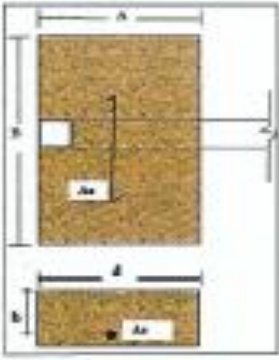


Disponible en:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10213/ramos_bl.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- RODRIGUEZ, Lyena. Optimización de cimentaciones superficiales aisladas en suelos cohesivos-friccionales. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Santa Clara: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, 2010.

Disponible en:
<http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6002/C10049.Pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SERRANO, Paola. Desarrollo de una aplicación basada en Matlab para el cálculo de cimentaciones superficiales aisladas. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017. Disponible en:
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26396/1/Tesis%201158%20-%20Serrano%20Moreta%20Paola%20Carolina.pdf>
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyecto de investigación científica. 7.^a ed. Lima, San Marcos, 2017. 495 pp. ISBN: 9786123028787
- VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación. [en línea]. San José: Universidad de Costa Rica, 2006 [fecha de consulta: 20 de mayo de 2018]. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010> ISSN: 0379-7082

ANEXOS

Anexo 1: Fichas Técnicas

FICHA TÉCNICA N°1																																																																						
TÍTULO: Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos en el edificio los Pinos del Cercado-Lima 2019																																																																						
DIMENSIÓN: Costo por dimensión y refuerzo																																																																						
																																																																						
Datos constantes (Zc)	Datos constantes (Vc)	Datos constantes (Z)																																																																				
A = B = $f_{cr} =$ b = $f_c =$ $f_y =$ d = $M_u =$	b = $f_c =$ $f_y =$ d =	A = B = $f_{cr} =$ b = $f_c =$ $f_y =$ d = $M_u =$																																																																				
Datos variable:	Datos variable:	Datos variable:																																																																				
d	d	d																																																																				
$A_s = \frac{1}{2}(P + d) \sqrt{\frac{P + d}{b}} \sqrt{\frac{6 + M_u - 10d^2 + P}{b \cdot f_y}}$	$A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d}$	$A_s = \frac{1}{2}(P + d) \sqrt{\frac{P + d}{b}} \sqrt{\frac{6 + M_u - 10d^2 + P}{b \cdot f_y}}$																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"><th>d</th><th>Ac</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	d	Ac																					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"><th>d</th><th>Ac</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	d	Ac																					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"><th>d</th><th>Ac</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	d	Ac																						
d	Ac																																																																					
d	Ac																																																																					
d	Ac																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"><th>Ac</th><th>d óptimo (Zc)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Ac	d óptimo (Zc)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"><th>Ac</th><th>d óptimo (Vc)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Ac	d óptimo (Vc)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"><th>Ac</th><th>d óptimo (Z)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Ac	d óptimo (Z)																																																						
Ac	d óptimo (Zc)																																																																					
Ac	d óptimo (Vc)																																																																					
Ac	d óptimo (Z)																																																																					
COSTO UNITARIO																																																																						
Actividad	COSTO UNIT.	MAYOR CANTIDAD	MATERIALES	EQUIPO																																																																		
Homogeneado																																																																						
Refuerzo																																																																						
función objetivo		Función objetivo																																																																				
Costal = Chom . . . → Mínimo, donde:		Costal = Casero . . . → Mínimo, donde:																																																																				
Chom: costo de homogeneado. (\$))		Casero: costo de elaboración y colocación de acero. (\$))																																																																				
valores del instrumento		CANTIDAD																																																																				
CUBRO DE VALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	RANGOS	INSTRUMENTOS	EXPERTO N° 1	0,85																																																																		
	8.44 a 8.00	Intermedia	EXPERTO N° 2	0,9																																																																		
	8.01 a 8.20	Alta	EXPERTO N° 3	0,9																																																																		
	8.41 a 8.00	Intermedia																																																																				
	8.21 a 8.40	Baja																																																																				
	8.01 a 8.20	Intermedia																																																																				

FICHA TECNICA N°2

TITULO: Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos en el edificio los Pinos del Cercado-Lima 2019

DIMISIÓN: Costo Global

As óptimo(Ze)	d óptimo(Ze)

As óptimo(Vc)	d óptimo(Vc)

As óptimo(Zi)	d óptimo(Zi)

As global óptimo= As1+As2+As3

d global óptimo=d1+d2+d3

Función objetivo

Ctotal = Chorm+Cacero . → Mínimo, donde:

Chorm: costo de hormigonado. (\$)

Cacero: costo de elaboración y colocación de acero. (\$)

El costo de estas actividades está representado de manera general por una expresión que puede adoptar la siguiente forma:

$C_{act} = V_{act} * CU_{act}$, donde:

C_{act} : Costo de la actividad. (\$)

V_{act} : Volumen de trabajo de la actividad. (U.M)

CU_{act} : Costo unitario de la actividad. (\$U.M)

COSTO UNITARIO

Actividad	COSTO UNIT	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS
Hormigonado				
Refuerzo				

Valor del instrumento

CUADRO DE VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO	RANGOS	MAGNITUD
	0.81 a 1.00	Muy alta
	0.61 a 0.80	Alta
	0.41 a 0.60	Moderada
	0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja	

CALIFICACIÓN

EXPERTO N° 1	0,85
EXPERTO N° 2	0,9
EXPERTO N° 3	0,9

Anexo 2: Validación y confiabilidad de Instrumentos



SOLICITUD: Validación de
Instrumento de recojo de información.

Sr.: ING. ZEÑA ARMAS MARCO A.....

Yo Chuquimango Martínez Juan identificado con DNI N°46955099 alumnos de la EAP de ingeniería civil, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: "Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos en el edificio los Pinos del Cercado – Lima 2019", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 25 de Junio del 2019


MARCO ANTONIO
ZEÑA ARMAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 154203

NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA

A

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: Zeva Armas Marco A.
 I.2. Cargo e institución donde labora: Docente tiempo Parcial
 I.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Estructural
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: _____
 I.5. Autor(A) de Instrumento: CHUQUIMANCO MARTINEZ JUAN

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Para la validación del instrumento se debe considerar la opinión y criterio de 3 profesionales expertos, en este caso ingenieros civiles especialistas en el tema de investigación (Oficina de Investigación Lima UCV, 2016, p. 11)

Para una mayor interpretación, se plantea lo siguiente:

Tabla 02. Rango y magnitudes de validez

RANGO	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002, p. 12.

El instrumento ya especificado anteriormente, que ha sido utilizado para la investigación de la presente tesis, ha sido sometido a juicio de expertos, en este caso a expertos, en este caso profesionales del tema, es decir especialistas de la carrera de ingeniería civil, en el cual se obtuvieron el siguientes resultados y se detalla a continuación.

Tabla 03. Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Ing.
Ficha técnica 1	0.9
Ficha técnica 2	0.9

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

51

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

0.9

Lima, 25/06/17 del 2019


MARCO ANTONIO ZEVA ARMAS ORMANTE
 FIRMA DEL INGENIERO CIVIL
 CIP # 154203
 Reg. CIP Nº 154203
 DNI No. _____ Tel: _____

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Sr.: ...I.N.E.: ...C.O.R.Z.A. ...A.G.U.I.L.A. ...A.G.U.S.T.I.N. ...V.I.S.T.A.R.

Yo Chuquimango Martínez Juan identificado con DNI N°46955099 alumnos de la EAP de ingeniería civil, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **"Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos en el edificio los Pinos del Cercado – Lima 2019"**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 25 de Junio del 2019



NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA
CIP N° 50070

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: CORZO BUNGA AGUSTIN VICTOR
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 I.3. Especialidad o línea de investigación: GESTIÓN DE PROYECTOS
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:

I.5. Autor(A) de Instrumento: CH. QUIJANO, MARTINEZ, JUAN

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Para la validación del instrumento se debe considerar la opinión y criterio de 3 profesionales expertos, en este caso ingenieros civiles especialistas en el tema de investigación (Oficina de Investigación Lima UCV, 2016, p. 11)

Para una mayor interpretación, se plantea lo siguiente:

Tabla 02. Rango y magnitudes de validez

RANGO	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002, p. 12.

El instrumento ya especificado anteriormente, que ha sido utilizado para la investigación de la presente tesis, ha sido sometido a juicio de expertos, en este caso a expertos, en este caso profesionales del tema, es decir especialistas de la carrera de ingeniería civil, en el cual se obtuvieron el siguientes resultados y se detalla a continuación.

Tabla 03. Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Ing.
Ficha técnica 1	0.9
Ficha técnica 2	0.9

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

61

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

--

Lima, 25 DE JUNIO del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP. 50070
 D.N.I. No. 32719950 97114978

**SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.**

Sr.: ...PUNTO...BARRANTES...DAVI...DAMILO.....

Yo Chuquimango Martínez Juan identificado con DNI N°46955099 alumnos de la EAP de ingeniería civil, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **"Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos en el edificio los Pinos del Cercado – Lima 2019"**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 25 de Junio del 2019

NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

- I. DATOS GENERALES
- I.1. Apellidos y Nombres: PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO
- I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
- I.3. Especialidad o línea de investigación: INGENIERO CIVIL
- I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- I.5. Autor(A) de Instrumento: CHLOE WILMANGO PADILNER JUAN

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Para la validación del instrumento se debe considerar la opinión y criterio de 3 profesionales expertos, en este caso ingenieros civiles especialistas en el tema de investigación (Oficina de Investigación Lima UCV, 2016, p. 11)

Para una mayor interpretación, se plantea lo siguiente:

Tabla 02. Rango y magnitudes de validez

RANGO	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002, p. 12.

El instrumento ya especificado anteriormente, que ha sido utilizado para la investigación de la presente tesis, ha sido sometido a juicio de expertos, en este caso a expertos, en este caso profesionales del tema, es decir especialistas de la carrera de ingeniería civil, en el cual se obtuvieron el siguientes resultados y se detalla a continuación.

Tabla 03. Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Ing.
Ficha técnica 1	0,85
Ficha técnica 2	0,85

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

0,85

Lima, 25 - JUNIO, del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 N° 51304
 DNI N° 07732471

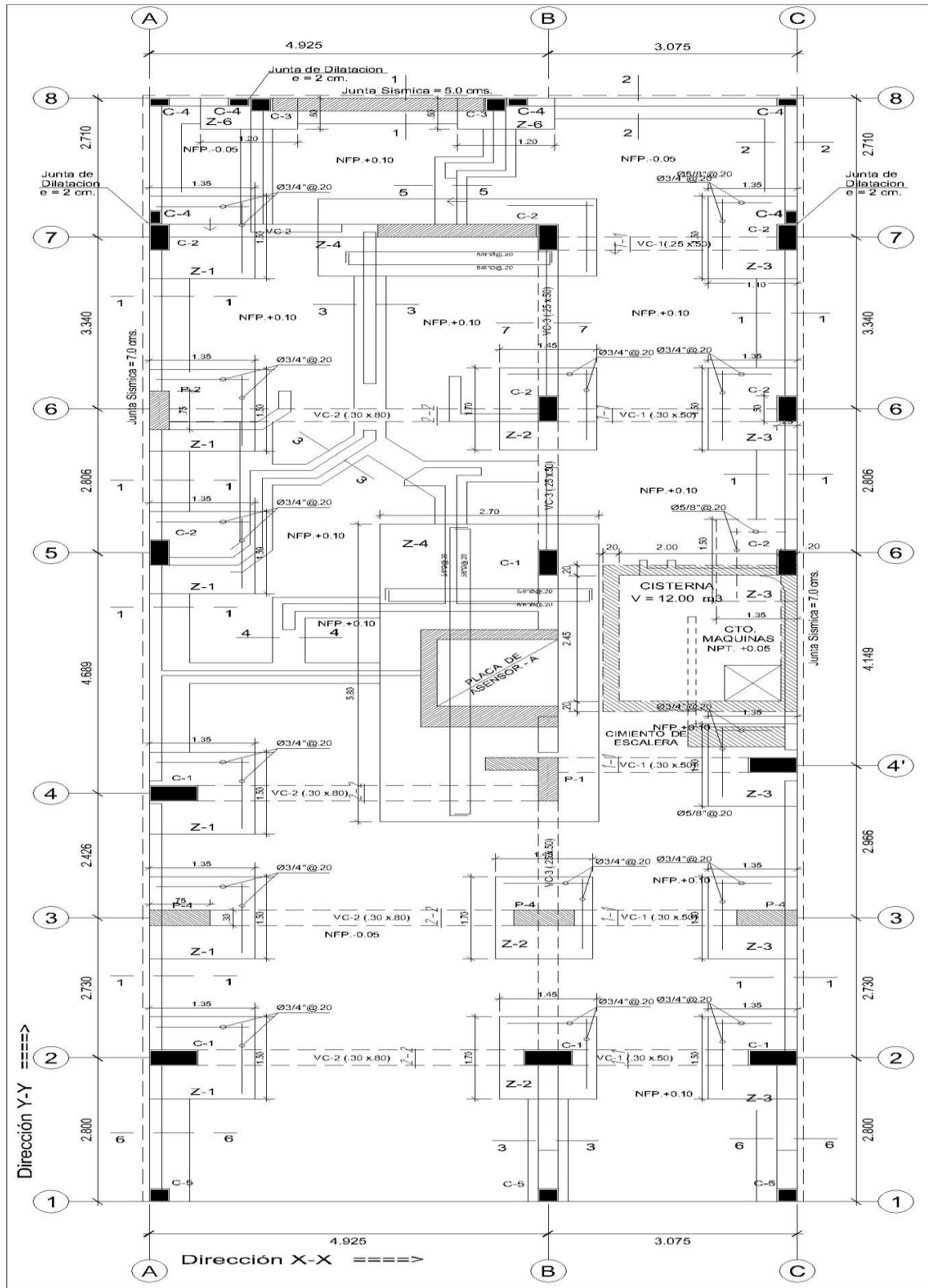
Título: “Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo – Lima 2019”

Anexo 3: Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿De qué manera influye la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo en la reducción de costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo-Lima 2019?	Determinar la influencia de la optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo en la reducción de costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo-Lima 2019	La optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo influyen de manera positiva en la reducción de costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo-Lima 2019	Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo	Procedimiento y herramienta de optimización	Procedimiento para plantear y resolver problemas de optimización	Método
					Herramientas de diseño para el punto de optimización	Aplicada
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	Nivel de Investigación
¿De qué manera influye el nivel de procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por dimensión en el edificio Mi Vivienda de Surquillo -Lima 2019?	Determinar la influencia del procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por dimensión en el edificio Mi Vivienda de Surquillo -Lima 2019	El procedimiento y herramienta de optimización influye de manera positiva en la reducción de costos por dimensión en el edificio Mi Vivienda de Surquillo-Lima 2019		Costo por dimensión	Costo de encofrado y desencofrado	Explicativa
					Costo del concreto	Causal
					Costo por excavacion	Cuantitativa
¿De qué manera influye el nivel de procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por refuerzo en el edificio mi vivienda de surquillo -Lima 2019?	Determinar la influencia del procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costos por refuerzo en el edificiomí vivienda de surquillo-Lima 2019	El procedimiento y herramienta de optimización influye de manera positiva en la reducción de costos por refuerzo en el edificio Mi Vivienda de surquillo -Lima 2019	Costos en el edificio mi vivienda de surquillo - Lima 2019	Costo por refuerzo	Costo por suministro de acero	Diseño
					Costo por la colocacion del acero	No-Experimental
¿De qué manera influye el procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costo global en el edificio Mi Vivienda de Surquillo -Lima 2019?	Determinar la influencia de procedimiento y herramienta de optimización en la reducción de costo global en el edificio Mi Vivienda de Surquillo-Lima 2019	El procedimiento y herramienta de optimización influye de manera positiva en la reducción de costo global en el edificio Mi Vivienda de Surquillo -Lima 2019		Costo Global	Costo de encofrado y desencofrado	Corte Transversal
					Costo del concreto	Poblacion
					Costo por excavacion	Cimentacion superficial edificio Mi Vivienda
					Costo por suministro de acero	Muestra
					Costo por la colocacion del acero	Seis (06) zapatas conectadas del edificio Mi Vivienda

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Plano de Cimentación del Edificio Mi Vivienda



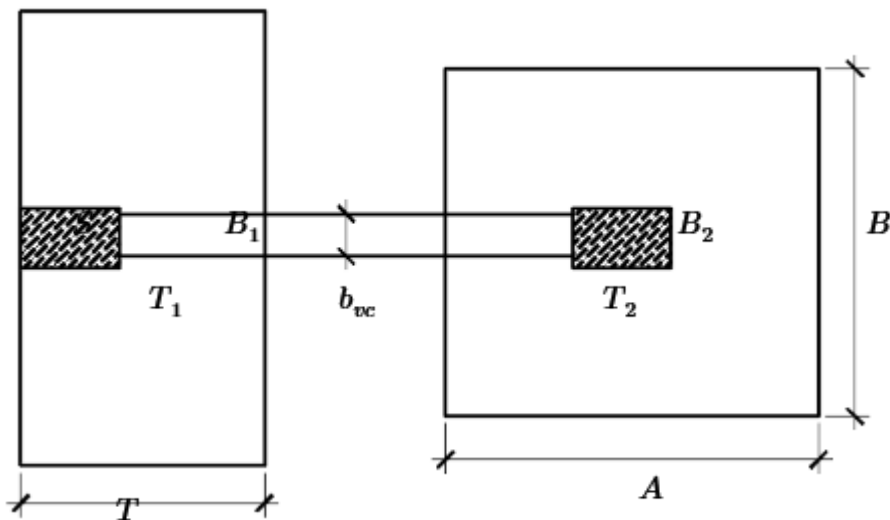
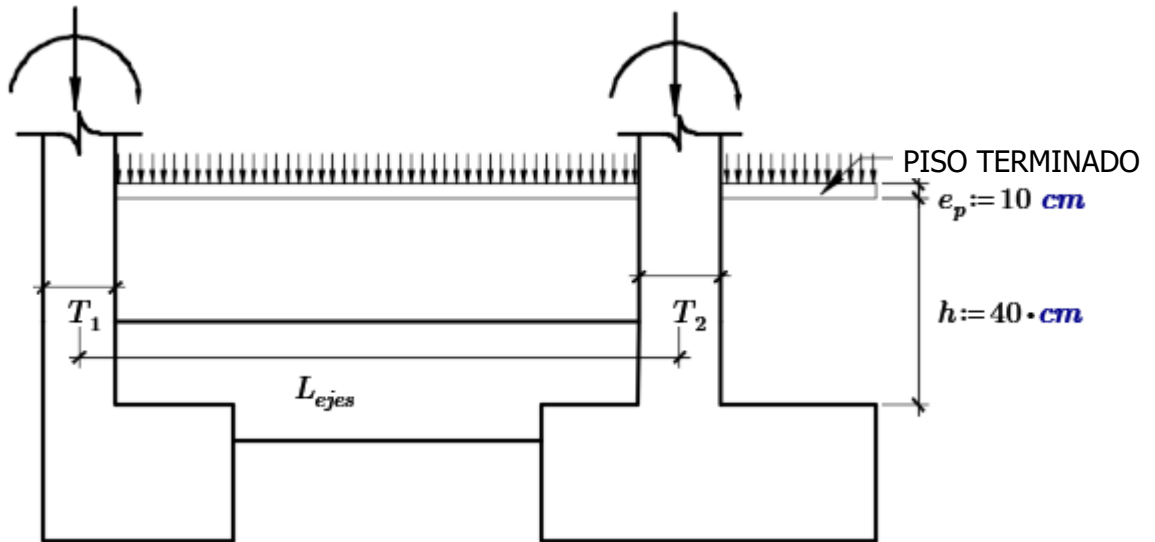
Anexo 5: Diseños optimizados de las zapatas conectadas del Edificio Mi Vivienda

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE ZAPATAS CONECTADAS DE CONCRETO ARMADO

POR: JUAN CHUQUIMNAGO MARTINEZ



1.-DATOS DE LAS COLUMNAS (ingreso de datos)

COLUMNA EXTREMA

$T_1 := 0.60 \text{ m}$

$B_1 := 0.30 \text{ m}$

CARGAS ACTUANTES

$P_{D1} := 34.85 \text{ tonnef}$

$P_{L1} := 4.33 \text{ tonnef}$

COLUMNA INTERNA

$T_2 := 0.60 \text{ m}$

$B_2 := 0.30 \text{ m}$

CARGAS ACTUANTES

$P_{D2} := 61.89 \text{ tonnef}$

$P_{L2} := 11.13 \text{ tonnef}$

MOMENTOS
DIRCCION LONGITUDINAL

$$M1_{D22} := 0.02 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L22} := 0.03 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx22} := 6.61 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx33} := 0.21 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx1} := 3.97 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS
DIRCCION LONGITUDINAL

$$M2_{D22} := 0.42 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L22} := 0.06 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx22} := 7.66 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx33} := 0.06 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx2} := 15.14 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS
DIRCCION TRANSVERSAL

$$M1_{D33} := 0.02 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L33} := 0.0026 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy22} := 0.53 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy33} := 0.44 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy1} := 22.34 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS
DIRCCION TRANSVERSAL

$$M2_{D33} := 0.29 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L33} := 0.03 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy22} := 0.65 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy33} := 0.45 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy2} := 6.88 \text{ tonnef}$$

2.- DATOS GENERALES (ingreso de datos)

Concreto

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Suelo

$$\sigma_t := 2.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Acero

$$f'_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

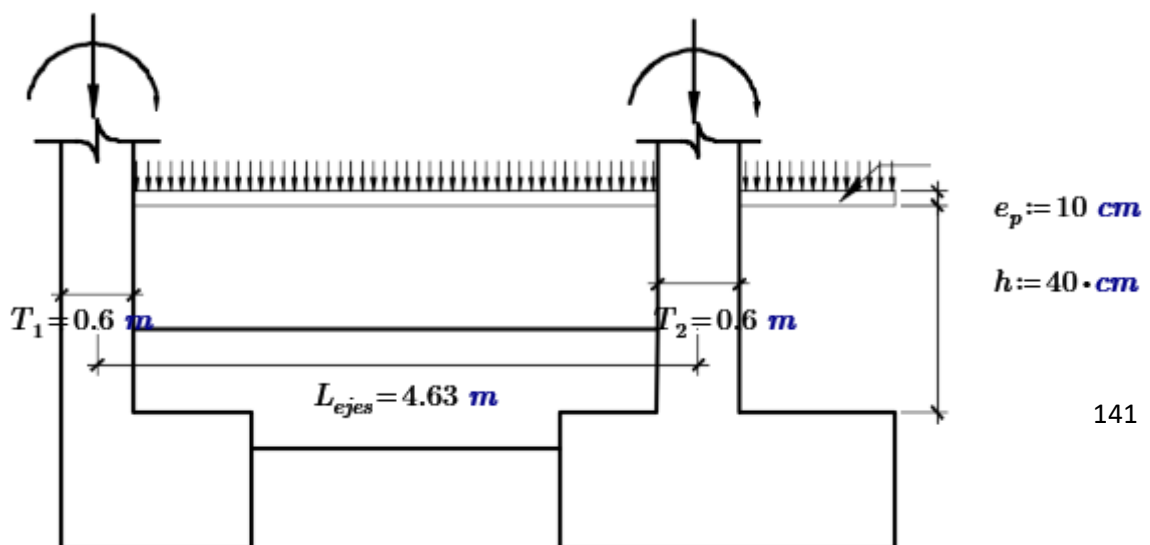
Luz libre entre columnas

$$L_v := 4.03 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{aplastamiento}} := 0.70$$

$$L_{\text{ejes}} := L_v + \frac{(T_1 + T_2)}{2}$$

$$L_{\text{ejes}} = 4.63 \text{ m}$$



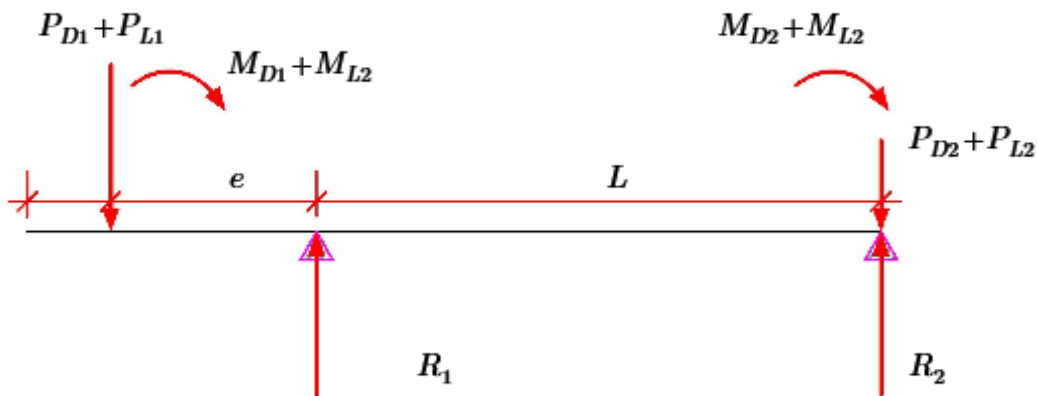
3.-PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS

A.-DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA Z1 (C1)

$$\sigma_n := \sigma_t \cdot 0.9 \qquad \sigma_n = 24.75 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$A_{z1} := 1.2 \cdot \frac{(P_{D1} + P_{L1})}{\sigma_n} \qquad A_{z1} = 1.9 \text{ m}^2$$

$$S := \sqrt[2]{A_{z1}} \quad S = 1.4 \text{ m} \qquad T := \sqrt{A_{z1}} \quad T = 1.4 \text{ m}$$



REACCIÓN SIN SISMO EN Z1

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \qquad e = 0.4 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right) \qquad L = 4.241 \text{ m}$$

$$R_1 := (P_{D1} + P_{L1}) + \left((P_{D1} + P_{L1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M_{1D33} + M_{1L33} + M_{2D33} + M_{2L33})}{L}$$

$$R_1 = 42.856 \text{ tonnef}$$

Verificando presiones

$$\sigma_{max1} := R_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \qquad \sigma_{max1} = 23.688 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max1} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN SIN SISMO EN Z2

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \quad e = 0.4 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right)$$

$$L = 4.241 \text{ m}$$

$$R_2 := (P_{D2} + P_{L2}) - \frac{(P_{D1} + P_{D2}) \cdot e}{L} - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_2 = 64.062 \text{ tonnef}$$

$$A_{z2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{\sigma_n} \quad A_{z2} = 2.718 \text{ m}^2$$

Ingresar A' y B'

$$A' := 1.7 \text{ m}$$

$$B' := 1.6 \text{ m}$$

$$A := A' + \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad A = 1.85 \text{ m}$$

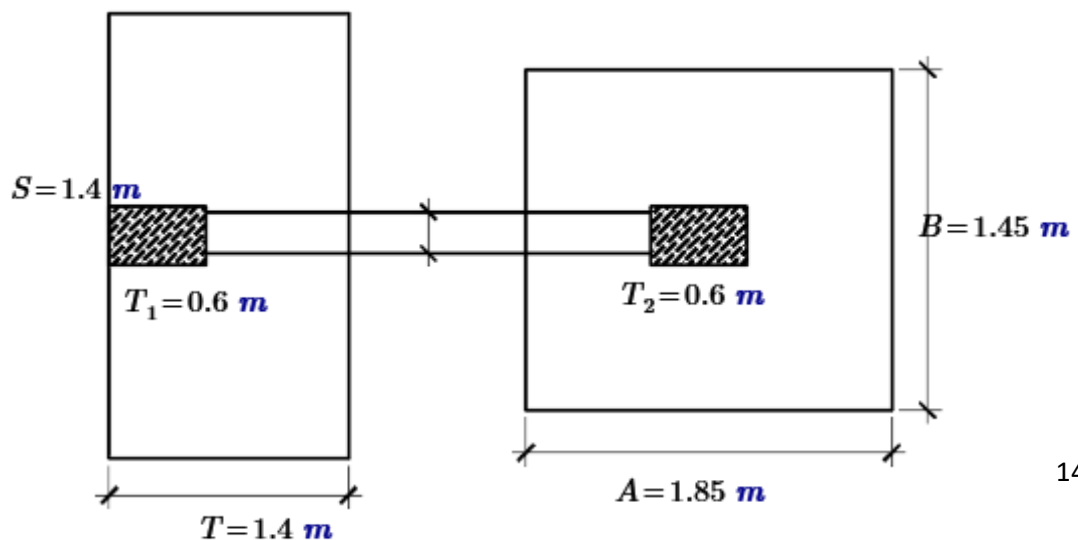
$$B := B' - \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad B = 1.45 \text{ m}$$

Verificando presiones

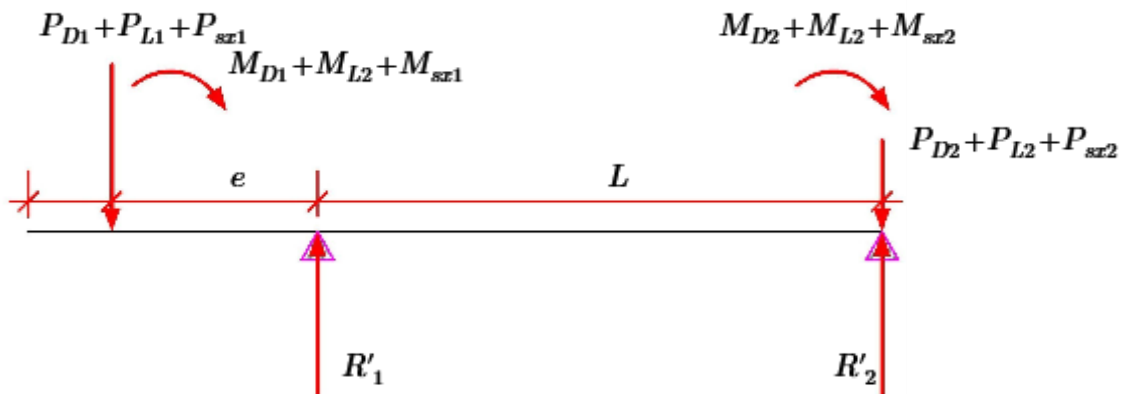
$$\sigma_{max2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma_{max2} = 25.076 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max2} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$



REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z1



$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R'_1 := (P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L}$$

$$R'_1 = 47.141 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max1} := R'_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma'_{max1} = 26.056 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z2

$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R'_2 := (P_{D2} + P_{L2} + P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L} \right)$$

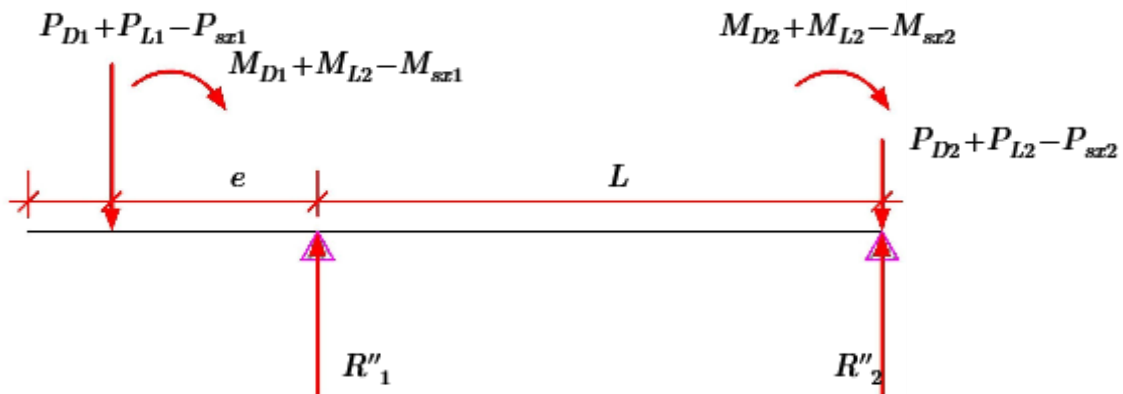
$$R'_2 = 84.169 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max2} := R'_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma'_{max2} = 32.946 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z1



$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R''_1 := (P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_1 = 38.571 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max1} := R''_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma''_{max1} = 21.32 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z2

$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R''_2 := (P_{D2} + P_{L2} - P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L} \right)$$

$$R''_2 = 54.519 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max2} := R''_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma''_{max2} = 21.34 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

DIMENSIONES FINALES DE LAS ZAPATAS

$$Z1: \quad S = 1.4 \text{ m}$$

$$T = 1.4 \text{ m}$$

$$Z2: \quad A = 1.85 \text{ m}$$

$$B = 1.45 \text{ m}$$

4.-ESFUERZO Y PERALTE DE LA ZAPATA

ZAPATA Z1

COMBO 1

$$comb1_{z1} := 1.4 \cdot P_{D1} + 1.7 \cdot P_{L1}$$

$$comb2_{z1} := 1.4 M1_{D33} + 1.7 \cdot M1_{L33}$$

$$comb1_{z1} = 56.151 \text{ tonnef}$$

$$comb2_{z1} = 0.032 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

ZAPATA Z2

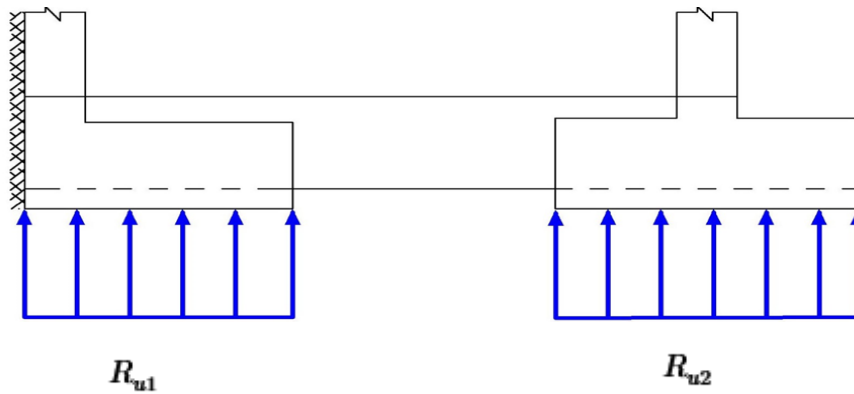
COMBO 2

$$comb1_{z2} := 1.4 \cdot P_{D2} + 1.7 \cdot P_{L2}$$

$$comb2_{z2} := 1.4 M2_{D33} + 1.7 \cdot M2_{L33}$$

$$comb1_{z2} = 105.567 \text{ tonnef}$$

$$comb2_{z2} = 0.457 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



$$R_{u1} := comb1_{z1} + \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$$

$$R_{u1} = 61.188 \text{ tonnef}$$

$$R_{u2} := comb1_{z2} - \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$$

$$R_{u2} = 100.53 \text{ tonnef}$$

$$W_{u1} := \frac{R_{u1}}{(S \cdot T)}$$

$$W_{u1} = 32.21 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$W_{u2} := \frac{R_{u2}}{(A \cdot B)}$$

$$W_{u2} = 37.476 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " H " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:

$$\phi := 0.85 \qquad \beta := 2 \qquad f'_{c1} := 210 \frac{\text{kgf}^2}{\text{cm}^4}$$

POR PUNZONAMIENTO Z1:

ingrese el peralte $d_1 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_1}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_0 := \left(\frac{d_1}{2} + T_1 \right) \cdot 2 + B_1 + d_1 \qquad b_0 = 2.7 \text{ m}$$

$$A_0 := \left(T_1 + \frac{d_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{d_1}{2} \cdot 2 + B_1 \right) \qquad A_0 = 0.81 \text{ m}^2$$

$$V_u := R_{u1} - W_{u1} \cdot A_0 \qquad V_u = 35.098 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \left\| \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \\ \text{else} \\ \left\| 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 211.519 \text{ tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \left\| \text{"cumple"} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \text{"no cumple"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_1 = 0.6 \text{ m}$ $H_1 := d_1 + 0.10 \cdot m$ $H_1 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v1} := \frac{(T - B_1)}{2} \quad L_{v1} = 0.54 \text{ m} \quad V_{du1} := W_{u1} \cdot S \cdot (L_{v1} - d_1) \quad V_{du1} = -2.702 \text{ tonnef}$$

$$V_{n1} := \frac{V_{du1}}{\phi} \quad V_{n1} = -3.179 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \begin{cases} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot S \cdot d_1 > V_{n1} \\ \quad \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"aumentar peralte"} \end{cases}$$

$$cond.corte = \text{"conforme"}$$

POR PUNZONAMIENTO Z2:

ingrese el peralte $d_2 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_2}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_{02} := 2 \cdot (d_2 + T_2) + 2 \cdot (d_2 + B_2) \quad b_{02} = 4.2 \text{ m}$$

$$V_u := B \cdot A \cdot W_{u2} - W_{u2} \cdot (d_2 + B_2) \cdot (T_2 + d_2) \quad V_u = 60.056 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \begin{cases} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \quad \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \\ \text{else} \\ \quad 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{cases}$$

$$V_c = 329.03 \text{ tonnef}$$

$$condicion_2 := \begin{cases} \text{if } V_c > V_u \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"no cumple"} \end{cases}$$

$$condicion_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_2 = 0.6 \text{ m} \quad H_2 := d_2 + 0.10 \cdot m \quad H_2 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v2} := \frac{(B - B_2)}{2} \quad L_{v2} = 0.58 \text{ m} \quad V_{du2} := W_{u2} \cdot B \cdot (L_{v2} - d_2) \quad V_{du2} = -1.359 \text{ tonnef}$$

$$V_{n2} := \frac{V_{du2}}{\phi} \quad V_{n2} = -1.598 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \begin{cases} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot L_{v2} \cdot d_2 > V_{n2} \\ \quad \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"aumentar peralte"} \end{cases}$$

$$cond.corte = \text{"conforme"}$$

5.-DISEÑO POR FLEXIÓN

ZAPATA Z1 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := S - T_1 \quad l_v = 0.8 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u1} \cdot T \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 13.445 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2} \right) \right)} \quad A_s = 6.587 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.124 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2} \right) \right)} \quad A_s = 5.984 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 1.022 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2} \right) \right)} \quad A_s = 5.979 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 1.021 \text{ cm}$$

$$A_{s11} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2} \right) \right)} \quad A_{s11} = 5.979 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s11} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)} \quad 149$$

$$a_4 = 1.021 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1 \qquad A_{smin} = 14.885 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 14.885 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{11} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \qquad n_{11} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{11}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)} \qquad n_{11} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{11}))}{(n_{11} - 1)}$$

$$separacion = 18.594 \text{ cm}$$

$$\text{usar: } \quad n_{11} = 8 \quad \text{varillas de } \quad \Phi_{11} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8} \quad separacion = 0.186 \text{ m}$$

ZAPATA Z1 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(T - B_1)}{2} \quad l_v = 0.54 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u1} \cdot S \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 6.452 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 3.161 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.54 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 2.858 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.488 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 2.856 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)} \quad 150$$

$$a_3 = 0.488 \text{ cm}$$

$$A_{s12} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s12} = 2.856 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s12} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.488 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1$$

$$A_{smin} = 14.885 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 14.885 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{12} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{12} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{12}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{12} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{12}))}{(n_{12} - 1)}$$

$$separacion = 18.594 \text{ cm}$$

usar: $n_{12} = 8$ varillas de $\Phi_{12} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

ZAPATA Z2 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(B - B_2)}{2} \quad l_v = 0.58 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u2} \cdot A \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 11.461 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.615 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.959 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.094 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)} \quad 151$$

$$a_2 = 0.87 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.09 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.869 \text{ cm}$$

$$A_{s21} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s21} = 5.09 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s21} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.869 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot A \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 19.98 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 19.98 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{21} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{21} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{21}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{21} = 10$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(A - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{21}))}{(n_{21} - 1)}$$

$$separacion = 18.518 \text{ cm}$$

usar: $n_{21} = 10$ varillas de $\Phi_{21} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.185 \text{ m}$

ZAPATA Z2 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(A - B_2)}{2} \quad l_v = 0.78 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u2} \cdot B \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 16.319 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 7.995 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.365 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 7.278 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 1.243 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 7.271 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 1.241 \text{ cm}$$

$$A_{s22} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s22} = 7.271 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s22} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 1.241 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot B \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 15.66 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 15.66 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{22} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{22} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{22}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{22} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(B - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{22}))}{(n_{22} - 1)}$$

$$separacion = 18.579 \text{ cm}$$

usar: $n_{22} = 8$ varillas de $\Phi_{22} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

6.-DISEÑO DE VIGA DE CIMENTACIÓN

fuerza cortante

$$R_{u1} = 61.188 \text{ tonnef}$$

$$F_1 := R_{u1} - \text{comb1}_{z1}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 56.151 \text{ tonnef}$$

$$F_1 = 5.037 \text{ tonnef}$$

momento flector

$$\text{comb2}_{z1} = 0.032 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{brazo} := \frac{S}{2} - \frac{T_1}{2}$$

$$M_{vc} := \text{comb1}_{z1} \cdot \text{brazo} - \text{comb2}_{z1}$$

$$M_{vc} = 21.818 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{fvc} := \text{comb2}_{z1} + \text{comb1}_{z1} \cdot (L + \text{brazo}) - R_{u1} \cdot L - \text{comb2}_{z2}$$

$$M_{fvc} = 0.065 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$L_{vc} := L$$

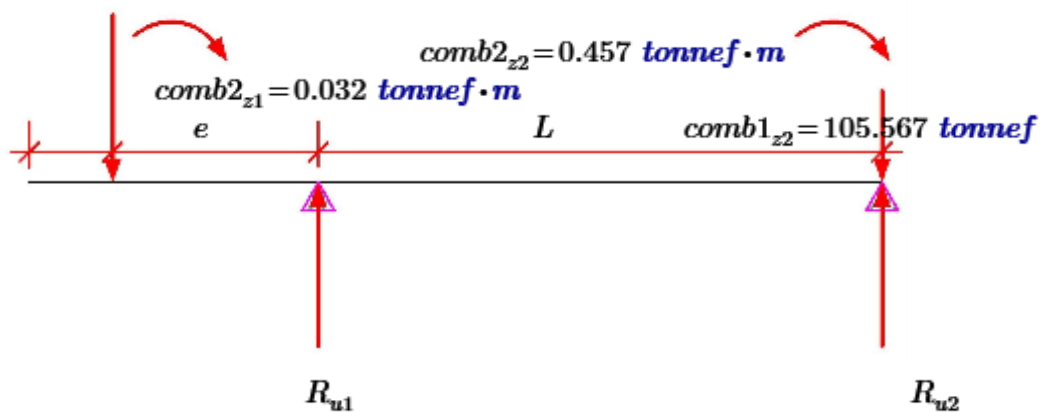
$$h := \frac{L_{vc}}{7}$$

$$h = 0.6 \text{ m}$$

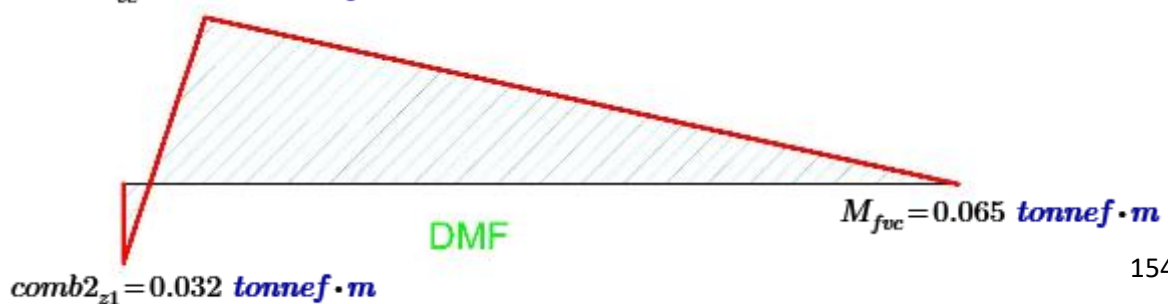
$$b_{vc} := B_1$$

$$b_{vc} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 56.151 \text{ tonnef}$$

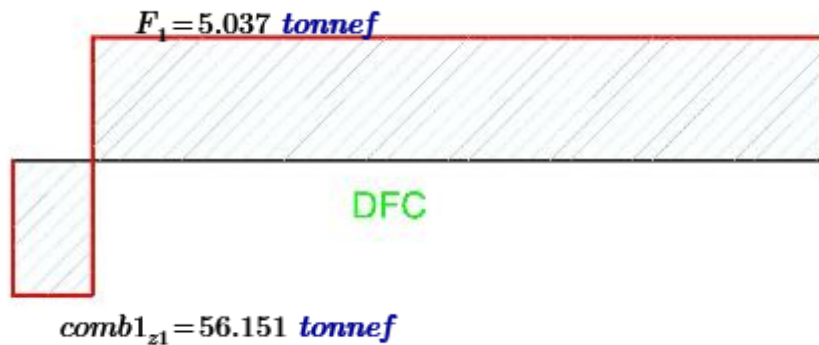


$$M_{vc} = 21.818 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



$$\text{comb2}_{z1} = 0.032 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{fvc} = 0.065 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



DISEÑO POR FLEXIÓN

$$\phi_d := 0.90$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 11.411 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_1 = 8.95 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_1}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 11.077 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_2 = 8.688 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_2}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 11.049 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_3 = 8.666 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_3}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 11.047 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_4 = 8.664 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot b_{vc} \cdot h$$

$$A_{smin} = 3.272 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 11.047 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{vc} := \frac{5}{8} \cdot \mathbf{in}$$

$$n_1 := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_1 = 6 \quad \text{superior}$$

$$n_2 := \frac{A_{smin}}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_2 = 2 \quad \text{inferior}$$

$$n_3 := n_1 + n_2 + 1$$

usar: $n_3 = 8$ varillas de $\Phi_{vc} \rightarrow \frac{5 \cdot \mathbf{in}}{8}$

diseño por fuerza cortante

$$cond.corte_{vc} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{vc} \cdot h > F_1 \\ \quad \left\| \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"aumentar peralte"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte_{vc} = \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \text{"}$$

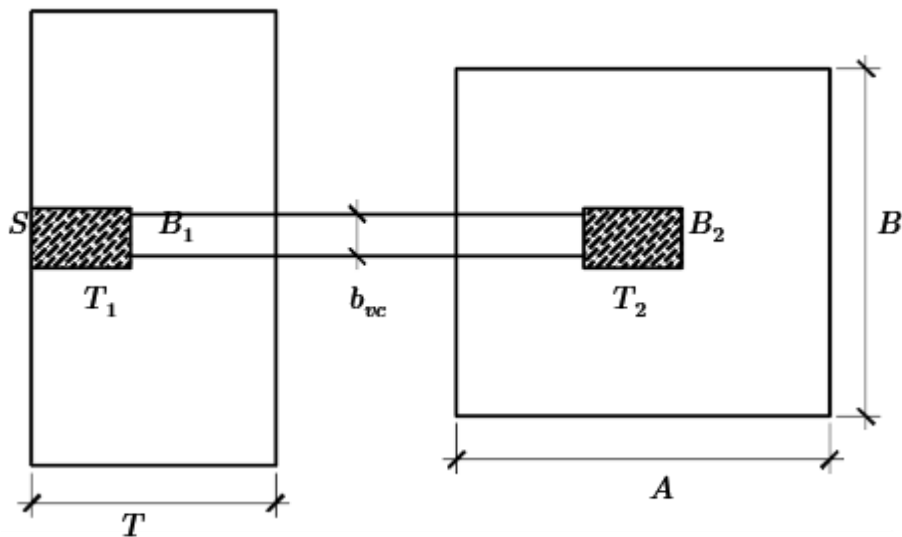
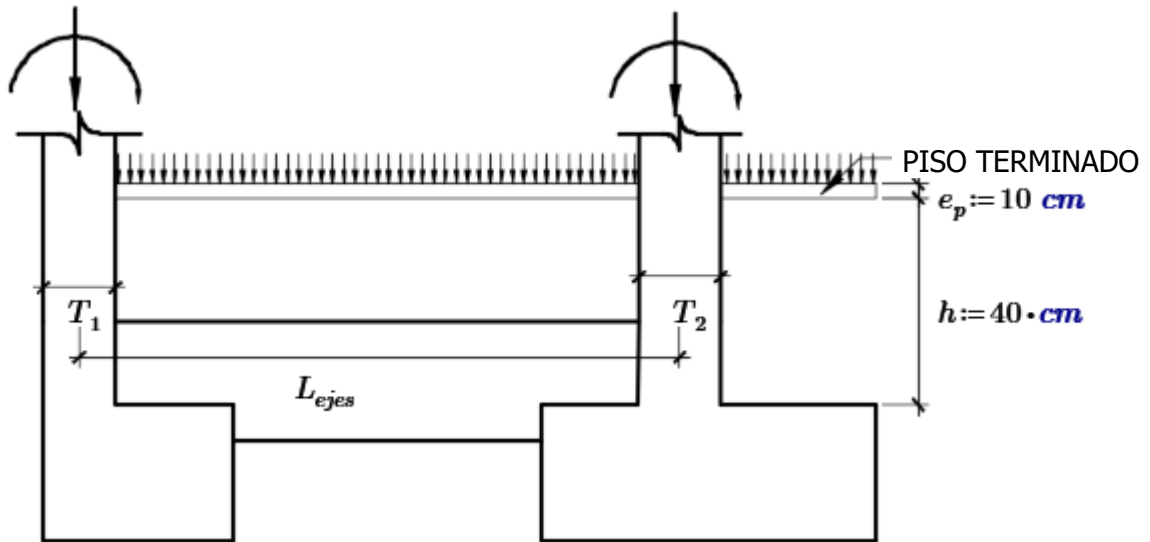


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE ZAPATAS CONECTADAS DE CONCRETO ARMADO

POR: JUAN CHUQUIMNAGO MARTINEZ



1.-DATOS DE LAS COLUMNAS (ingreso de datos)

COLUMNA EXTREMA

$$T_1 := 0.60 \text{ m}$$

$$B_1 := 0.30 \text{ m}$$

CARGAS ACTUANTES

$$P_{D1} := 27.54 \text{ tonnef}$$

$$P_{L1} := 4.4 \text{ tonnef}$$

COLUMNA INTERNA

$$T_2 := 0.60 \text{ m}$$

$$B_2 := 0.30 \text{ m}$$

CARGAS ACTUANTES

$$P_{D2} := 61.89 \text{ tonnef}$$

$$P_{L2} := 11.13 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS
DIRCCION LONGITUDINAL

$$M1_{D22} := 0.28 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L22} := 0.07 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx22} := 6.92 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx33} := 0.24 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx1} := 12.53 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS
DIRCCION LONGITUDINAL

$$M2_{D22} := 0.42 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L22} := 0.06 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx22} := 7.66 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx33} := 0.06 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx2} := 15.14 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS
DIRCCION TRANSVERSAL

$$M1_{D33} := 0.02 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L33} := 0.0028 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy22} := 0.60 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy33} := 0.46 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy1} := 21.04 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS
DIRCCION TRANSVERSAL

$$M2_{D33} := 0.29 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L33} := 0.03 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy22} := 0.65 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy33} := 0.45 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy2} := 6.88 \text{ tonnef}$$

2.- DATOS GENERALES (ingreso de datos)

Concreto

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Suelo

$$\sigma_t := 2.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Acero

$$f'_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

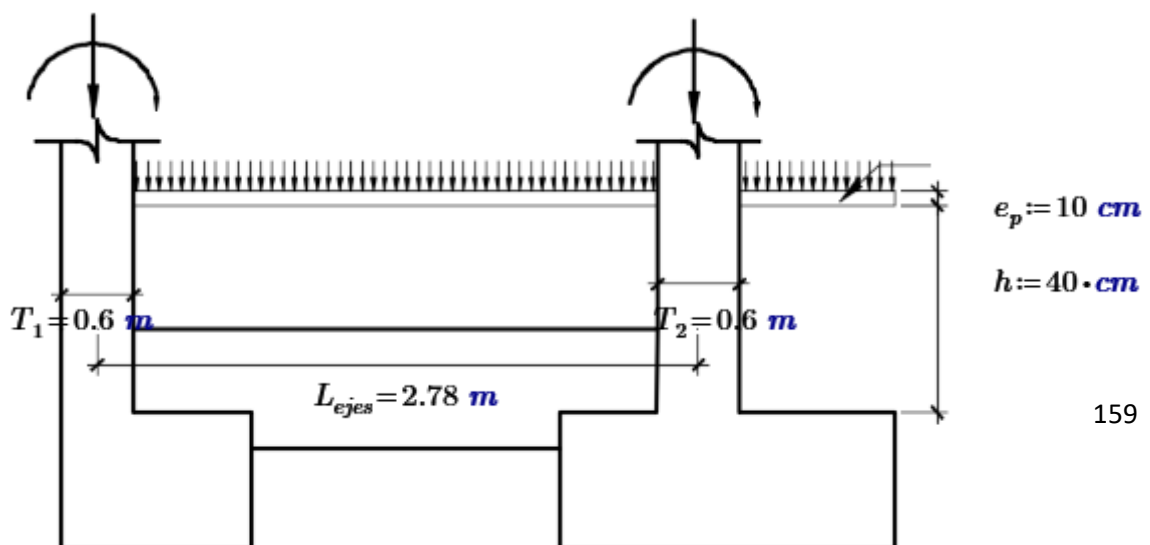
Luz libre entre columnas

$$L_v := 2.18 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{aplastamiento}} := 0.70$$

$$L_{\text{ejes}} := L_v + \frac{(T_1 + T_2)}{2}$$

$$L_{\text{ejes}} = 2.78 \text{ m}$$



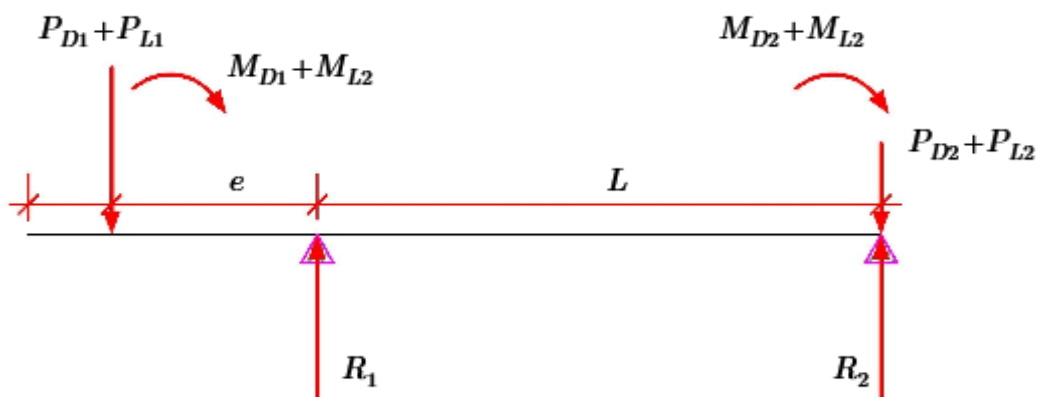
3.-PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS

A.-DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA Z1 (C1)

$$\sigma_n := \sigma_t \cdot 0.9 \qquad \sigma_n = 24.75 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$A_{z1} := 1.2 \cdot \frac{(P_{D1} + P_{L1})}{\sigma_n} \qquad A_{z1} = 1.549 \text{ m}^2$$

$$S := \sqrt[2]{A_{z1}} \quad S = 1.2 \text{ m} \qquad T := \sqrt[2]{A_{z1}} \quad T = 1.2 \text{ m}$$



REACCIÓN SIN SISMO EN Z1

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \qquad e = 0.3 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right) \qquad L = 2.458 \text{ m}$$

$$R_1 := (P_{D1} + P_{L1}) + \left((P_{D1} + P_{L1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M_{1D33} + M_{1L33} + M_{2D33} + M_{2L33})}{L}$$

$$R_1 = 36.267 \text{ tonnef}$$

Verificando presiones

$$\sigma_{max1} := R_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \qquad \sigma_{max1} = 24.59 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max1} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN SIN SISMO EN Z2

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \quad e = 0.3 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right)$$

$$L = 2.458 \text{ m}$$

$$R_2 := (P_{D2} + P_{L2}) - \frac{(P_{D1} + P_{D2}) \cdot e}{L} - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_2 = 61.156 \text{ tonnef}$$

$$A_{z2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{\sigma_n} \quad A_{z2} = 2.595 \text{ m}^2$$

Ingresar A' y B'

$$A' := 1.65 \text{ m} \quad B' := 1.6 \text{ m} \quad A := A' + \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad A = 1.8 \text{ m}$$

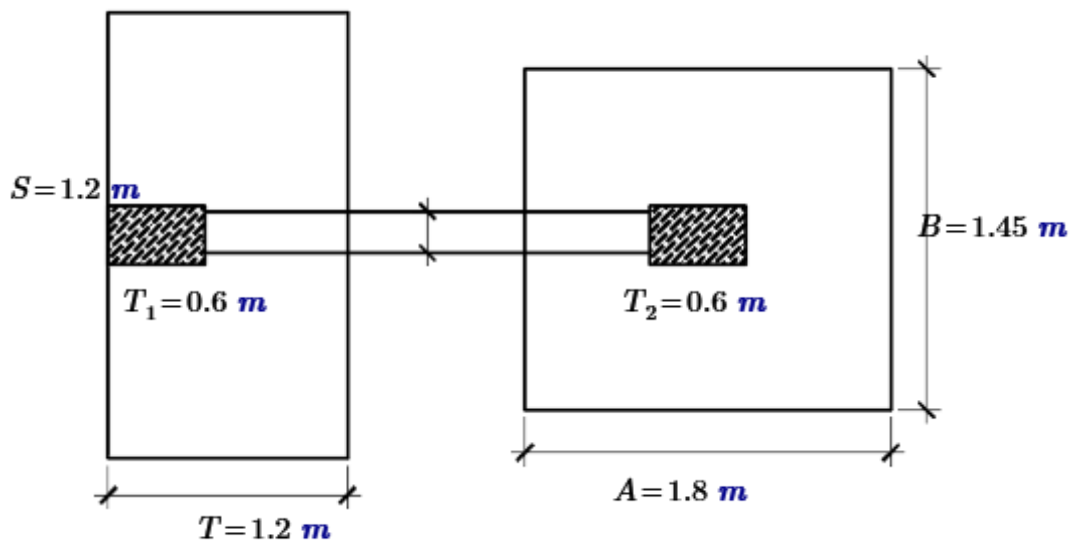
$$B := B' - \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad B = 1.45 \text{ m}$$

Verificando presiones

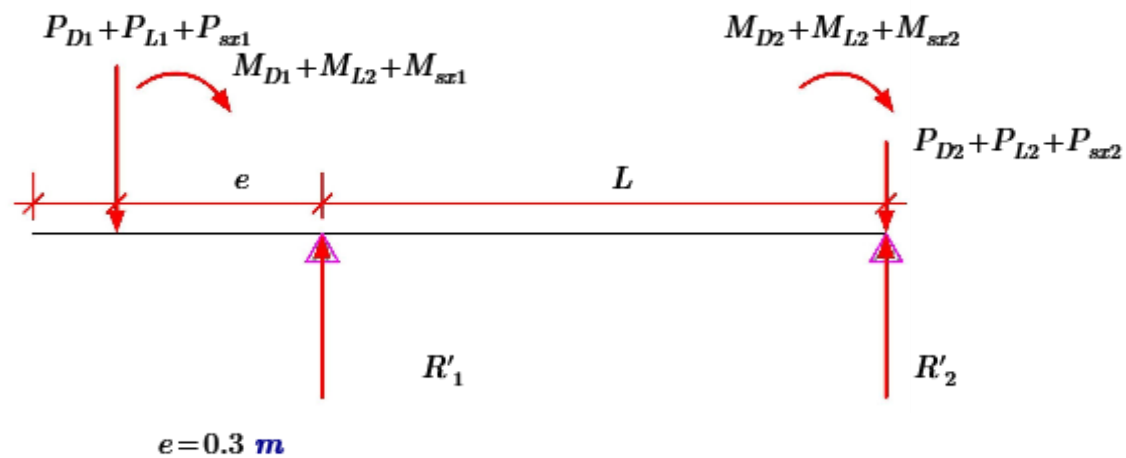
$$\sigma_{max2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma_{max2} = 24.603 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \begin{cases} \text{if } \sigma_{max2} < \sigma_t \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"no cumple"} \end{cases}$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$



REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z1



$$R'_1 := (P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L}$$

$$R'_1 = 50.342 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max1} := R'_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma'_{max1} = 34.133 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

condicion = "cumple"

REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z2

$$e = 0.3 \text{ m}$$

$$R'_2 := (P_{D2} + P_{L2} + P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L} \right)$$

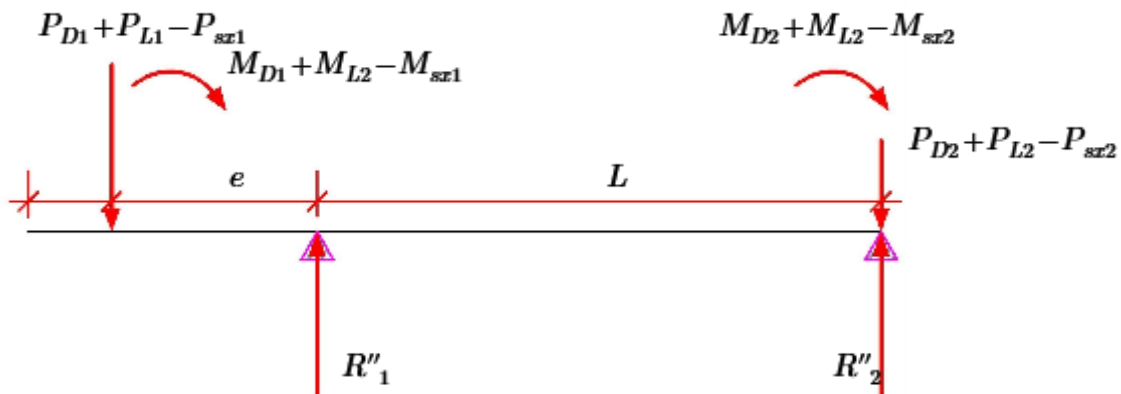
$$R'_2 = 82.288 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max2} := R'_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma'_{max2} = 33.104 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

condicion = "cumple"

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z1



$$e = 0.3 \text{ m}$$

$$R''_1 := (P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_1 = 22.192 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max1} := R''_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma''_{max1} = 15.047 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z2

$$e = 0.3 \text{ m}$$

$$R''_2 := (P_{D2} + P_{L2} - P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_2 = 55.098 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max2} := R''_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma''_{max2} = 22.166 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

DIMENSIONES FINALES DE LAS ZAPATAS

Z1: $S = 1.2 \text{ m}$
 $T = 1.2 \text{ m}$

Z2: $A = 1.8 \text{ m}$
 $B = 1.45 \text{ m}$

4.-ESFUERZO Y PERALTE DE LA ZAPATA

ZAPATA Z1

COMBO 1

$$comb1_{z1} := 1.4 \cdot P_{D1} + 1.7 \cdot P_{L1}$$

$$comb2_{z1} := 1.4 M1_{D33} + 1.7 \cdot M1_{L33}$$

$$comb1_{z1} = 46.036 \text{ tonnef}$$

$$comb2_{z1} = 0.033 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

ZAPATA Z2

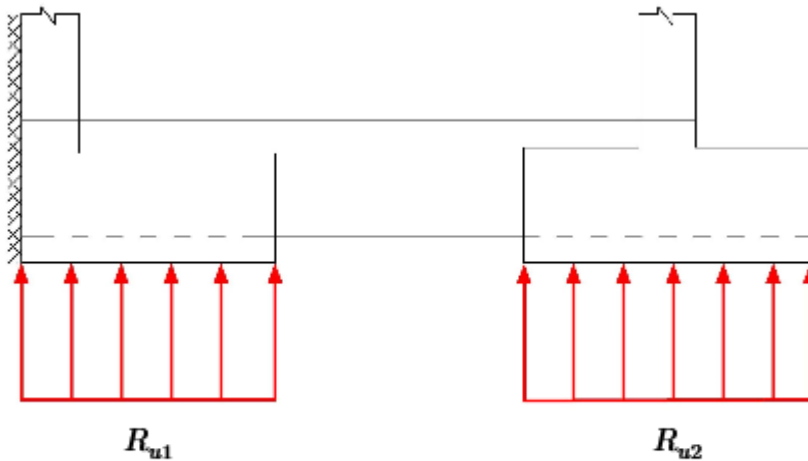
COMBO 2

$$comb1_{z2} := 1.4 \cdot P_{D2} + 1.7 \cdot P_{L2}$$

$$comb2_{z2} := 1.4 M2_{D33} + 1.7 \cdot M2_{L33}$$

$$comb1_{z2} = 105.567 \text{ tonnef}$$

$$comb2_{z2} = 0.457 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



$$R_{u1} := comb1_{z1} + \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$$

$$R_{u1} = 51.872 \text{ tonnef}$$

$$W_{u1} := \frac{R_{u1}}{(S \cdot T)}$$

$$W_{u1} = 33.496 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$R_{u2} := comb1_{z2} - \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$$

$$R_{u2} = 99.731 \text{ tonnef}$$

$$W_{u2} := \frac{R_{u2}}{(A \cdot B)}$$

$$W_{u2} = 38.211 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " H " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:

$$\phi := 0.85 \qquad \beta := 2 \qquad f'_{c1} := 210 \frac{\text{kgf}^2}{\text{cm}^4}$$

POR PUNZONAMIENTO Z1:

ingrese el peralte $d_1 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_1}{2} = 0.3 \ m$

$$b_0 := \left(\frac{d_1}{2} + T_1 \right) \cdot 2 + B_1 + d_1 \qquad b_0 = 2.7 \ m$$

$$A_0 := \left(T_1 + \frac{d_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{d_1}{2} \cdot 2 + B_1 \right) \qquad A_0 = 0.81 \ m^2$$

$$V_u := R_{u1} - W_{u1} \cdot A_0 \qquad V_u = 24.74 \ \text{tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \left\| \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \\ \text{else} \\ \left\| 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 211.519 \ \text{tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \left\| \text{"cumple"} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \text{"no cumple"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_1 = 0.6 \ m$ $H_1 := d_1 + 0.10 \cdot m$ $H_1 = 0.7 \ m$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v1} := \frac{(T - B_1)}{2} \quad L_{v1} = 0.47 \text{ m} \quad V_{du1} := W_{u1} \cdot S \cdot (L_{v1} - d_1) \quad V_{du1} = -5.327 \text{ tonnef}$$

$$V_{n1} := \frac{V_{du1}}{\phi} \quad V_{n1} = -6.266 \text{ tonnef}$$

$$\text{cond.corte} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot S \cdot d_1 > V_{n1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"conforme"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"aumentar peralte"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{cond.corte} = \text{"conforme"}$$

POR PUNZONAMIENTO Z2:

ingrese el peralte $d_2 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_2}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_{02} := 2 \cdot (d_2 + T_2) + 2 \cdot (d_2 + B_2) \quad b_{02} = 4.2 \text{ m}$$

$$V_u := B \cdot A \cdot W_{u2} - W_{u2} \cdot (d_2 + B_2) \cdot (T_2 + d_2) \quad V_u = 58.463 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 329.03 \text{ tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_2 = 0.6 \text{ m}$ $H_2 := d_2 + 0.10 \cdot m$ $H_2 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v2} := \frac{(B - B_2)}{2} \quad L_{v2} = 0.58 \text{ m} \quad V_{du2} := W_{u2} \cdot B \cdot (L_{v2} - d_2) \quad V_{du2} = -1.385 \text{ tonnef}$$

$$V_{n2} := \frac{V_{du2}}{\phi} \quad V_{n2} = -1.63 \text{ tonnef}$$

$$\text{cond.corte} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot L_{v2} \cdot d_2 > V_{n2} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"aumentar peralte"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{cond.corte} = \text{"conforme"}$$

5.-DISEÑO POR FLEXIÓN

ZAPATA Z1 LONGITUDINAL $\phi_d := 0.90$

$$l_v := S - T_1 \quad l_v = 0.6 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u1} \cdot T \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 8.655 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2} \right) \right)} \quad A_s = 4.24 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.802 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2} \right) \right)} \quad A_s = 3.842 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.726 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2} \right) \right)} \quad A_s = 3.84 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.726 \text{ cm}$$

$$A_{s11} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2} \right) \right)} \quad A_{s11} = 3.84 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s11} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.726 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1 \qquad A_{smin} = 13.44 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 13.44 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{11} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \qquad n_{11} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{11}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \qquad n_{11} = 7$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{11}))}{(n_{11} - 1)}$$

$$separacion = 18.628 \text{ cm}$$

$$\text{usar: } n_{11} = 7 \quad \text{varillas de } \Phi_{11} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8} \quad separacion = 0.186 \text{ m}$$

ZAPATA Z1 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(T - B_1)}{2} \quad l_v = 0.47 \text{ m} \qquad M_{u1} := W_{u1} \cdot S \cdot \frac{l_v^2}{2} \qquad M_{u1} = 4.647 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2}\right)\right)} \qquad A_s = 2.277 \text{ cm}^2 \qquad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.43 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2}\right)\right)} \qquad A_s = 2.057 \text{ cm}^2 \qquad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.389 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2}\right)\right)} \qquad A_s = 2.056 \text{ cm}^2 \qquad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.389 \text{ cm}$$

$$A_{s12} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2}\right)\right)} \quad A_{s12} = 2.056 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s12} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.389 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1 \quad A_{smin} = 13.44 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 13.44 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{12} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \quad n_{12} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{12}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{12} = 7$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{12}))}{(n_{12} - 1)}$$

$$separacion = 18.628 \text{ cm}$$

usar: $n_{12} = 7$ varillas de $\Phi_{12} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

ZAPATA Z2 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(B - B_2)}{2} \quad l_v = 0.58 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u2} \cdot A \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 11.37 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)} \quad A_s = 5.57 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.053 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)} \quad A_s = 5.058 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)} \quad 169$$

$$a_2 = 0.956 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.054 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.956 \text{ cm}$$

$$A_{s21} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s21} = 5.054 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s21} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.956 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot A \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 19.44 \text{ cm}^2$$

$$cond.A_s := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 19.44 \text{ cm}^2$$

ingrese el numero de varilla

$$\Phi_{21} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{21} := \frac{cond.A_s}{\left(\Phi_{21}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{21} = 10$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(A - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{21}))}{(n_{21} - 1)}$$

$$separacion = 18.524 \text{ cm}$$

usar: $n_{21} = 10$ varillas de $\Phi_{21} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.185 \text{ m}$

ZAPATA Z2 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(A - B_2)}{2} \quad l_v = 0.75 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u2} \cdot B \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 15.583 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 7.634 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.443 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 6.954 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 1.315 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 6.947 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 1.314 \text{ cm}$$

$$A_{s22} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s22} = 6.947 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s22} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 1.313 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot B \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 15.66 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 15.66 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{22} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{22} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{22}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)}$$

$$n_{22} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(B - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{22}))}{(n_{22} - 1)}$$

$$separacion = 18.579 \text{ cm}$$

usar: $n_{22} = 8$ varillas de $\Phi_{22} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

6.-DISEÑO DE VIGA DE CIMENTACIÓN

fuerza cortante

$$R_{u1} = 51.872 \text{ tonnef}$$

$$F_1 := R_{u1} - \text{comb1}_{z1}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 46.036 \text{ tonnef}$$

$$F_1 = 5.836 \text{ tonnef}$$

momento flector

$$\text{comb2}_{z1} = 0.033 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{brazo} := \frac{S}{2} - \frac{T_1}{2}$$

$$M_{vc} := \text{comb1}_{z1} \cdot \text{brazo} - \text{comb2}_{z1}$$

$$M_{vc} = 14.801 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{fvc} := \text{comb2}_{z1} + \text{comb1}_{z1} \cdot (L + \text{brazo}) - R_{u1} \cdot L - \text{comb2}_{z2}$$

$$M_{fvc} = 0.066 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$L_{vc} := L$$

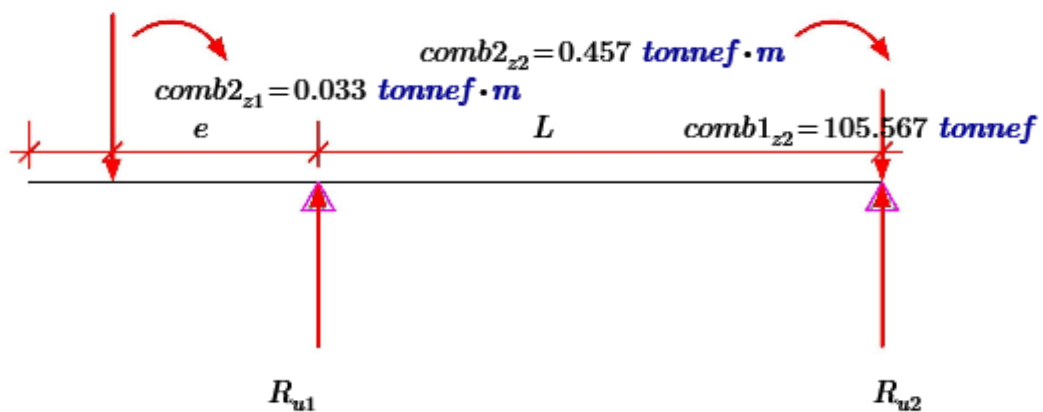
$$h := \frac{L_{vc}}{7}$$

$$h = 0.35 \text{ m}$$

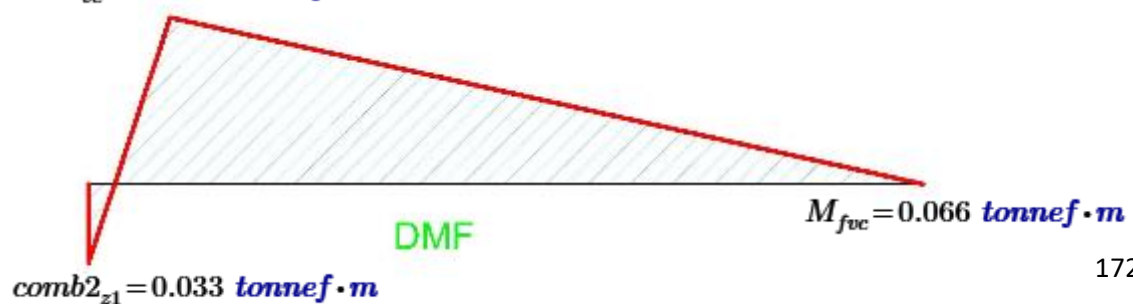
$$b_{vc} := B_1$$

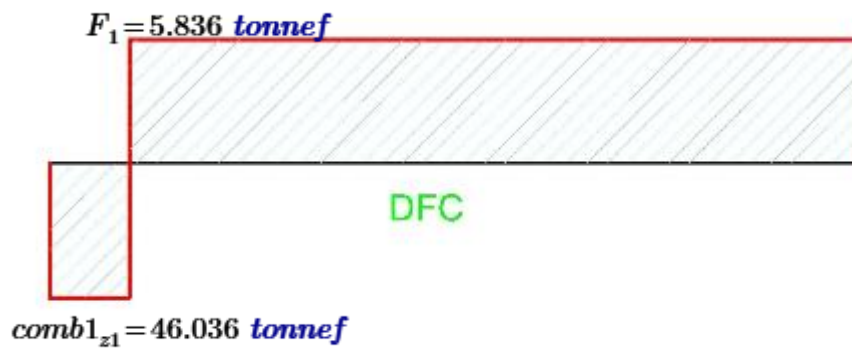
$$b_{vc} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 46.036 \text{ tonnef}$$



$$M_{vc} = 14.801 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$





DISEÑO POR FLEXIÓN

$$\phi_d := 0.90$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 15.593 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_1 = 12.23 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_1}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 15.664 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_2 = 12.286 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_2}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 15.682 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_3 = 12.3 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_3}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 15.686 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_4 = 12.303 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot b_{vc} \cdot h$$

$$A_{smin} = 1.896 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 15.686 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{vc} := \frac{3}{4} \cdot in$$

$$n_1 := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_1 = 6 \quad \text{superior}$$

$$n_2 := \frac{A_{smin}}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_2 = 1 \quad \text{inferior}$$

$$n_3 := n_1 + n_2 + 1$$

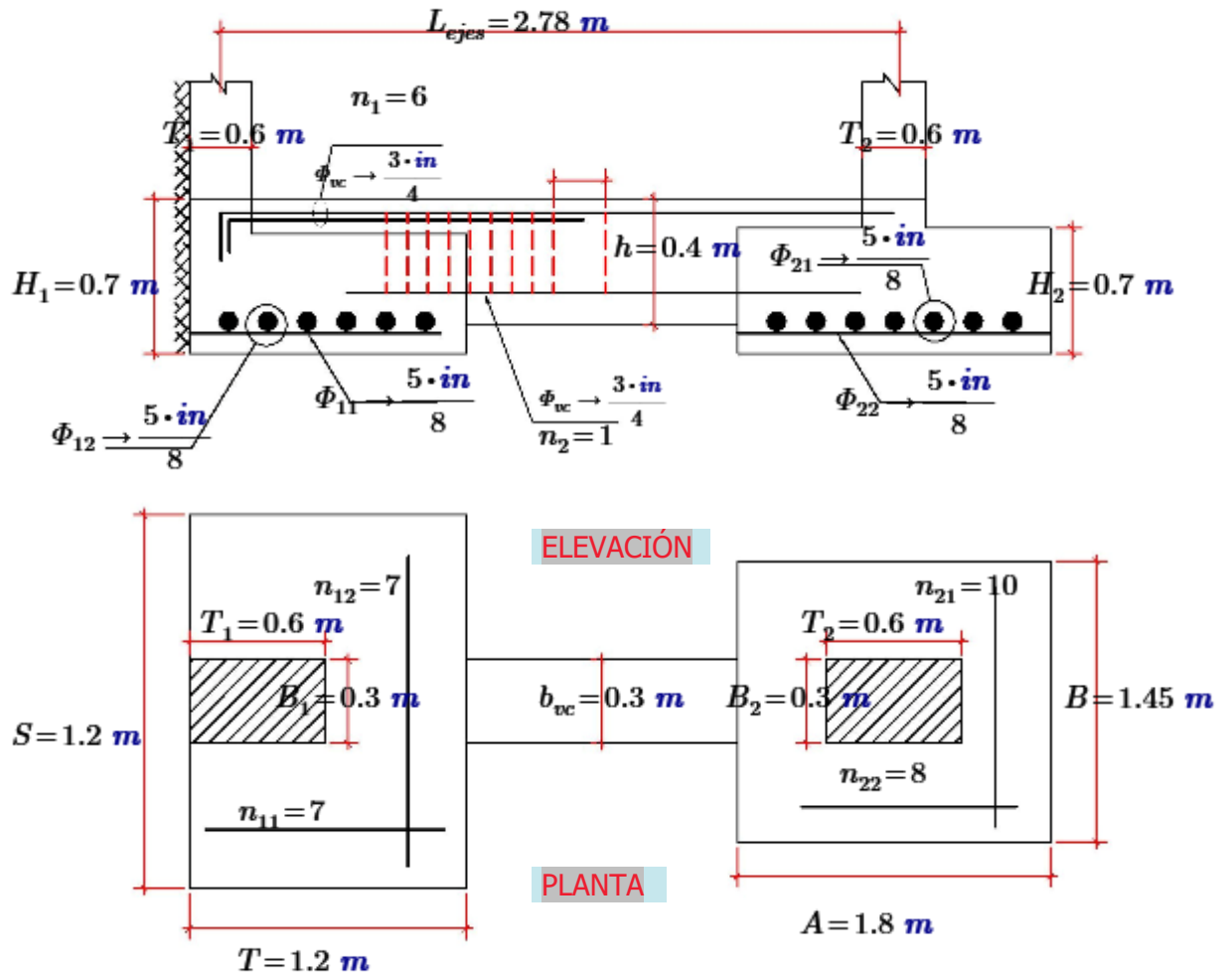
usar: $n_3 = 7$ varillas de $\Phi_{vc} \rightarrow \frac{3 \cdot in}{4}$

diseño por fuerza cortante

$$cond.corte_{vc} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{vc} \cdot h > F_1 \\ \quad \left\| \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"aumentar peralte"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte_{vc} = \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \text{"}$$

RESUMEN DEL DISEÑO DEL EJE 2 entre EJE B-C



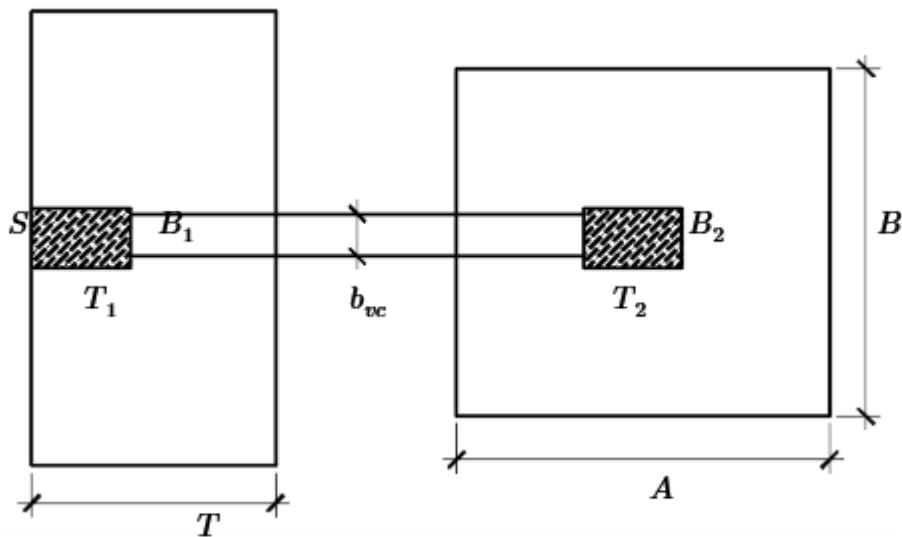
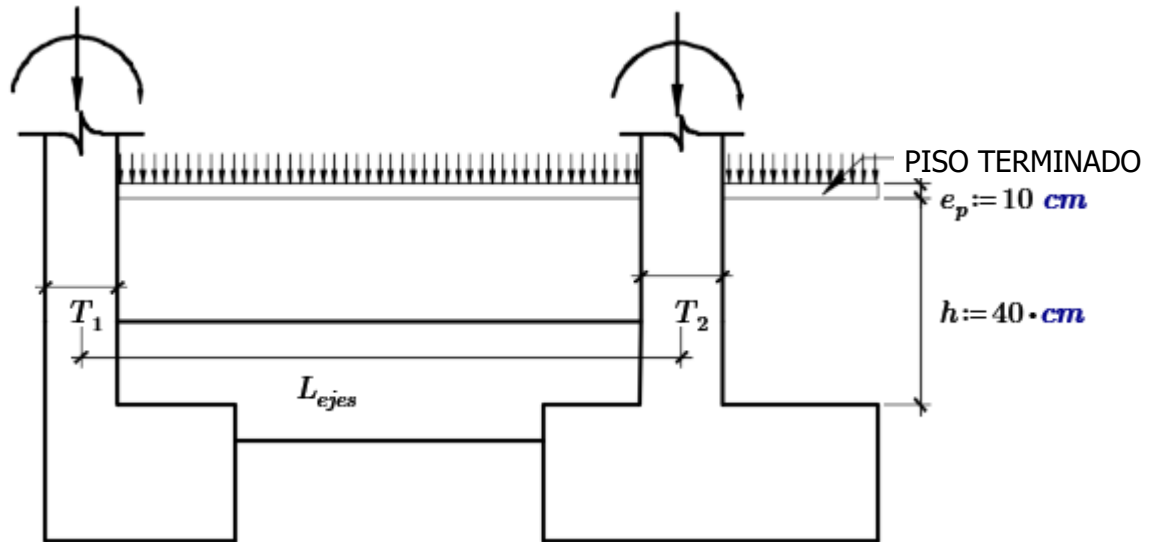


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE ZAPATAS CONECTADAS DE CONCRETO ARMADO

POR: JUAN CHUQUIMNAGO MARTINEZ



1.-DATOS DE LAS COLUMNAS (ingreso de datos)

COLUMNA EXTREMA

$$T_1 := 0.75 \text{ m}$$

$$B_1 := 0.30 \text{ m}$$

CARGAS ACTUANTES

$$P_{D1} := 52.14 \text{ tonnef}$$

$$P_{L1} := 6.41 \text{ tonnef}$$

COLUMNA INTERNA

$$T_2 := 0.75 \text{ m}$$

$$B_2 := 0.30 \text{ m}$$

CARGAS ACTUANTES

$$P_{D2} := 57.59 \text{ tonnef}$$

$$P_{L2} := 10.56 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION LONGITUDINAL

$$M1_{D22} := 0.02 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L22} := 0.041 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx22} := 0.49 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx33} := 12.70 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx1} := 8.49 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION LONGITUDINAL

$$M2_{D22} := 0.09 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L22} := 0.02 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx22} := 0.07 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx33} := 13.98 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx2} := 10.40 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION TRANSVERSAL

$$M1_{D33} := 0.18 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L33} := 0.008 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy22} := 0.97 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy33} := 0.91 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy1} := 13.21 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION TRANSVERSAL

$$M2_{D33} := 0.51 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L33} := 0.12 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy22} := 1.10 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy33} := 1.00 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy2} := 8.50 \text{ tonnef}$$

2.- DATOS GENERALES (ingreso de datos)

Concreto

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Suelo

$$\sigma_t := 2.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Acero

$$f'_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

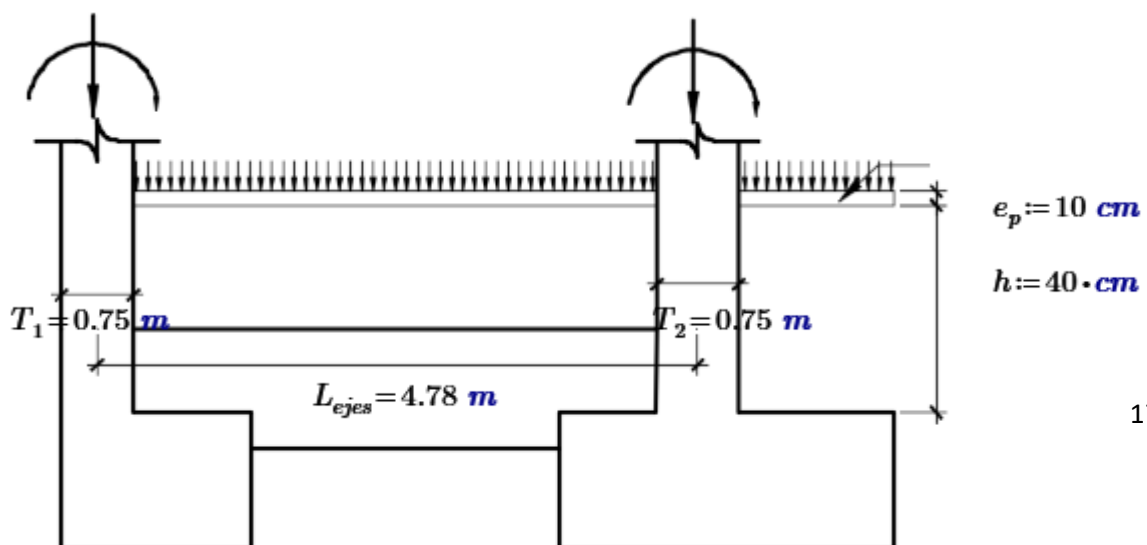
Luz libre entre columnas

$$L_v := 4.03 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{aplastamiento}} := 0.70$$

$$L_{\text{ejes}} := L_v + \frac{(T_1 + T_2)}{2}$$

$$L_{\text{ejes}} = 4.78 \text{ m}$$



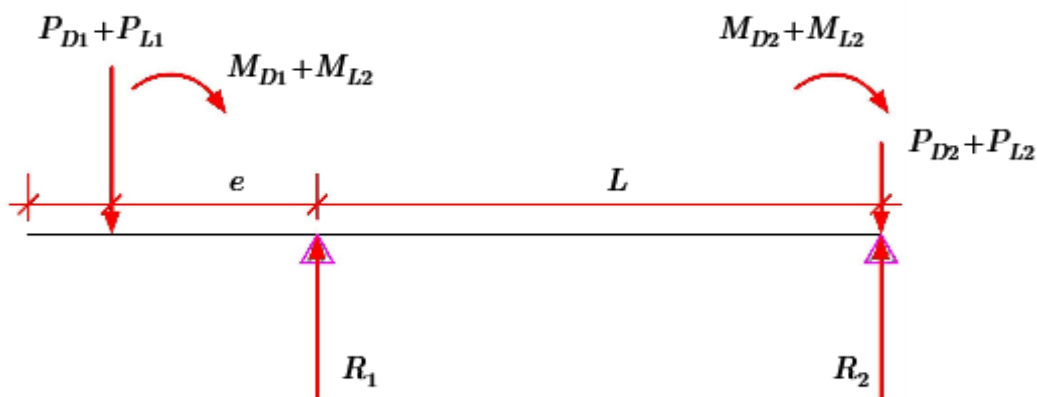
3.-PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS

A.-DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA Z1 (C1)

$$\sigma_n := \sigma_t \cdot 0.9 \qquad \sigma_n = 24.75 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$A_{z1} := 1.2 \cdot \frac{(P_{D1} + P_{L1})}{\sigma_n} \qquad A_{z1} = 2.839 \text{ m}^2$$

$$S := \sqrt[2]{A_{z1}} \qquad S = 1.7 \text{ m} \qquad T := \sqrt[2]{A_{z1}} \qquad T = 1.7 \text{ m}$$



REACCIÓN SIN SISMO EN Z1

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \qquad e = 0.5 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right) \qquad L = 4.313 \text{ m}$$

$$R_1 := (P_{D1} + P_{L1}) + \left((P_{D1} + P_{L1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M_{1D33} + M_{1L33} + M_{2D33} + M_{2L33})}{L}$$

$$R_1 = 65.086 \text{ tonnef}$$

Verificando presiones

$$\sigma_{max1} := R_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \qquad \sigma_{max1} = 24.074 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max1} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN SIN SISMO EN Z2

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \quad e = 0.5 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right)$$

$$L = 4.313 \text{ m}$$

$$R_2 := (P_{D2} + P_{L2}) - \frac{(P_{D1} + P_{D2}) \cdot e}{L} - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_2 = 56.067 \text{ tonnef}$$

$$A_{z2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{\sigma_n} \quad A_{z2} = 2.379 \text{ m}^2$$

Ingresar A' y B'

$$A' := 1.40 \text{ m}$$

$$B' := 1.65 \text{ m}$$

$$A := A' + \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad A = 1.625 \text{ m}$$

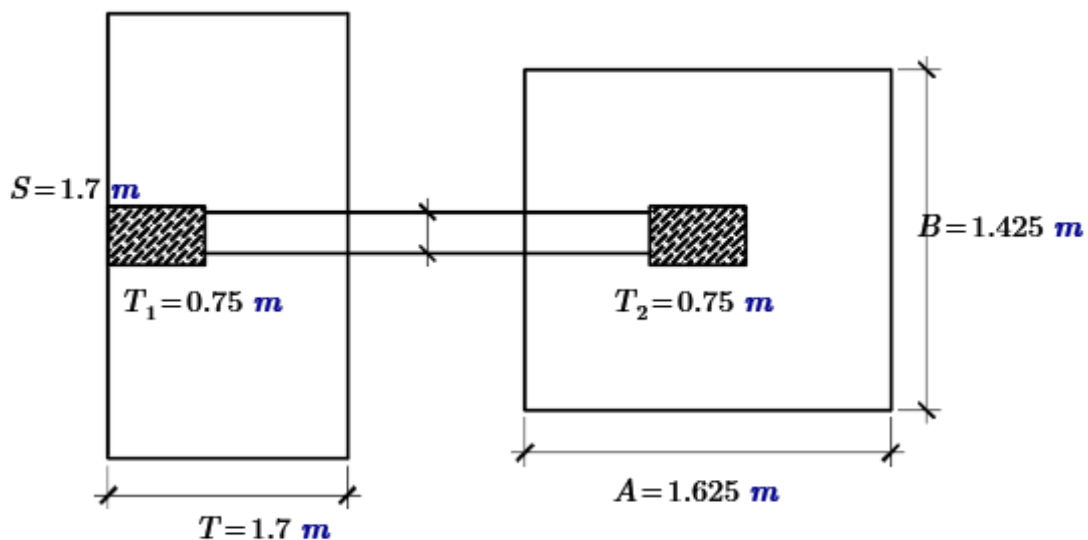
$$B := B' - \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad B = 1.425 \text{ m}$$

Verificando presiones

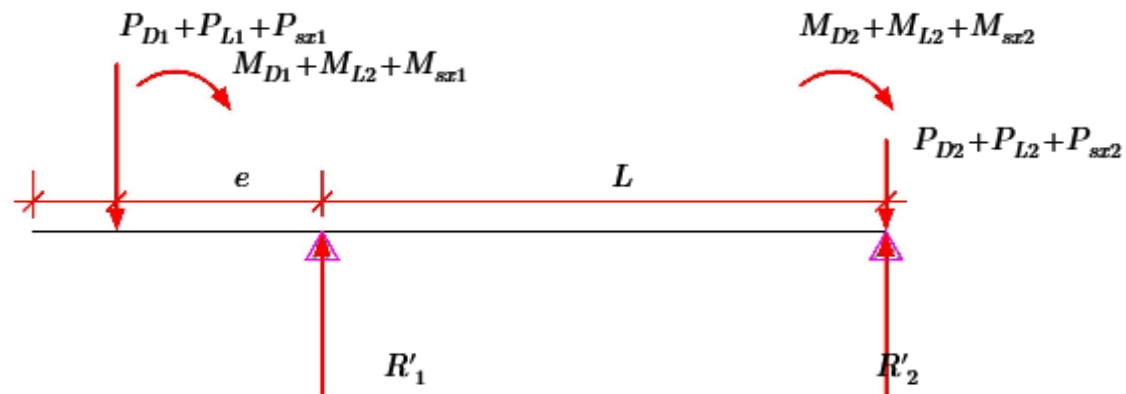
$$\sigma_{max2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma_{max2} = 25.423 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \begin{cases} \text{if } \sigma_{max2} < \sigma_t \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"no cumple"} \end{cases}$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$



REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z1



$$e = 0.5 \text{ m}$$

$$R'_1 := (P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L}$$

$$R'_1 = 71.551 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max1} := R'_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma'_{max1} = 26.465 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z2

$$e = 0.5 \text{ m}$$

$$R'_2 := (P_{D2} + P_{L2} + P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L} \right)$$

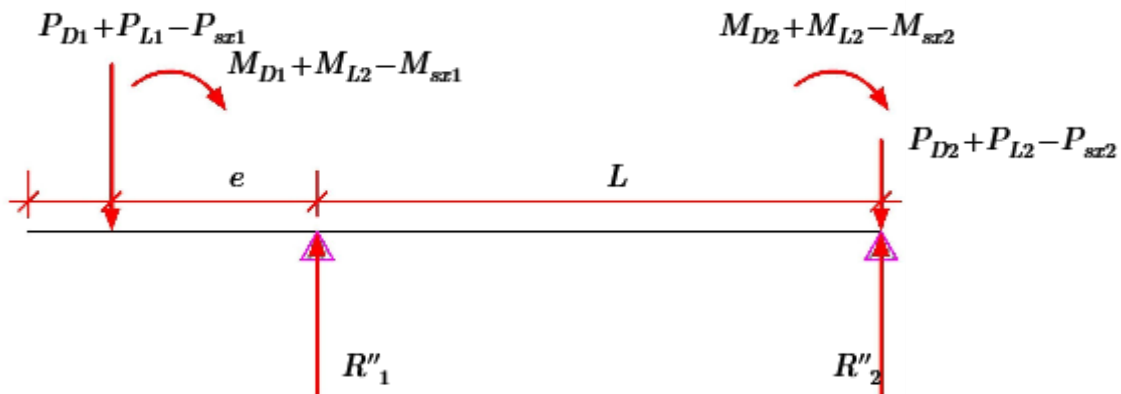
$$R'_2 = 74.039 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max2} := R'_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma'_{max2} = 33.572 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z1



$$e = 0.5 \text{ m}$$

$$R''_1 := (P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_1 = 58.621 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max1} := R''_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma''_{max1} = 21.682 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z2

$$e = 0.5 \text{ m}$$

$$R''_2 := (P_{D2} + P_{L2} - P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_2 = 49.189 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max2} := R''_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma''_{max2} = 22.305 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

DIMENSIONES FINALES DE LAS ZAPATAS

Z1: $S = 1.7 \text{ m}$

$T = 1.7 \text{ m}$

Z2: $A = 1.625 \text{ m}$

$B = 1.425 \text{ m}$

4.-ESFUERZO Y PERALTE DE LA ZAPATA

ZAPATA Z1

COMBO 1

$comb1_{z1} := 1.4 \cdot P_{D1} + 1.7 \cdot P_{L1}$

$comb2_{z1} := 1.4 M1_{D33} + 1.7 \cdot M1_{L33}$

$comb1_{z1} = 83.893 \text{ tonnef}$

$comb2_{z1} = 0.266 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

ZAPATA Z2

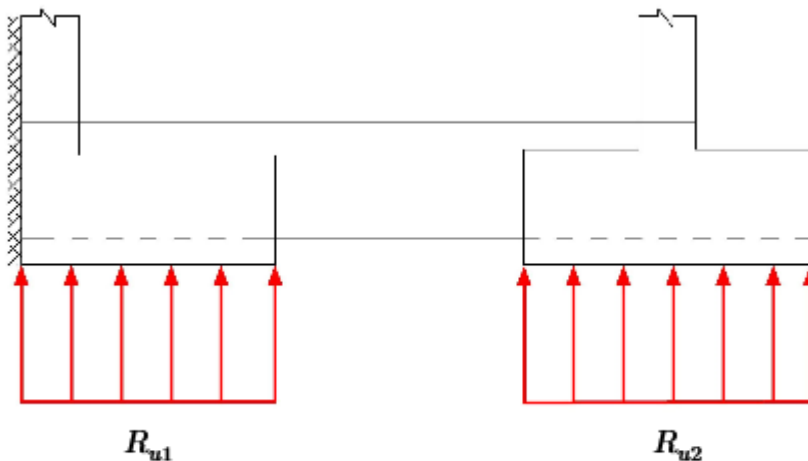
COMBO 2

$comb1_{z2} := 1.4 \cdot P_{D2} + 1.7 \cdot P_{L2}$

$comb2_{z2} := 1.4 M2_{D33} + 1.7 \cdot M2_{L33}$

$comb1_{z2} = 98.578 \text{ tonnef}$

$comb2_{z2} = 0.918 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$



$R_{u1} := comb1_{z1} + \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$

$R_{u1} = 92.712 \text{ tonnef}$

$W_{u1} := \frac{R_{u1}}{(S \cdot T)}$

$W_{u1} = 32.659 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$

$R_{u2} := comb1_{z2} - \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$

$R_{u2} = 89.759 \text{ tonnef}$

$W_{u2} := \frac{R_{u2}}{(A \cdot B)}$

$W_{u2} = 38.762 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " H " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:

$$\phi := 0.85 \qquad \beta := 2 \qquad f'_{c1} := 210 \frac{\text{kgf}^2}{\text{cm}^4}$$

POR PUNZONAMIENTO Z1:

ingrese el peralte $d_1 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_1}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_0 := \left(\frac{d_1}{2} + T_1 \right) \cdot 2 + B_1 + d_1 \qquad b_0 = 3 \text{ m}$$

$$A_0 := \left(T_1 + \frac{d_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{d_1}{2} \cdot 2 + B_1 \right) \qquad A_0 = 0.945 \text{ m}^2$$

$$V_u := R_{u1} - W_{u1} \cdot A_0 \qquad V_u = 61.849 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \left\| \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \\ \text{else} \\ \left\| 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 235.021 \text{ tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \left\| \text{"cumple"} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \text{"no cumple"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_1 = 0.6 \text{ m}$ $H_1 := d_1 + 0.10 \cdot m$ $H_1 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v1} := \frac{(T - B_1)}{2} \quad L_{v1} = 0.69 \text{ m} \quad V_{du1} := W_{u1} \cdot S \cdot (L_{v1} - d_1) \quad V_{du1} = 5.086 \text{ tonnef}$$

$$V_{n1} := \frac{V_{du1}}{\phi} \quad V_{n1} = 5.984 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot S \cdot d_1 > V_{n1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \text{"aumentar peralte"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte = \text{"conforme"}$$

POR PUNZONAMIENTO Z2:

ingrese el peralte $d_2 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_2}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_{02} := 2 \cdot (d_2 + T_2) + 2 \cdot (d_2 + B_2) \quad b_{02} = 4.5 \text{ m}$$

$$V_u := B \cdot A \cdot W_{u2} - W_{u2} \cdot (d_2 + B_2) \cdot (T_2 + d_2) \quad V_u = 42.663 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \\ \text{else} \\ 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 352.532 \text{ tonnef}$$

$$condicion_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$condicion_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_2 = 0.6 \text{ m}$ $H_2 := d_2 + 0.10 \cdot m$ $H_2 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v2} := \frac{(B - B_2)}{2} \quad L_{v2} = 0.56 \text{ m} \quad V_{du2} := W_{u2} \cdot B \cdot (L_{v2} - d_2) \quad V_{du2} = -2.071 \text{ tonnef}$$

$$V_{n2} := \frac{V_{du2}}{\phi} \quad V_{n2} = -2.437 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \begin{cases} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot L_{v2} \cdot d_2 > V_{n2} \\ \quad \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"aumentar peralte"} \end{cases}$$

$$cond.corte = \text{"conforme"}$$

5.-DISEÑO POR FLEXIÓN

ZAPATA Z1 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := S - T_1 \quad l_v = 0.9 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u1} \cdot T \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 24.046 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2} \right) \right)} \quad A_s = 11.78 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.645 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2} \right) \right)} \quad A_s = 10.75 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 1.501 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2} \right) \right)} \quad A_s = 10.737 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 1.499 \text{ cm}$$

$$A_{s11} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2} \right) \right)} \quad A_{s11} = 10.736 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s11} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 1.499 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1$$

$$A_{smin} = 18.197 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 18.197 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{11} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{11} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{11}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{11} = 9$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{11}))}{(n_{11} - 1)}$$

$$separacion = 18.539 \text{ cm}$$

usar: $n_{11} = 9$ varillas de $\Phi_{11} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.185 \text{ m}$

ZAPATA Z1 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(T - B_1)}{2} \quad l_v = 0.69 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u1} \cdot S \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 13.192 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2}\right)\right)} \quad A_s = 6.463 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.903 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2}\right)\right)} \quad A_s = 5.86 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.818 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2}\right)\right)} \quad A_s = 5.856 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.818 \text{ cm}$$

$$A_{s12} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2}\right)\right)} \quad A_{s12} = 5.856 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s12} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.818 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1 \quad A_{smin} = 18.197 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 18.197 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{12} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \quad n_{12} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{12}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{12} = 9$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{12}))}{(n_{12} - 1)}$$

$$separacion = 18.539 \text{ cm}$$

usar: $n_{12} = 9$ varillas de $\Phi_{12} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.185 \text{ m}$

ZAPATA Z2 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(B - B_2)}{2} \quad l_v = 0.56 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u2} \cdot A \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 9.965 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)} \quad A_s = 4.882 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.682 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)} \quad A_s = 4.419 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.617 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)} \quad A_s = 4.416 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.617 \text{ cm}$$

$$A_{s21} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)} \quad A_{s21} = 4.416 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s21} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.617 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot A \cdot d_2 \quad A_{smin} = 17.55 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 17.55 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{21} := \frac{5}{8} \cdot in$$

$$n_{21} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{21}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{21} = 9$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(A - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{21}))}{(n_{21} - 1)}$$

$$separacion = 18.548 \text{ cm}$$

usar: $n_{21} = 9$ varillas de $\Phi_{21} \rightarrow \frac{5 \cdot in}{8}$ $separacion = 0.185 \text{ m}$

ZAPATA Z2 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(A - B_2)}{2} \quad l_v = 0.66 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u2} \cdot B \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 12.122 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)} \quad A_s = 5.939 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.829 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)} \quad A_s = 5.382 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.752 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)} \quad A_s = 5.378 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.751 \text{ cm}$$

$$A_{s22} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)} \quad A_{s22} = 5.378 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s22} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.751 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot B \cdot d_2 \quad A_{smin} = 15.39 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 15.39 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{22} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \quad n_{22} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{22}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{22} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(B - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{22}))}{(n_{22} - 1)}$$

$$separacion = 18.584 \text{ cm}$$

usar: $n_{22} = 8$ varillas de $\Phi_{22} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

6.-DISEÑO DE VIGA DE CIMENTACIÓN

fuerza cortante

$$R_{u1} = 92.712 \text{ tonnef}$$

$$F_1 := R_{u1} - \text{comb1}_{z1}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 83.893 \text{ tonnef}$$

$$F_1 = 8.819 \text{ tonnef}$$

momento flector

$$\text{comb2}_{z1} = 0.266 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{brazo} := \frac{S}{2} - \frac{T_1}{2}$$

$$M_{vc} := \text{comb1}_{z1} \cdot \text{brazo} - \text{comb2}_{z1}$$

$$M_{vc} = 38.949 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{fvc} := \text{comb2}_{z1} + \text{comb1}_{z1} \cdot (L + \text{brazo}) - R_{u1} \cdot L - \text{comb2}_{z2}$$

$$M_{fvc} = 0.531 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$L_{vc} := L$$

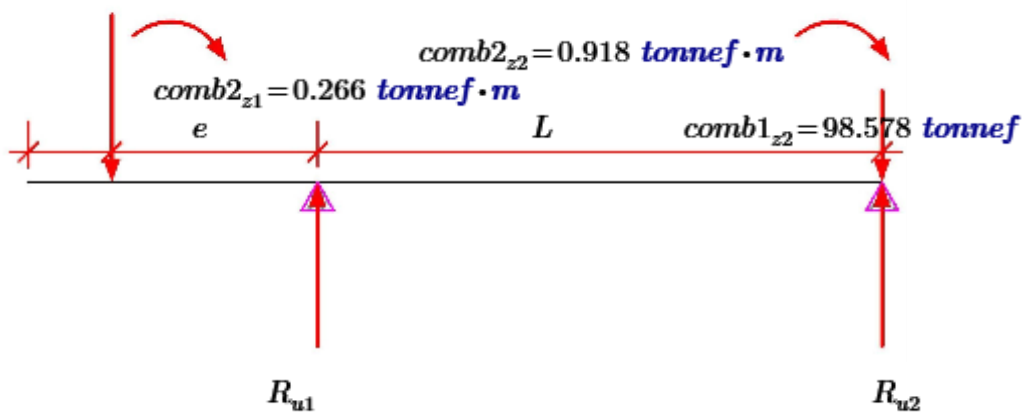
$$h := \frac{L_{vc}}{7}$$

$$h = 0.6 \text{ m}$$

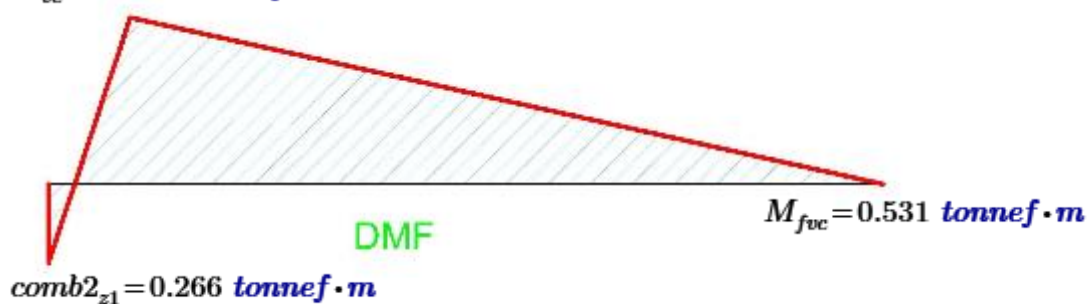
$$b_{vc} := B_1$$

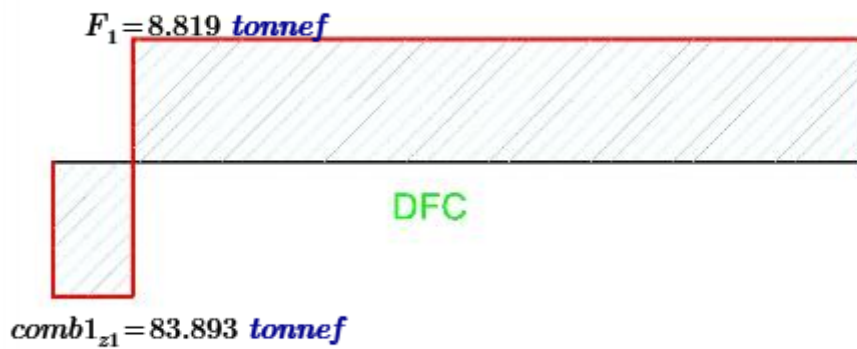
$$b_{vc} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 83.893 \text{ tonnef}$$



$$M_{vc} = 38.949 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$





DISEÑO POR FLEXIÓN

$$\phi_d := 0.90$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 19.966 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_1 = 15.659 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_1}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 20.7 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_2 = 16.235 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_2}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 20.82 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_3 = 16.329 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_3}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 20.84 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_4 = 16.345 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot b_{vc} \cdot h$$

$$A_{smin} = 3.327 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 20.84 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{vc} := \frac{3}{4} \cdot in$$

$$n_1 := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_1 = 7 \quad \text{superior}$$

$$n_2 := \frac{A_{smin}}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_2 = 1 \quad \text{inferior}$$

$$n_3 := n_1 + n_2 + 1$$

usar: $n_3 = 9$ varillas de $\Phi_{vc} \rightarrow \frac{3 \cdot in}{4}$

diseño por fuerza cortante

$$cond.corte_{vc} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{vc} \cdot h > F_1 \\ \quad \left\| \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"aumentar peralte"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte_{vc} = \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \text{"}$$

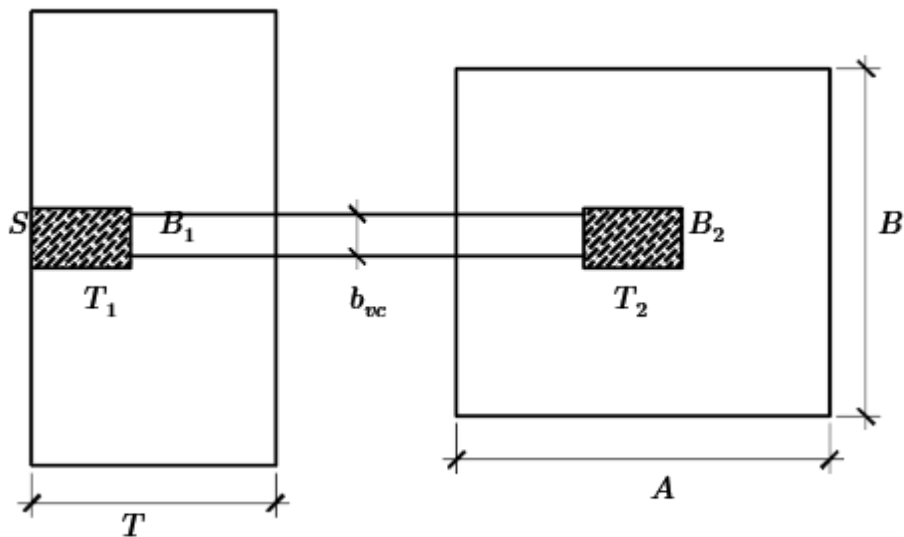
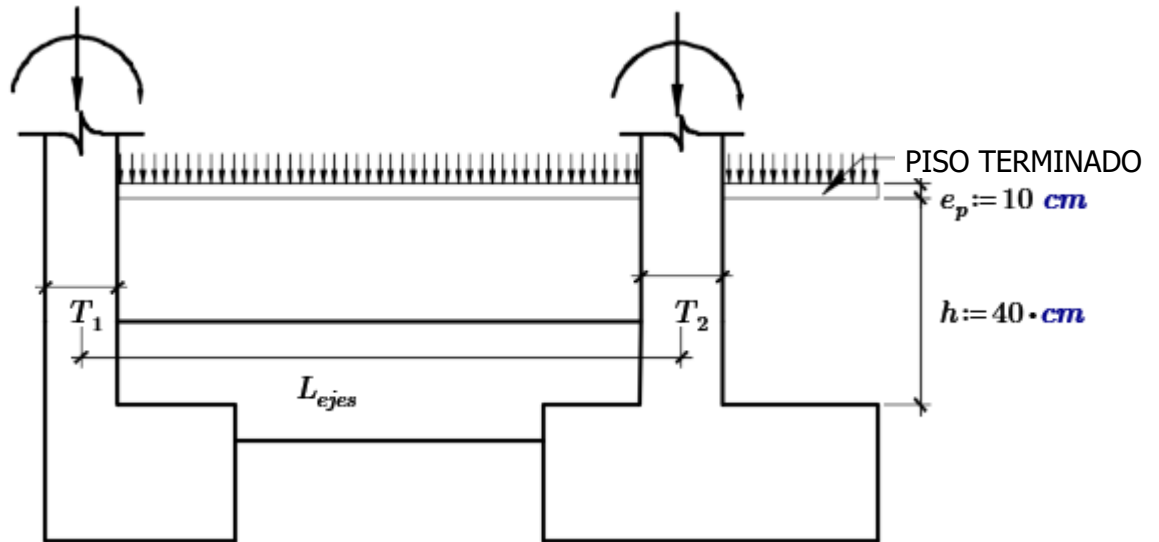


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE ZAPATAS CONECTADAS DE CONCRETO ARMADO

POR: JUAN CHUQUIMNAGO MARTINEZ



1.-DATOS DE LAS COLUMNAS (ingreso de datos)

COLUMNA EXTREMA

$$T_1 := 0.75 \text{ m}$$

$$B_1 := 0.30 \text{ m}$$

CARGAS ACTUANTES

$$P_{D1} := 39.43 \text{ tonnef}$$

$$P_{L1} := 6.31 \text{ tonnef}$$

COLUMNA INTERNA

$$T_2 := 0.75 \text{ m}$$

$$B_2 := 0.30 \text{ m}$$

CARGAS ACTUANTES

$$P_{D2} := 57.59 \text{ tonnef}$$

$$P_{L2} := 10.56 \text{ tonnef}$$

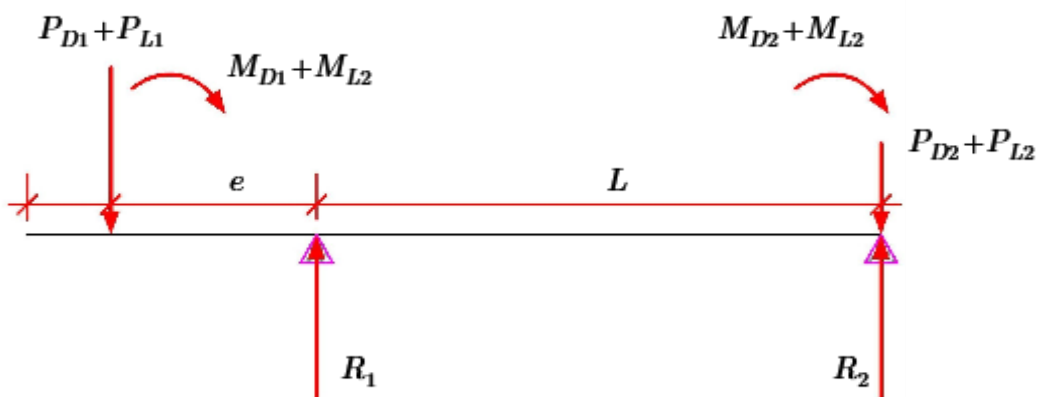
3.-PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS

A.-DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA Z1 (C1)

$$\sigma_n := \sigma_t \cdot 0.9 \qquad \sigma_n = 24.75 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$A_{z1} := 1.2 \cdot \frac{(P_{D1} + P_{L1})}{\sigma_n} \qquad A_{z1} = 2.218 \text{ m}^2$$

$$S := \sqrt[2]{A_{z1}} \quad S = 1.5 \text{ m} \qquad T := \sqrt[2]{A_{z1}} \quad T = 1.5 \text{ m}$$



REACCIÓN SIN SISMO EN Z1

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \qquad e = 0.4 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right) \qquad L = 2.56 \text{ m}$$

$$R_1 := (P_{D1} + P_{L1}) + \left((P_{D1} + P_{L1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_1 = 52.772 \text{ tonnef}$$

Verificando presiones

$$\sigma_{max1} := R_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \qquad \sigma_{max1} = 24.986 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max1} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN SIN SISMO EN Z2

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \quad e = 0.4 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right)$$

$$L = 2.56 \text{ m}$$

$$R_2 := (P_{D2} + P_{L2}) - \frac{(P_{D1} + P_{D2}) \cdot e}{L} - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_2 = 53.715 \text{ tonnef}$$

$$A_{z2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{\sigma_n} \quad A_{z2} = 2.279 \text{ m}^2$$

Ingresar A' y B'

$$A' := 1.45 \text{ m}$$

$$B' := 1.70 \text{ m}$$

$$A := A' + \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad A = 1.675 \text{ m}$$

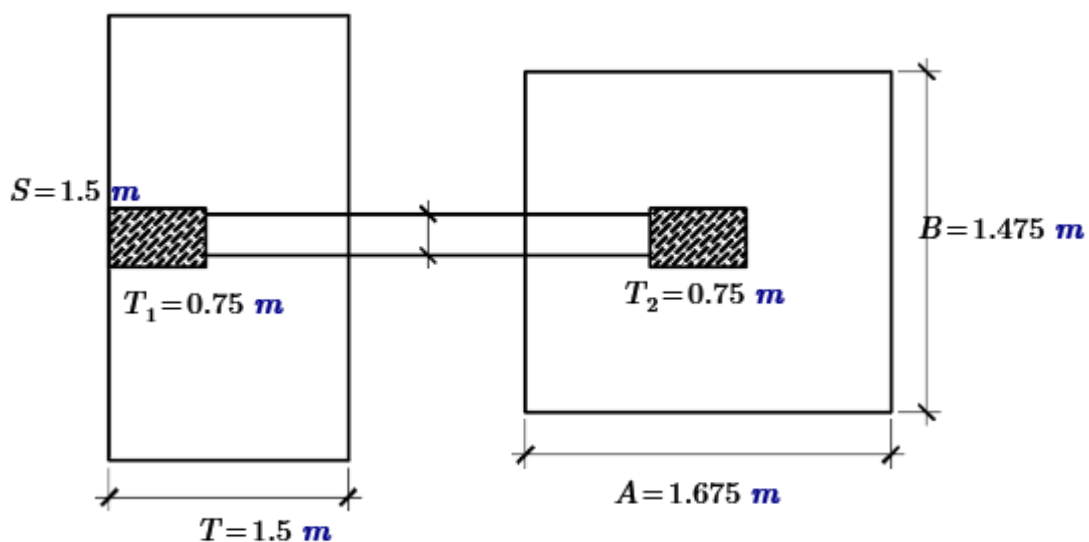
$$B := B' - \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad B = 1.475 \text{ m}$$

Verificando presiones

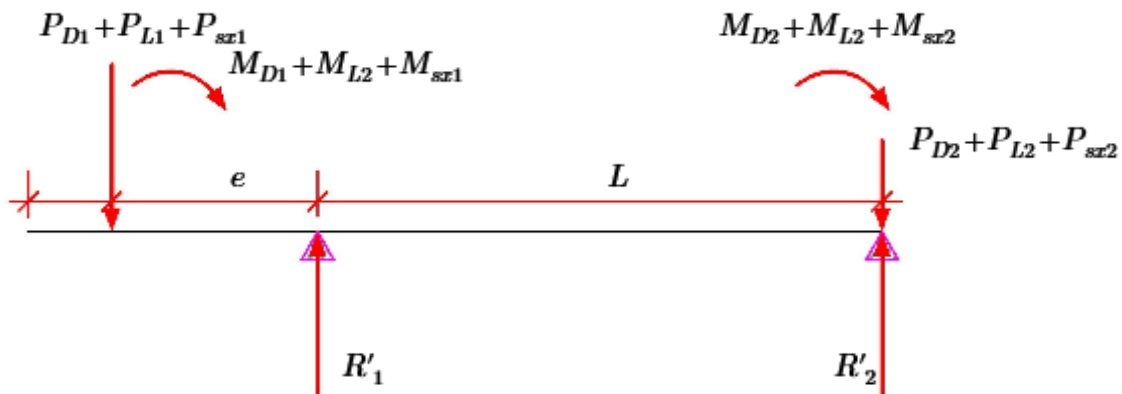
$$\sigma_{max2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma_{max2} = 22.829 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \begin{cases} \text{if } \sigma_{max2} < \sigma_t \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"no cumple"} \end{cases}$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$



REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z1



$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R'_1 := (P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L}$$

$$R'_1 = 73.843 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max1} := R'_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma'_{max1} = 34.962 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z2

$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R'_2 := (P_{D2} + P_{L2} + P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L} \right)$$

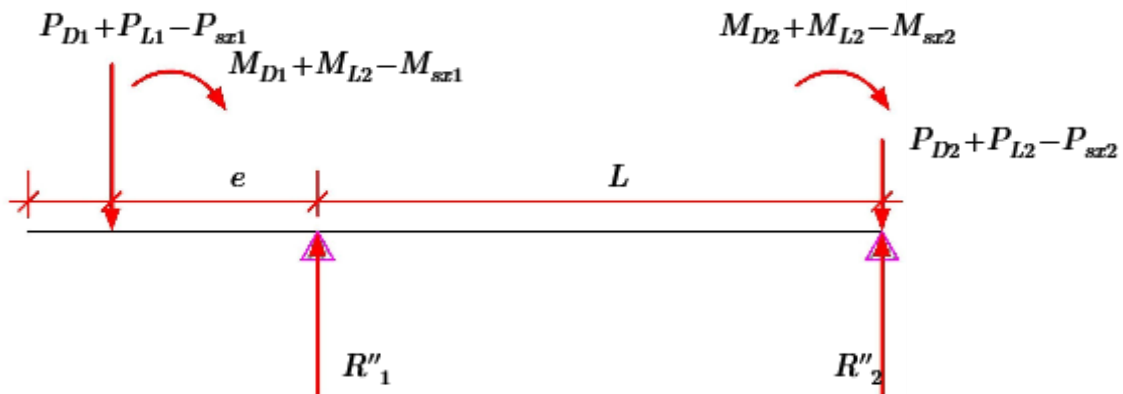
$$R'_2 = 73.317 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max2} := R'_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma'_{max2} = 31.159 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z1



$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R''_1 := (P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_1 = 31.702 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max1} := R''_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma''_{max1} = 15.01 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z2

$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R''_2 := (P_{D2} + P_{L2} - P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_2 = 48.918 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max2} := R''_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma''_{max2} = 20.79 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

DIMENSIONES FINALES DE LAS ZAPATAS

Z1: $S = 1.5 \text{ m}$

$T = 1.5 \text{ m}$

Z2: $A = 1.675 \text{ m}$

$B = 1.475 \text{ m}$

4.-ESFUERZO Y PERALTE DE LA ZAPATA

ZAPATA Z1

COMBO 1

$comb1_{z1} := 1.4 \cdot P_{D1} + 1.7 \cdot P_{L1}$

$comb2_{z1} := 1.4 M1_{D33} + 1.7 \cdot M1_{L33}$

$comb1_{z1} = 65.929 \text{ tonnef}$

$comb2_{z1} = 0.688 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

ZAPATA Z2

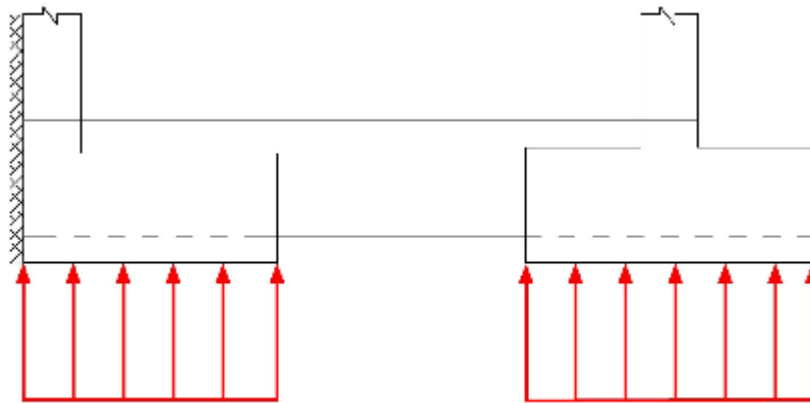
COMBO 2

$comb1_{z2} := 1.4 \cdot P_{D2} + 1.7 \cdot P_{L2}$

$comb2_{z2} := 1.4 M2_{D33} + 1.7 \cdot M2_{L33}$

$comb1_{z2} = 98.578 \text{ tonnef}$

$comb2_{z2} = 0.918 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$



R_{u1}

R_{u2}

$R_{u1} := comb1_{z1} + \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$

$R_{u2} := comb1_{z2} - \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$

$R_{u1} = 74.819 \text{ tonnef}$

$R_{u2} = 89.688 \text{ tonnef}$

$W_{u1} := \frac{R_{u1}}{(S \cdot T)}$

$W_{u2} := \frac{R_{u2}}{(A \cdot B)}$

$W_{u1} = 33.737 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$

$W_{u2} = 36.302 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " H " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:

$$\phi := 0.85 \qquad \beta := 2 \qquad f'_{c1} := 210 \frac{\text{kgf}^2}{\text{cm}^4}$$

POR PUNZONAMIENTO Z1:

ingrese el peralte $d_1 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_1}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_0 := \left(\frac{d_1}{2} + T_1 \right) \cdot 2 + B_1 + d_1 \qquad b_0 = 3 \text{ m}$$

$$A_0 := \left(T_1 + \frac{d_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{d_1}{2} \cdot 2 + B_1 \right) \qquad A_0 = 0.945 \text{ m}^2$$

$$V_u := R_{u1} - W_{u1} \cdot A_0 \qquad V_u = 42.937 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \left\| \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \\ \text{else} \\ \left\| 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 235.021 \text{ tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \left\| \text{"cumple"} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \text{"no cumple"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_1 = 0.6 \text{ m}$ $H_1 := d_1 + 0.10 \cdot m$ $H_1 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v1} := \frac{(T - B_1)}{2} \quad L_{v1} = 0.59 \text{ m} \quad V_{du1} := W_{u1} \cdot S \cdot (L_{v1} - d_1) \quad V_{du1} = -0.271 \text{ tonnef}$$

$$V_{n1} := \frac{V_{du1}}{\phi} \quad V_{n1} = -0.319 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot S \cdot d_1 > V_{n1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \text{"aumentar peralte"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte = \text{"conforme"}$$

POR PUNZONAMIENTO Z2:

ingrese el peralte $d_2 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_2}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_{02} := 2 \cdot (d_2 + T_2) + 2 \cdot (d_2 + B_2) \quad b_{02} = 4.5 \text{ m}$$

$$V_u := B \cdot A \cdot W_{u2} - W_{u2} \cdot (d_2 + B_2) \cdot (T_2 + d_2) \quad V_u = 45.582 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \\ \text{else} \\ 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 352.532 \text{ tonnef}$$

$$condicion_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$condicion_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_2 = 0.6 \text{ m} \quad H_2 := d_2 + 0.10 \cdot m \quad H_2 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v2} := \frac{(B - B_2)}{2} \quad L_{v2} = 0.59 \text{ m} \quad V_{du2} := W_{u2} \cdot B \cdot (L_{v2} - d_2) \quad V_{du2} = -0.669 \text{ tonnef}$$

$$V_{n2} := \frac{V_{du2}}{\phi} \quad V_{n2} = -0.787 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \begin{cases} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot L_{v2} \cdot d_2 > V_{n2} \\ \quad \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"aumentar peralte"} \end{cases}$$

$$cond.corte = \text{"conforme"}$$

5.-DISEÑO POR FLEXIÓN

ZAPATA Z1 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := S - T_1 \quad l_v = 0.7 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u1} \cdot T \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 13.726 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2} \right) \right)} \quad A_s = 6.724 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.062 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2} \right) \right)} \quad A_s = 6.106 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.965 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2} \right) \right)} \quad A_s = 6.101 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.964 \text{ cm}$$

$$A_{s11} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2} \right) \right)} \quad A_{s11} = 6.101 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s11} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)} \quad 203$$

$$a_4 = 0.964 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1 \qquad A_{smin} = 16.083 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 16.083 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{11} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \qquad n_{11} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{11}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)} \qquad n_{11} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{11}))}{(n_{11} - 1)}$$

$$separacion = 18.571 \text{ cm}$$

$$\text{usar: } \quad n_{11} = 8 \quad \text{varillas de } \quad \Phi_{11} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8} \quad separacion = 0.186 \text{ m}$$

ZAPATA Z1 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(T - B_1)}{2} \quad l_v = 0.59 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u1} \cdot S \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 8.881 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 4.351 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.687 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 3.938 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.622 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 3.936 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)} \quad 204$$

$$a_3 = 0.622 \text{ cm}$$

$$A_{s12} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s12} = 3.936 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s12} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.622 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1$$

$$A_{smin} = 16.083 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 16.083 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{12} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{12} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{12}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{12} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{12}))}{(n_{12} - 1)}$$

$$separacion = 18.571 \text{ cm}$$

usar: $n_{12} = 8$ varillas de $\Phi_{12} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

ZAPATA Z2 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(B - B_2)}{2} \quad l_v = 0.59 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u2} \cdot A \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 10.494 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.141 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.812 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 4.658 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)} \quad 205$$

$$a_2 = 0.736 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 4.655 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.736 \text{ cm}$$

$$A_{s21} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s21} = 4.655 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s21} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.736 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot A \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 18.09 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 18.09 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{21} := \frac{5}{8} \cdot in$$

$$n_{21} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{21}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{21} = 9$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(A - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{21}))}{(n_{21} - 1)}$$

$$separacion = 18.541 \text{ cm}$$

usar: $n_{21} = 9$ varillas de $\Phi_{21} \rightarrow \frac{5 \cdot in}{8}$ $separacion = 0.185 \text{ m}$

ZAPATA Z2 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(A - B_2)}{2} \quad l_v = 0.69 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u2} \cdot B \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 12.654 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 6.199 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.98 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.625 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.889 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 5.621 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.888 \text{ cm}$$

$$A_{s22} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s22} = 5.621 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s22} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.888 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot B \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 15.93 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 15.93 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{22} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{22} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{22}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{22} = 8$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(B - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{22}))}{(n_{22} - 1)}$$

$$separacion = 18.574 \text{ cm}$$

$$\text{usar: } n_{22} = 8 \quad \text{varillas de } \Phi_{22} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8} \quad separacion = 0.186 \text{ m}$$

6.-DISEÑO DE VIGA DE CIMENTACIÓN

fuerza cortante

$$R_{u1} = 74.819 \text{ tonnef}$$

$$F_1 := R_{u1} - \text{comb1}_{z1}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 65.929 \text{ tonnef}$$

$$F_1 = 8.89 \text{ tonnef}$$

momento flector

$$\text{comb2}_{z1} = 0.688 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{brazo} := \frac{S}{2} - \frac{T_1}{2}$$

$$M_{vc} := \text{comb1}_{z1} \cdot \text{brazo} - \text{comb2}_{z1}$$

$$M_{vc} = 23.679 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{fvc} := \text{comb2}_{z1} + \text{comb1}_{z1} \cdot (L + \text{brazo}) - R_{u1} \cdot L - \text{comb2}_{z2}$$

$$M_{fvc} = 1.376 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$L_{vc} := L$$

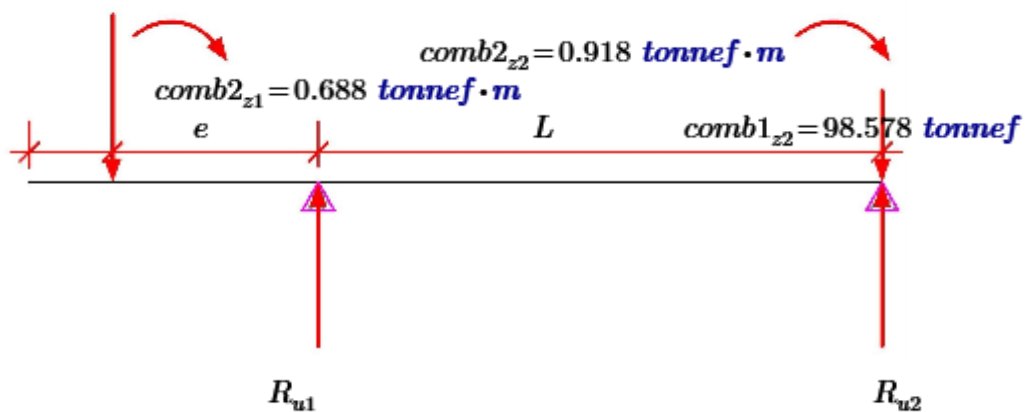
$$h := 0.60 \cdot \text{m}$$

$$h = 0.6 \text{ m}$$

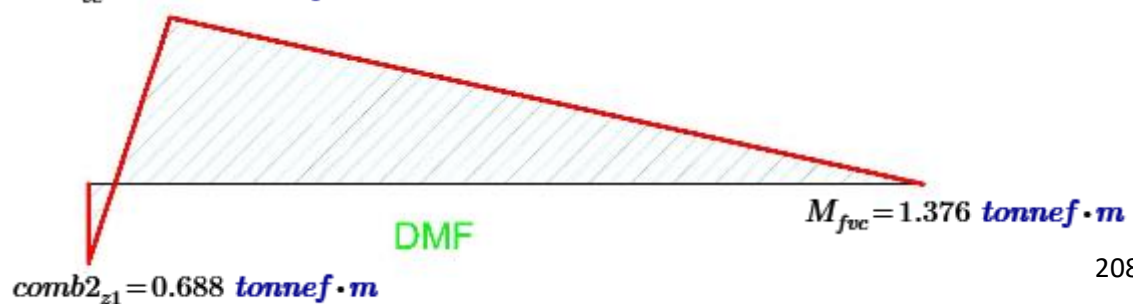
$$b_{vc} := B_1$$

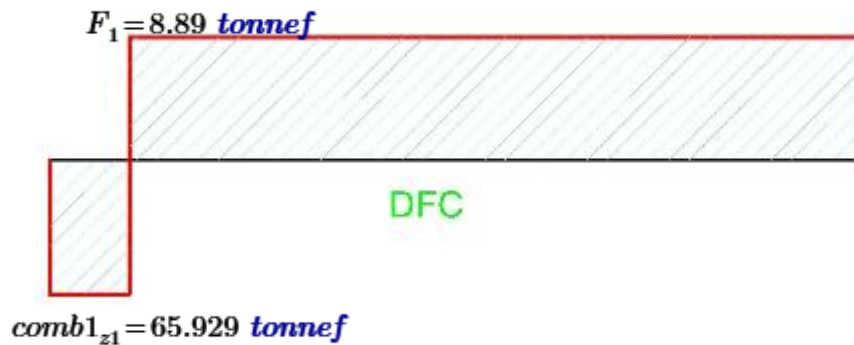
$$b_{vc} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 65.929 \text{ tonnef}$$



$$M_{vc} = 23.679 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$





DISEÑO POR FLEXIÓN

$$\phi_d := 0.90$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 12.529 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_1 = 9.826 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_1}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 12.262 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_2 = 9.617 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_2}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 12.237 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_3 = 9.598 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot \text{m}) - \frac{a_3}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 12.235 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_4 = 9.596 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot b_{vc} \cdot h$$

$$A_{smin} = 3.24 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 12.235 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{vc} := \frac{5}{8} \cdot in$$

$$n_1 := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_1 = 6 \quad \text{superior}$$

$$n_2 := \frac{A_{smin}}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_2 = 2 \quad \text{inferior}$$

$$n_3 := n_1 + n_2$$

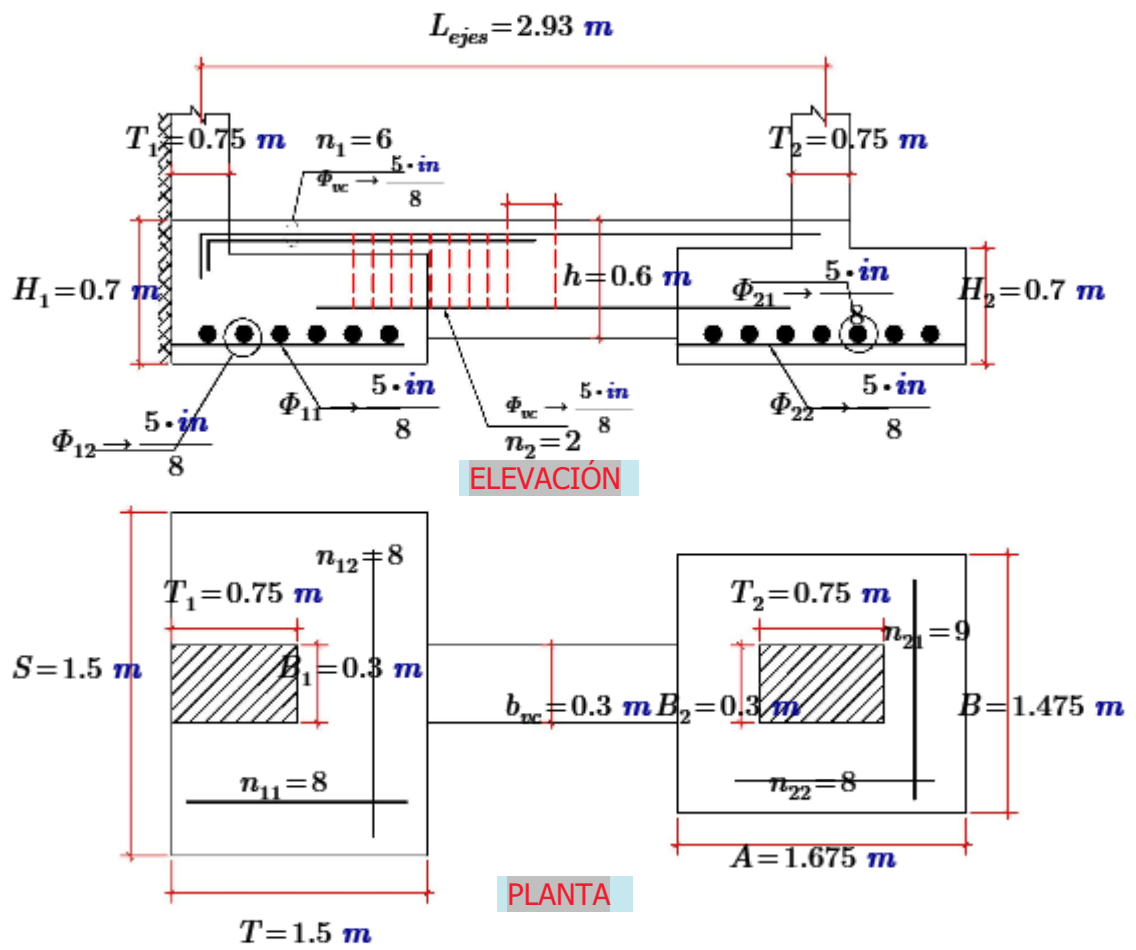
usar: $n_3 = 8$ varillas de $\Phi_{vc} \rightarrow \frac{5 \cdot in}{8}$

diseño por fuerza cortante

$$cond.corte_{vc} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{vc} \cdot h > F_1 \\ \quad \left\| \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"aumentar peralte"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte_{vc} = \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \text{"}$$

RESUMEN DEL DISEÑO DEL EJE 3 entre EJE B-C



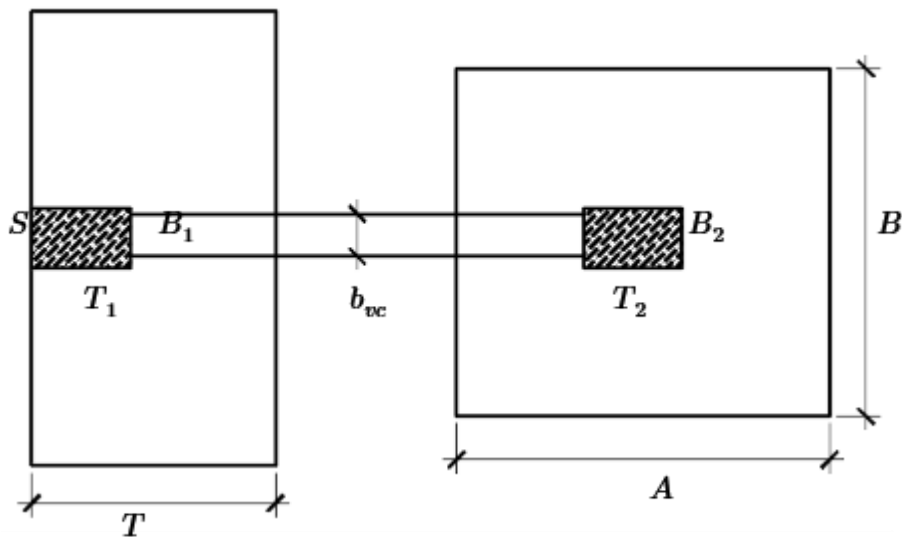
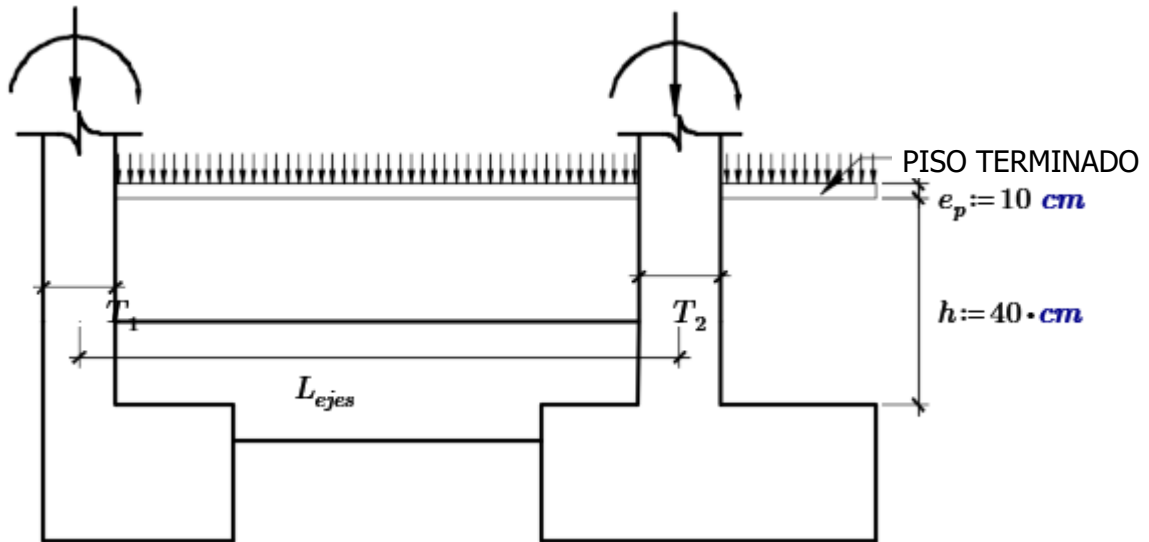


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE ZAPATAS CONECTADAS DE CONCRETO ARMADO

POR: JUAN CHUQUIMNAGO MARTINEZ



1.-DATOS DE LAS COLUMNAS (ingreso de datos)

COLUMNA EXTREMA

$T_1 := 0.30 \text{ m}$

$B_1 := 0.75 \text{ m}$

CARGAS ACTUANTES

$P_{D1} := 32.64 \text{ tonnef}$

$P_{L1} := 4.39 \text{ tonnef}$

COLUMNA INTERNA

$T_2 := 0.30 \text{ m}$

$B_2 := 0.50 \text{ m}$

CARGAS ACTUANTES

$P_{D2} := 52.52 \text{ tonnef}$

$P_{L2} := 12.32 \text{ tonnef}$

MOMENTOS

DIRCCION LONGITUDINAL

$$M1_{D22} := 0.05 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L22} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx22} := 0.65 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx33} := 0.55 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx1} := 9.29 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION LONGITUDINAL

$$M2_{D22} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L22} := 0.02 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx22} := 0.08 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx33} := 0.67 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx2} := 6.62 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION TRANSVERSAL

$$M1_{D33} := 0.08 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L33} := 0.0045 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy22} := 1.36 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy33} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy1} := 9.75 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION TRANSVERSAL

$$M2_{D33} := 0.09 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L33} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy22} := 1.38 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy33} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy2} := 2.09 \text{ tonnef}$$

2.- DATOS GENERALES (ingreso de datos)

Concreto

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Suelo

$$\sigma_t := 2.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Acero

$$f'_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

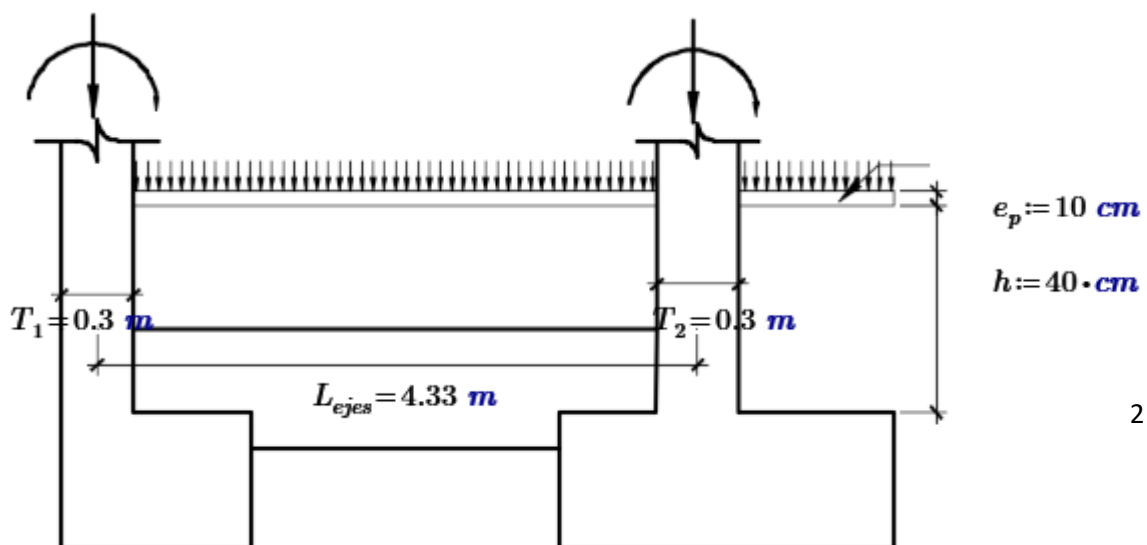
Luz libre entre columnas

$$L_v := 4.03 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{aplastamiento}} := 0.70$$

$$L_{\text{ejes}} := L_v + \frac{(T_1 + T_2)}{2}$$

$$L_{\text{ejes}} = 4.33 \text{ m}$$



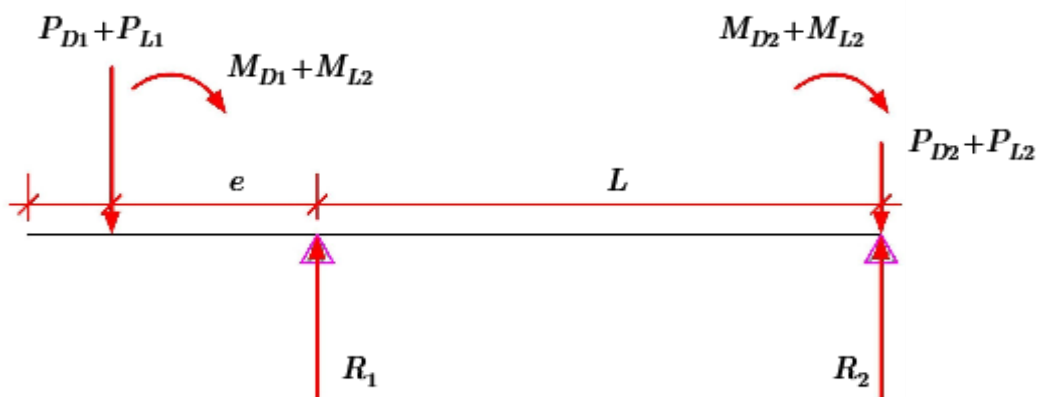
3.-PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS

A.-DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA Z1 (C1)

$$\sigma_n := \sigma_t \cdot 0.9 \qquad \sigma_n = 24.75 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$A_{z1} := 1.2 \cdot \frac{(P_{D1} + P_{L1})}{\sigma_n} \qquad A_{z1} = 1.795 \text{ m}^2$$

$$S := \sqrt[2]{A_{z1}} \qquad S = 1.3 \text{ m} \qquad T := \sqrt[2]{A_{z1}} \qquad T = 1.3 \text{ m}$$



REACCIÓN SIN SISMO EN Z1

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \qquad e = 0.5 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right) \qquad L = 3.81 \text{ m}$$

$$R_1 := (P_{D1} + P_{L1}) + \left((P_{D1} + P_{L1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_1 = 42.132 \text{ tonnef}$$

Verificando presiones

$$\sigma_{max1} := R_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \qquad \sigma_{max1} = 24.64 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max1} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN SIN SISMO EN Z2

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \quad e = 0.5 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right)$$

$$L = 3.81 \text{ m}$$

$$R_2 := (P_{D2} + P_{L2}) - \frac{(P_{D1} + P_{D2}) \cdot e}{L} - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_2 = 53.17 \text{ tonnef}$$

$$A_{z2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{\sigma_n} \quad A_{z2} = 2.256 \text{ m}^2$$

Ingresar A' y B'

$$A' := 1.40 \text{ m}$$

$$B' := 1.65 \text{ m}$$

$$A := A' + \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad A = 1.3 \text{ m}$$

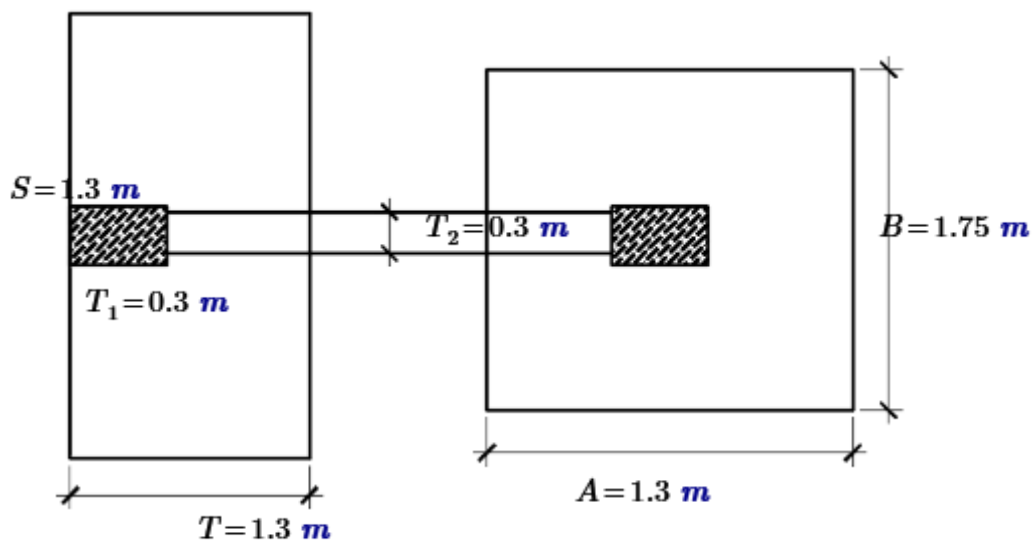
$$B := B' - \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad B = 1.75 \text{ m}$$

Verificando presiones

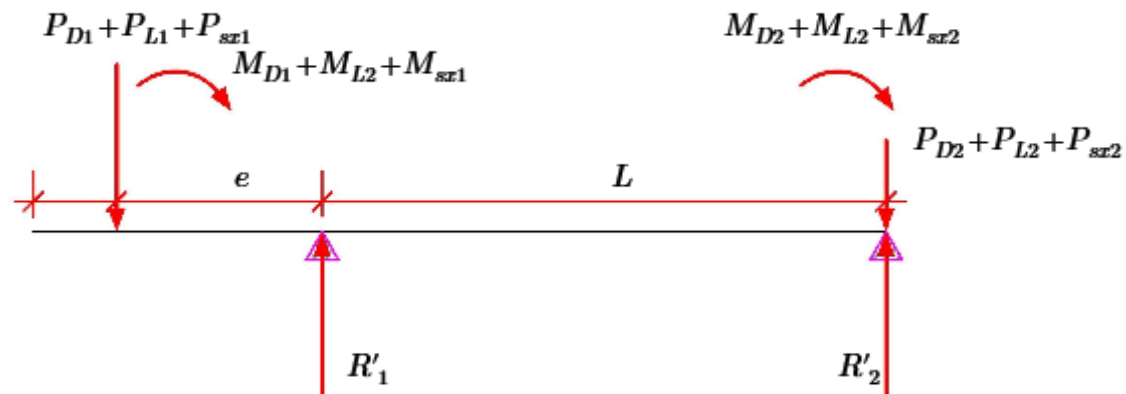
$$\sigma_{max2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma_{max2} = 24.54 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \begin{cases} \text{if } \sigma_{max2} < \sigma_t \\ \quad \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"no cumple"} \end{cases}$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$



REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z1



$$e = 0.5 \text{ m}$$

$$R'_1 := (P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L}$$

$$R'_1 = 52.545 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max1} := R'_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma'_{max1} = 30.73 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z2

$$e = 0.5 \text{ m}$$

$$R'_2 := (P_{D2} + P_{L2} + P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L} \right)$$

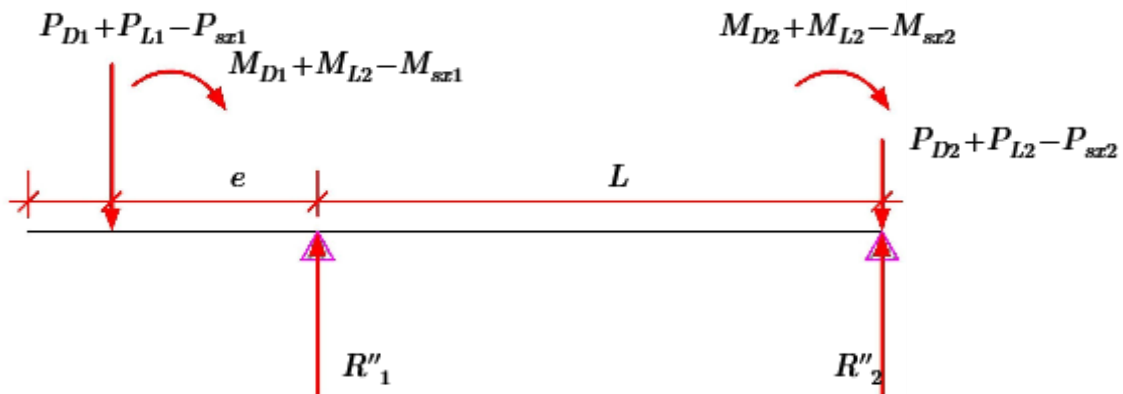
$$R'_2 = 65.235 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max2} := R'_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma'_{max2} = 30.108 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z1



$$e = 0.5 \text{ m}$$

$$R''_1 := (P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_1 = 31.718 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max1} := R''_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma''_{max1} = 18.55 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z2

$$e = 0.5 \text{ m}$$

$$R''_2 := (P_{D2} + P_{L2} - P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L} \right)$$

$$R''_2 = 54.242 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max2} := R''_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma''_{max2} = 25.035 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

DIMENSIONES FINALES DE LAS ZAPATAS

Z1: $S = 1.3 \text{ m}$

$T = 1.3 \text{ m}$

Z2: $A = 1.3 \text{ m}$

$B = 1.75 \text{ m}$

4.-ESFUERZO Y PERALTE DE LA ZAPATA

ZAPATA Z1

COMBO 1

$comb1_{z1} := 1.4 \cdot P_{D1} + 1.7 \cdot P_{L1}$

$comb2_{z1} := 1.4 M1_{D33} + 1.7 \cdot M1_{L33}$

$comb1_{z1} = 53.159 \text{ tonnef}$

$comb2_{z1} = 0.12 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

ZAPATA Z2

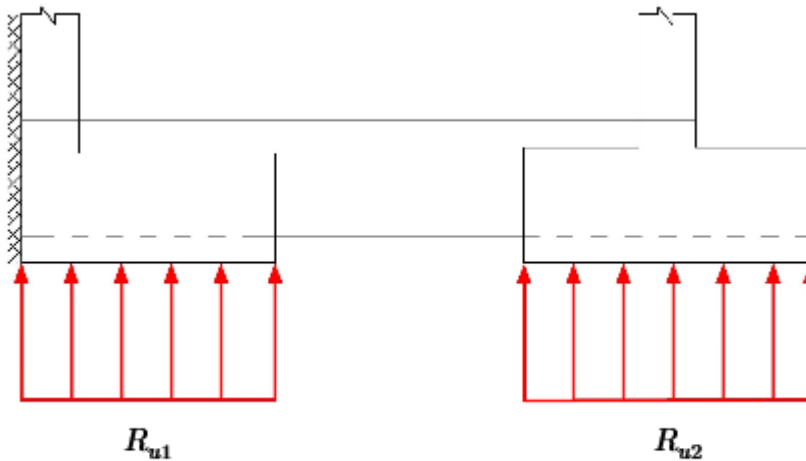
COMBO 2

$comb1_{z2} := 1.4 \cdot P_{D2} + 1.7 \cdot P_{L2}$

$comb2_{z2} := 1.4 M2_{D33} + 1.7 \cdot M2_{L33}$

$comb1_{z2} = 94.472 \text{ tonnef}$

$comb2_{z2} = 0.143 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$



$R_{u1} := comb1_{z1} + \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$

$R_{u1} = 60.345 \text{ tonnef}$

$W_{u1} := \frac{R_{u1}}{(S \cdot T)}$

$W_{u1} = 33.611 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$

$R_{u2} := comb1_{z2} - \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$

$R_{u2} = 87.286 \text{ tonnef}$

$W_{u2} := \frac{R_{u2}}{(A \cdot B)}$

$W_{u2} = 38.368 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " H " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:

$$\phi := 0.85 \qquad \beta := 2 \qquad f'_{c1} := 210 \frac{\text{kgf}^2}{\text{cm}^4}$$

POR PUNZONAMIENTO Z1:

ingrese el peralte $d_1 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_1}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_0 := \left(\frac{d_1}{2} + T_1 \right) \cdot 2 + B_1 + d_1 \qquad b_0 = 2.55 \text{ m}$$

$$A_0 := \left(T_1 + \frac{d_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{d_1}{2} \cdot 2 + B_1 \right) \qquad A_0 = 0.81 \text{ m}^2$$

$$V_u := R_{u1} - W_{u1} \cdot A_0 \qquad V_u = 33.12 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \left\| \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \\ \text{else} \\ \left\| 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 199.768 \text{ tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \left\| \text{"cumple"} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \text{"no cumple"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_1 = 0.6 \text{ m}$ $H_1 := d_1 + 0.10 \cdot m$ $H_1 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v1} := \frac{(T - B_1)}{2} \quad L_{v1} = 0.29 \text{ m} \quad V_{du1} := W_{u1} \cdot S \cdot (L_{v1} - d_1) \quad V_{du1} = -13.738 \text{ tonnef}$$

$$V_{n1} := \frac{V_{du1}}{\phi} \quad V_{n1} = -16.162 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot S \cdot d_1 > V_{n1} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"conforme"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"aumentar peralte"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte = \text{"conforme"}$$

POR PUNZONAMIENTO Z2:

ingrese el peralte $d_2 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_2}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_{02} := 2 \cdot (d_2 + T_2) + 2 \cdot (d_2 + B_2) \quad b_{02} = 4 \text{ m}$$

$$V_u := B \cdot A \cdot W_{u2} - W_{u2} \cdot (d_2 + B_2) \cdot (T_2 + d_2) \quad V_u = 49.302 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \left\| \begin{array}{l} \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 313.362 \text{ tonnef}$$

$$condicion_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$condicion_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $j = 0.6 \text{ m}$

$$H_2 := d_2 + 0.10 \cdot m$$

$$H_2 = 0.7 \text{ m}$$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v2} := \frac{(B - B_2)}{2} \quad L_{v2} = 0.63 \text{ m} \quad V_{du2} := W_{u2} \cdot B \cdot (L_{v2} - d_2) \quad V_{du2} = 1.679 \text{ tonnef}$$

$$V_{n2} := \frac{V_{du2}}{\phi} \quad V_{n2} = 1.975 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \begin{cases} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot L_{v2} \cdot d_2 > V_{n2} \\ \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \text{"aumentar peralte"} \end{cases}$$

$$cond.corte = \text{"conforme"}$$

5.-DISEÑO POR FLEXIÓN

ZAPATA Z1 LONGITUDINAL $\phi_d := 0.90$

$$l_v := S - T_1 \quad l_v = 1 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u1} \cdot T \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 24.352 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2} \right) \right)} \quad A_s = 11.93 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 2.095 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2} \right) \right)} \quad A_s = 10.928 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 1.919 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2} \right) \right)} \quad A_s = 10.912 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 1.916 \text{ cm}$$

$$A_{s11} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2} \right) \right)} \quad A_{s11} = 10.911 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s11} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 1.916 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1$$

$$A_{smin} = 14.471 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 14.471 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{11} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{11} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{11}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{11} = 7$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{11}))}{(n_{11} - 1)}$$

$$separacion = 18.603 \text{ cm}$$

$$\text{usar: } n_{11} = 7 \quad \text{varillas de } \Phi_{11} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8} \quad separacion = 0.186 \text{ m}$$

ZAPATA Z1 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(T - B_1)}{2} \quad l_v = 0.29 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u1} \cdot S \cdot \frac{l_v^2}{2}$$

$$M_{u1} = 1.959 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 0.96 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.169 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 0.865 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.152 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 0.865 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.152 \text{ cm}$$

$$A_{s12} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2}\right)\right)} \quad A_{s12} = 0.865 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s12} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.152 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1 \quad A_{smin} = 14.471 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 14.471 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{12} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \quad n_{12} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{12}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{12} = 7$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{12}))}{(n_{12} - 1)}$$

$$separacion = 18.603 \text{ cm}$$

usar: $n_{12} = 7$ varillas de $\Phi_{12} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

ZAPATA Z2 LONGITUDINAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(B - B_2)}{2} \quad l_v = 0.63 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u2} \cdot A \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 9.742 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)} \quad A_s = 4.773 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.838 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)} \quad A_s = 4.326 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.76 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)} \quad A_s = 4.323 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.759 \text{ cm}$$

$$A_{s21} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)} \quad A_{s21} = 4.323 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s21} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.759 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot A \cdot d_2 \quad A_{smin} = 14.04 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 14.04 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{21} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{21} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{21}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{21} = 7$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(A - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{21}))}{(n_{21} - 1)}$$

$$separacion = 18.613 \text{ cm}$$

usar: $n_{21} = 7$ varillas de $\Phi_{21} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.186 \text{ m}$

ZAPATA Z2 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(A - B_2)}{2} \quad l_v = 0.4 \text{ m}$$

$$M_{u1} := W_{u2} \cdot B \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 5.371 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 2.632 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.462 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 2.378 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.417 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)}$$

$$A_s = 2.377 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.417 \text{ cm}$$

$$A_{s22} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)}$$

$$A_{s22} = 2.377 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_{s22} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.417 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot B \cdot d_2$$

$$A_{smin} = 18.9 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 18.9 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{22} := \frac{5}{8} \cdot \text{in}$$

$$n_{22} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{22}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)}$$

$$n_{22} = 10$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(B - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{22}))}{(n_{22} - 1)}$$

$$separacion = 18.531 \text{ cm}$$

usar: $n_{22} = 10$ varillas de $\Phi_{22} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.185 \text{ m}$

6.-DISEÑO DE VIGA DE CIMENTACIÓN

fuerza cortante

$$R_{u1} = 60.345 \text{ tonnef}$$

$$F_1 := R_{u1} - \text{comb1}_{z1}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 53.159 \text{ tonnef}$$

$$F_1 = 7.186 \text{ tonnef}$$

momento flector

$$\text{comb2}_{z1} = 0.12 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{brazo} := \frac{S}{2} - \frac{T_1}{2}$$

$$M_{vc} := \text{comb1}_{z1} \cdot \text{brazo} - \text{comb2}_{z1}$$

$$M_{vc} = 27.521 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{fvc} := \text{comb2}_{z1} + \text{comb1}_{z1} \cdot (L + \text{brazo}) - R_{u1} \cdot L - \text{comb2}_{z2}$$

$$M_{fvc} = 0.239 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$L_{vc} := L$$

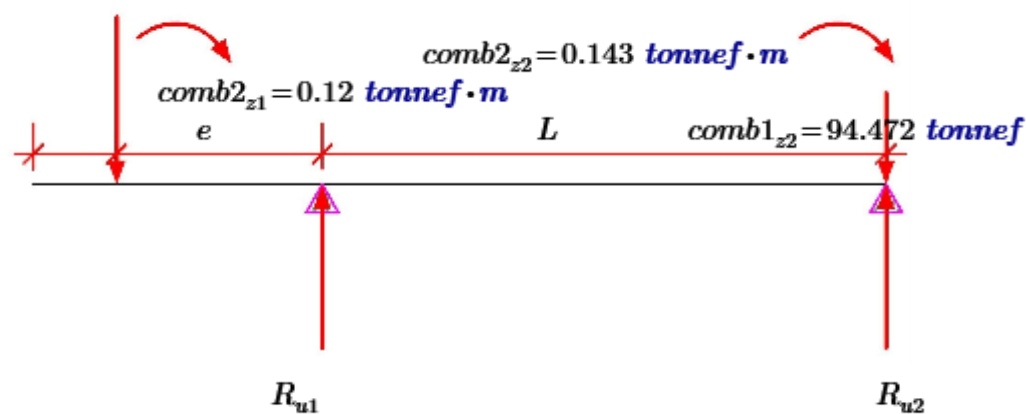
$$h := 0.60 \cdot \text{m}$$

$$h = 0.6 \text{ m}$$

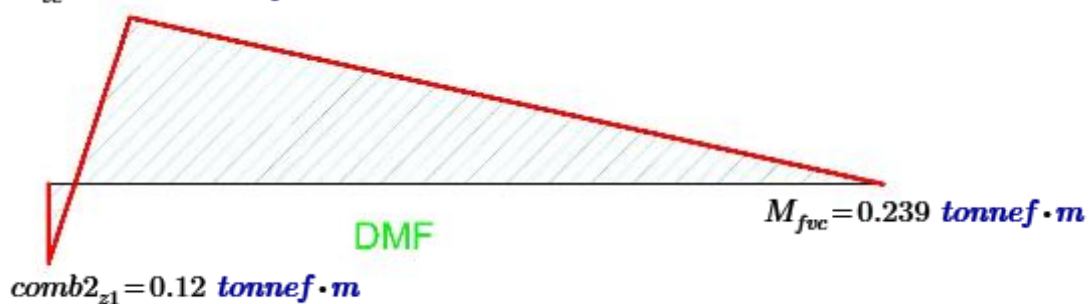
$$b_{vc} := B_1$$

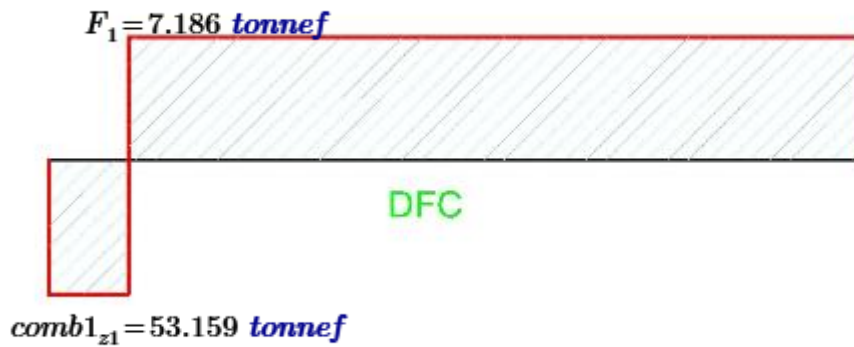
$$b_{vc} = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 53.159 \text{ tonnef}$$



$$M_{vc} = 27.521 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$





DISEÑO POR FLEXIÓN

$$\phi_d := 0.90$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 14.561 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_1 = 4.568 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_1}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 13.554 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_2 = 4.252 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_2}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 13.514 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_3 = 4.24 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_3}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 13.513 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_4 = 4.239 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot b_{vc} \cdot h$$

$$A_{smin} = 8.1 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 13.513 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{vc} := \frac{3}{4} \cdot in$$

$$n_1 := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_1 = 5 \quad \text{superior}$$

$$n_2 := \frac{A_{smin}}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_2 = 3 \quad \text{inferior}$$

$$n_3 := n_1 + n_2$$

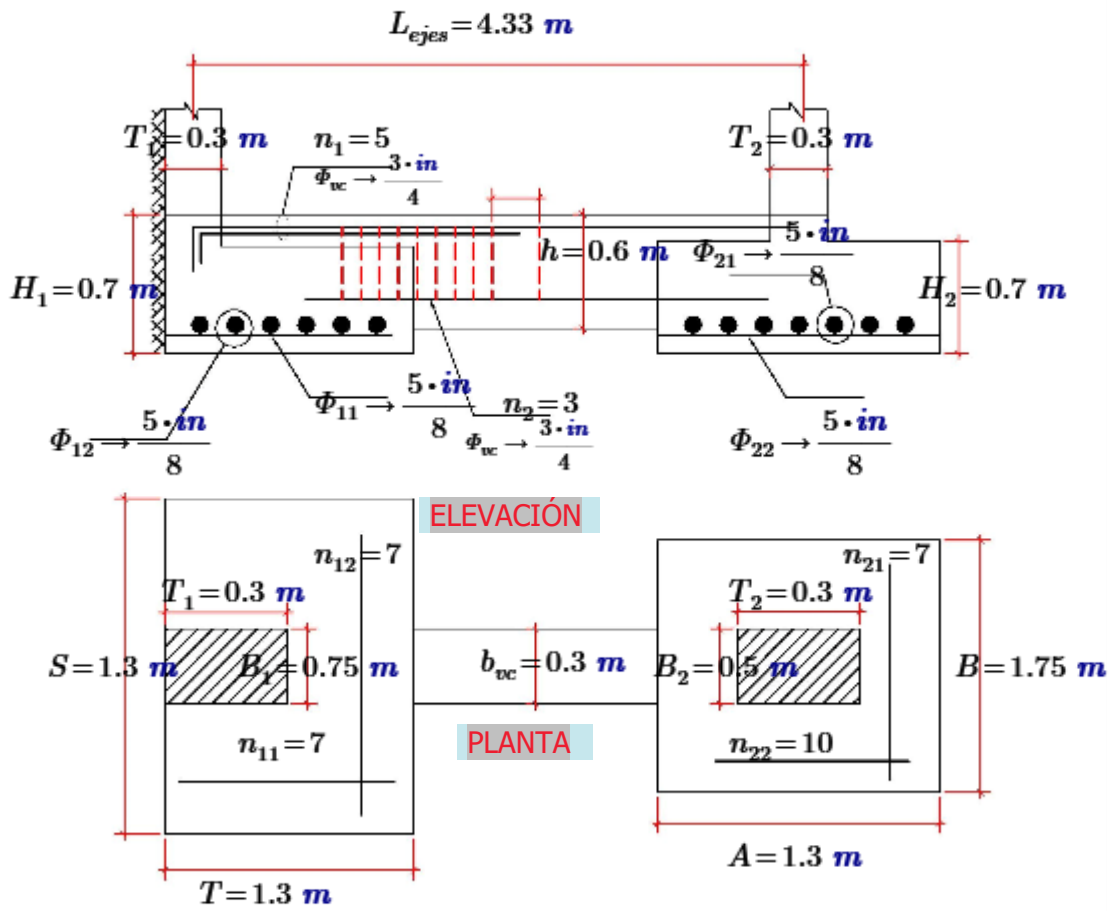
usar: $n_3 = 8$ varillas de $\Phi_{vc} \rightarrow \frac{3 \cdot in}{4}$

diseño por fuerza cortante

$$cond.corte_{vc} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{vc} \cdot h > F_1 \\ \quad \left\| \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"aumentar peralte"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$cond.corte_{vc} = \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \text{"}$$

RESUMEN DEL DISEÑO DEL EJE 6 entre EJE A-B

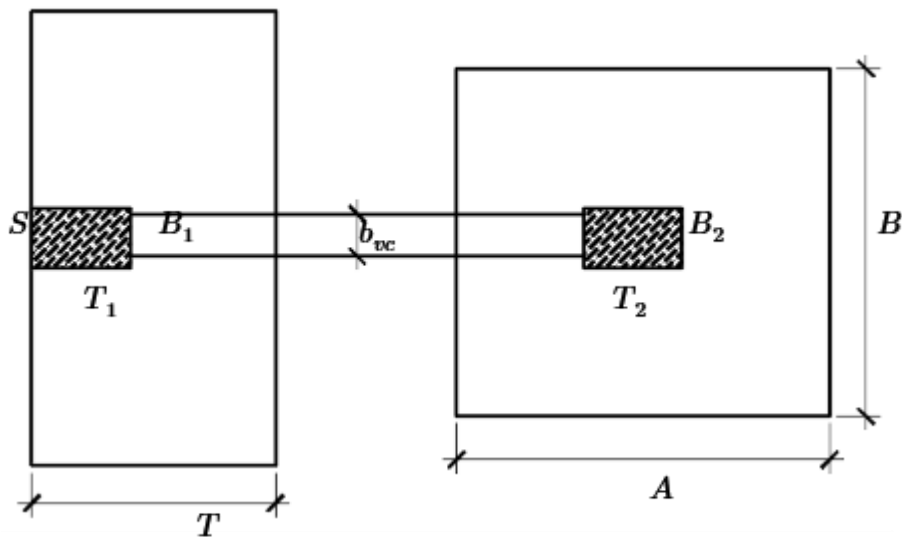
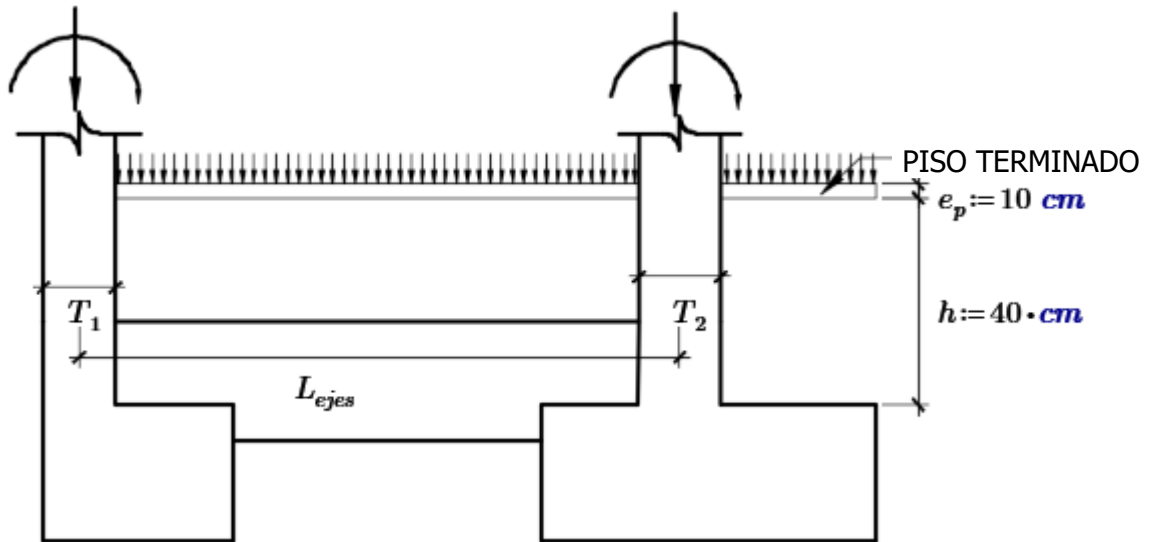




UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE ZAPATAS CONECTADAS DE CONCRETO ARMADO

POR: JUAN CHUQUIMNAGO MARTINEZ



1.-DATOS DE LAS COLUMNAS (ingreso de datos)

COLUMNA EXTREMA

$T_1 := 0.30 \text{ m}$

$B_1 := 0.50 \text{ m}$

CARGAS ACTUANTES

$P_{D1} := 23.87 \text{ tonnef}$

$P_{L1} := 3.59 \text{ tonnef}$

COLUMNA INTERNA

$T_2 := 0.30 \text{ m}$

$B_2 := 0.50 \text{ m}$

CARGAS ACTUANTES

$P_{D2} := 52.52 \text{ tonnef}$

$P_{L2} := 12.32 \text{ tonnef}$

MOMENTOS

DIRCCION LONGITUDINAL

$$M1_{D22} := 0.04 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L22} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx22} := 0.77 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sx33} := 0.59 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx1} := 9.95 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION LONGITUDINAL

$$M2_{D22} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L22} := 0.02 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx22} := 0.08 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sx33} := 0.67 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sx2} := 6.62 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION TRANSVERSAL

$$M1_{D33} := 0.07 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{L33} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy22} := 1.43 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M1_{sy33} := 0.001 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy1} := 10.36 \text{ tonnef}$$

MOMENTOS

DIRCCION TRANSVERSAL

$$M2_{D33} := 0.09 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{L33} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy22} := 1.38 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{sy33} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{sy2} := 2.09 \text{ tonnef}$$

2.- DATOS GENERALES (ingreso de datos)

Concreto

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Suelo

$$\sigma_t := 2.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Acero

$$f'_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

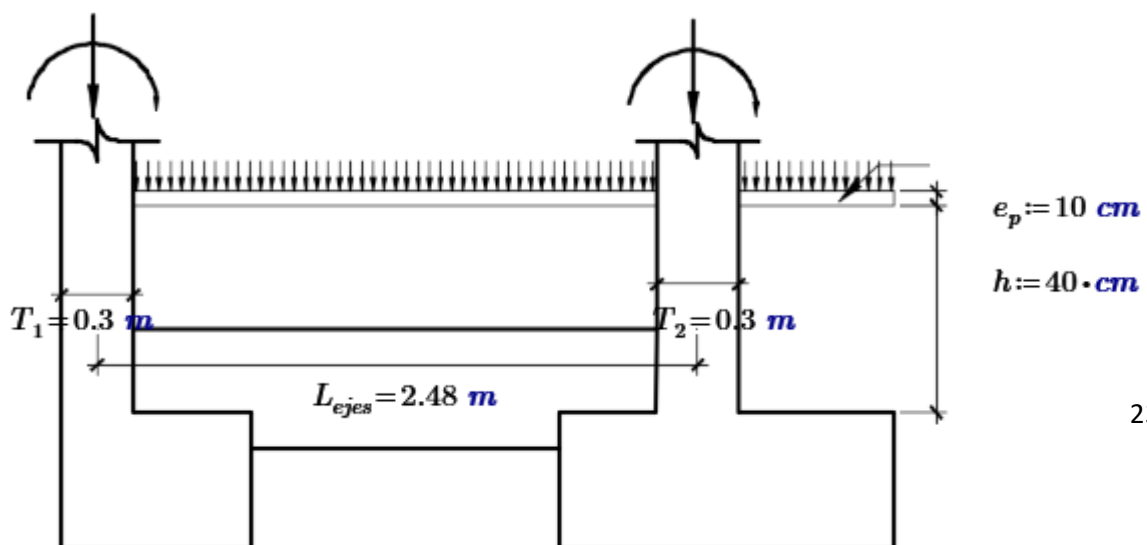
Luz libre entre columnas

$$L_v := 2.18 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{aplastamiento}} := 0.70$$

$$L_{\text{ejes}} := L_v + \frac{(T_1 + T_2)}{2}$$

$$L_{\text{ejes}} = 2.48 \text{ m}$$



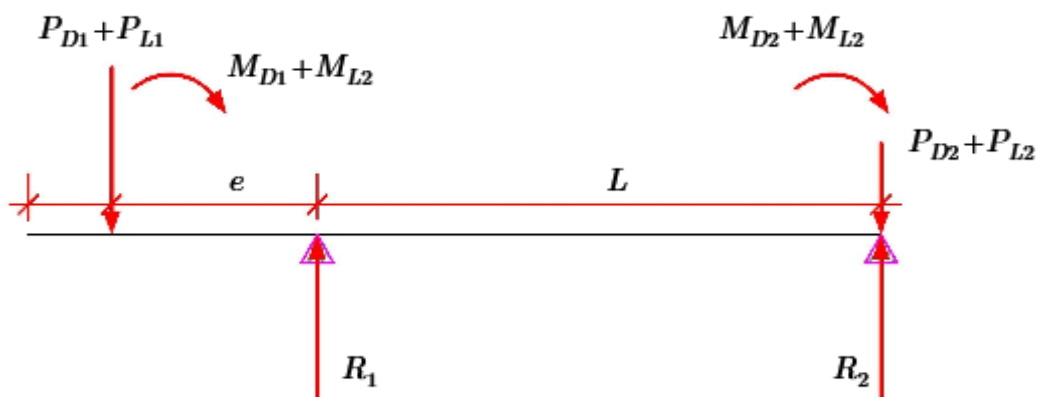
3.-PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS

A.-DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA Z1 (C1)

$$\sigma_n := \sigma_t \cdot 0.9 \qquad \sigma_n = 24.75 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$A_{z1} := 1.2 \cdot \frac{(P_{D1} + P_{L1})}{\sigma_n} \qquad A_{z1} = 1.331 \text{ m}^2$$

$$S := \sqrt[2]{A_{z1}} \quad S = 1.2 \text{ m} \qquad T := \sqrt[2]{A_{z1}} \quad T = 1.2 \text{ m}$$



REACCIÓN SIN SISMO EN Z1

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \qquad e = 0.4 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right) \qquad L = 2.053 \text{ m}$$

$$R_1 := (P_{D1} + P_{L1}) + \left((P_{D1} + P_{L1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_1 = 33.258 \text{ tonnef}$$

Verificando presiones

$$\sigma_{max1} := R_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \qquad \sigma_{max1} = 26.229 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max1} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN SIN SISMO EN Z2

$$e := \frac{(S - T_1)}{2} \quad e = 0.4 \text{ m}$$

$$L := T_1 + L_v + T_2 - ((T_1 + T_2) \cdot 0.5) - \left(\frac{(S - T_1)}{2} \right)$$

$$L = 2.053 \text{ m}$$

$$R_2 := (P_{D2} + P_{L2}) - \frac{(P_{D1} + P_{D2}) \cdot e}{L} - \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33})}{L}$$

$$R_2 = 48.867 \text{ tonnef}$$

$$A_{z2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{\sigma_n} \quad A_{z2} = 2.073 \text{ m}^2$$

Ingresar A' y B'

$$A' := 1.40 \text{ m}$$

$$B' := 1.65 \text{ m}$$

$$A := A' + \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad A = 1.3 \text{ m}$$

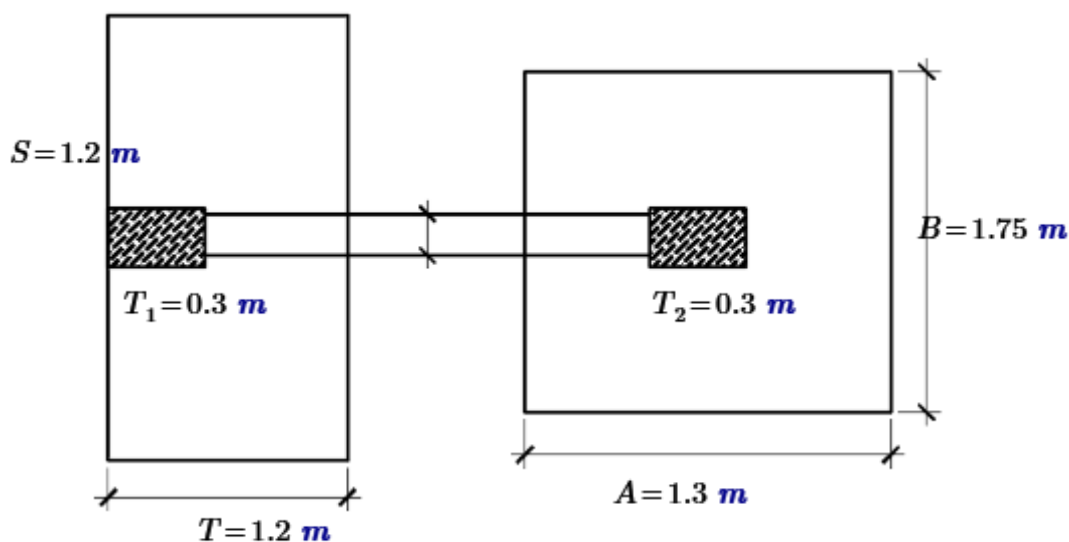
$$B := B' - \frac{(T_2 - B_2)}{2} \quad B = 1.75 \text{ m}$$

Verificando presiones

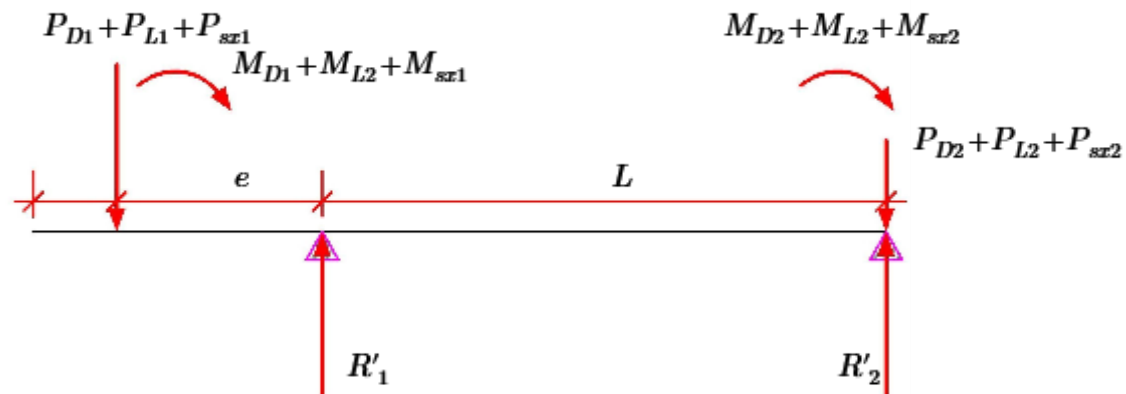
$$\sigma_{max2} := R_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma_{max2} = 22.554 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_{max2} < \sigma_t \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$



REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z1



$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R'_1 := (P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L}$$

$$R'_1 = 44.99 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max1} := R'_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma'_{max1} = 35.481 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO HORARIO Z2

$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R'_2 := (P_{D2} + P_{L2} + P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} + P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} - M1_{sz33})}{L} \right)$$

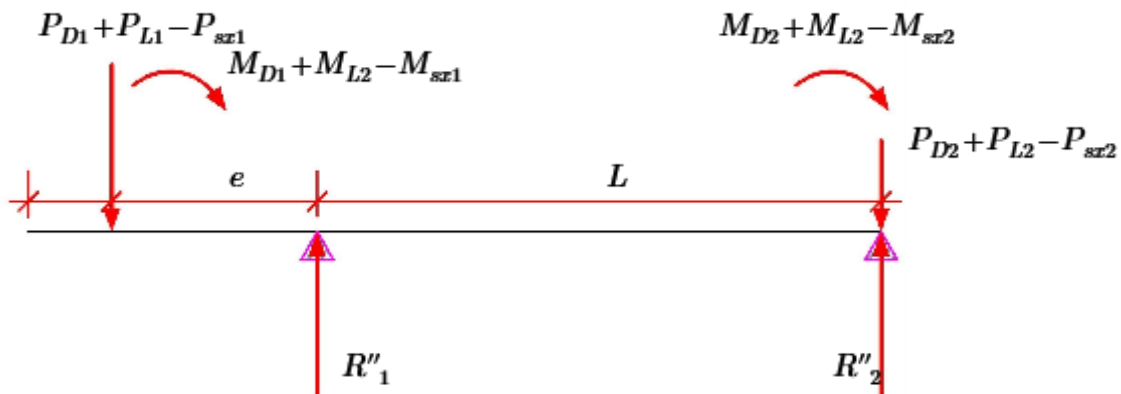
$$R'_2 = 63.88 \text{ tonnef}$$

$$\sigma'_{max2} := R'_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma'_{max2} = 29.483 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma'_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z1



$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R''_1 := (P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) + \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L}$$

$$R''_1 = 21.526 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max1} := R''_1 \cdot \frac{1.05}{(S \cdot T)} \quad \sigma''_{max1} = 16.977 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max1} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

REACCIÓN CON SISMO ANTIHORARIO Z2

$$e = 0.4 \text{ m}$$

$$R''_2 := (P_{D2} + P_{L2} - P_{sz2}) - \left((P_{D1} + P_{L1} - P_{sz1}) \cdot \frac{e}{L} \right) - \left(\frac{(M1_{D33} + M1_{L33} + M2_{D33} + M2_{L33} + M1_{sz33})}{L} \right)$$

$$R''_2 = 54.204 \text{ tonnef}$$

$$\sigma''_{max2} := R''_2 \cdot \frac{1.05}{(A \cdot B)} \quad \sigma''_{max2} = 25.017 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{condicion} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma''_{max2} < \sigma_t \cdot 1.3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion} = \text{"cumple"}$$

DIMENSIONES FINALES DE LAS ZAPATAS

Z1: $S = 1.2 \text{ m}$
 $T = 1.2 \text{ m}$

Z2: $A = 1.3 \text{ m}$
 $B = 1.75 \text{ m}$

4.-ESFUERZO Y PERALTE DE LA ZAPATA

ZAPATA Z1

COMBO 1

$$comb1_{z1} := 1.4 \cdot P_{D1} + 1.7 \cdot P_{L1}$$

$$comb2_{z1} := 1.4 M1_{D33} + 1.7 \cdot M1_{L33}$$

$$comb1_{z1} = 39.521 \text{ tonnef}$$

$$comb2_{z1} = 0.115 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

ZAPATA Z2

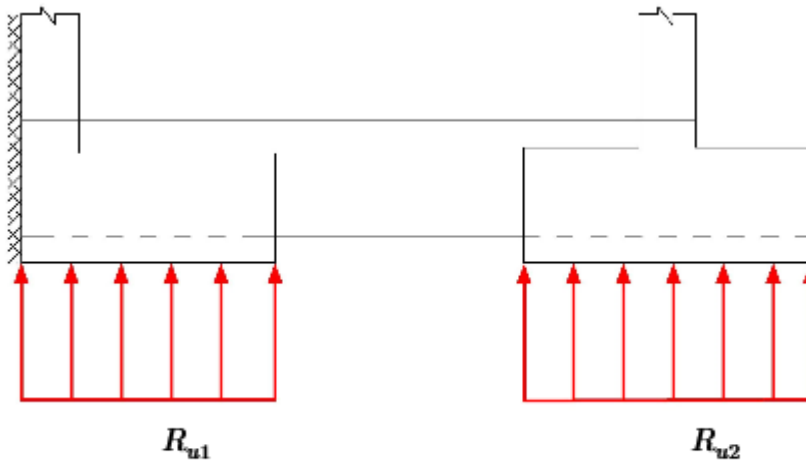
COMBO 2

$$comb1_{z2} := 1.4 \cdot P_{D2} + 1.7 \cdot P_{L2}$$

$$comb2_{z2} := 1.4 M2_{D33} + 1.7 \cdot M2_{L33}$$

$$comb1_{z2} = 94.472 \text{ tonnef}$$

$$comb2_{z2} = 0.143 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



$$R_{u1} := comb1_{z1} + \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) - \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$$

$$R_{u1} = 47.614 \text{ tonnef}$$

$$R_{u2} := comb1_{z2} - \left(comb1_{z1} \cdot \frac{e}{L} \right) + \frac{(comb2_{z1} + comb2_{z2})}{L}$$

$$R_{u2} = 86.379 \text{ tonnef}$$

$$W_{u1} := \frac{R_{u1}}{(S \cdot T)}$$

$$W_{u1} = 35.762 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$W_{u2} := \frac{R_{u2}}{(A \cdot B)}$$

$$W_{u2} = 37.969 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA " H " DE LA ZAPATA POR PUNZONAMIENTO:

$$\phi := 0.85 \qquad \beta := 2 \qquad f'_{c1} := 210 \frac{\text{kgf}^2}{\text{cm}^4}$$

POR PUNZONAMIENTO Z1:

ingrese el peralte $d_1 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_1}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_0 := \left(\frac{d_1}{2} + T_1 \right) \cdot 2 + B_1 + d_1 \qquad b_0 = 2.3 \text{ m}$$

$$A_0 := \left(T_1 + \frac{d_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{d_1}{2} \cdot 2 + B_1 \right) \qquad A_0 = 0.66 \text{ m}^2$$

$$V_u := R_{u1} - W_{u1} \cdot A_0 \qquad V_u = 24.011 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \left\| \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta} \right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \\ \text{else} \\ \left\| 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \cdot \phi \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 180.183 \text{ tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \left\| \text{"cumple"} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \text{"no cumple"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_1 = 0.6 \text{ m}$ $H_1 := d_1 + 0.10 \cdot m$ $H_1 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v1} := \frac{(T - B_1)}{2} \quad L_{v1} = 0.33 \text{ m} \quad V_{du1} := W_{u1} \cdot S \cdot (L_{v1} - d_1) \quad V_{du1} = -11.268 \text{ tonnef}$$

$$V_{n1} := \frac{V_{du1}}{\phi} \quad V_{n1} = -13.257 \text{ tonnef}$$

$$\text{cond.corte} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot S \cdot d_1 > V_{n1} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"conforme"} \\ \text{else} \\ \text{"aumentar peralte"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{cond.corte} = \text{"conforme"}$$

POR PUNZONAMIENTO Z2:

ingrese el peralte $d_2 := 0.6 \cdot m$

sección crítica $\frac{d_2}{2} = 0.3 \text{ m}$

$$b_{02} := 2 \cdot (d_2 + T_2) + 2 \cdot (d_2 + B_2) \quad b_{02} = 4 \text{ m}$$

$$V_u := B \cdot A \cdot W_{u2} - W_{u2} \cdot (d_2 + B_2) \cdot (T_2 + d_2) \quad V_u = 48.79 \text{ tonnef}$$

CORTE RESISTENTE AL PUNZONAMIENTO

$$V_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 < 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_0 \cdot d_1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \\ \text{else} \\ 1.06 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{02} \cdot d_1 \cdot \phi \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$V_c = 313.362 \text{ tonnef}$$

$$\text{condicion}_2 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_u \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"no cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\text{condicion}_2 = \text{"cumple"}$$

por lo tanto: $d_2 = 0.6 \text{ m}$ $H_2 := d_2 + 0.10 \cdot m$ $H_2 = 0.7 \text{ m}$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE (a una distancia "d")

$$L_{v2} := \frac{(B - B_2)}{2} \quad L_{v2} = 0.63 \text{ m} \quad V_{du2} := W_{u2} \cdot B \cdot (L_{v2} - d_2) \quad V_{du2} = 1.661 \text{ tonnef}$$

$$V_{n2} := \frac{V_{du2}}{\phi} \quad V_{n2} = 1.954 \text{ tonnef}$$

$$cond.corte := \begin{cases} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot L_{v2} \cdot d_2 > V_{n2} \\ \text{“conforme”} \\ \text{else} \\ \text{“aumentar peralte”} \end{cases}$$

$$cond.corte = \text{“conforme”}$$

5.-DISEÑO POR FLEXIÓN

ZAPATA Z1 LONGITUDINAL $\phi_d := 0.90$

$$l_v := S - T_1 \quad l_v = 0.9 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u1} \cdot T \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 15.043 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2} \right) \right)} \quad A_s = 7.369 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 1.503 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2} \right) \right)} \quad A_s = 6.717 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 1.37 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2} \right) \right)} \quad A_s = 6.709 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 1.368 \text{ cm}$$

$$A_{s11} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2} \right) \right)} \quad A_{s11} = 6.709 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s11} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 1.368 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1 \qquad A_{smin} = 12.462 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \begin{cases} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \parallel A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \parallel A_s \end{cases} = 12.462 \text{ cm}^2$$

ingrese el numero de varilla

$$\Phi_{11} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \qquad n_{11} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{11}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \qquad n_{11} = 6$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{11}))}{(n_{11} - 1)}$$

$$separacion = 18.656 \text{ cm}$$

usar: $n_{11} = 6$ varillas de $\Phi_{11} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.187 \text{ m}$

ZAPATA Z1 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(T - B_1)}{2} \qquad l_v = 0.33 \text{ m} \qquad M_{u1} := W_{u1} \cdot S \cdot \frac{l_v^2}{2} \qquad M_{u1} = 2.205 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \qquad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a}{2}\right)\right)} \qquad A_s = 1.08 \text{ cm}^2 \qquad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.22 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_1}{2}\right)\right)} \qquad A_s = 0.974 \text{ cm}^2 \qquad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.199 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_2}{2}\right)\right)} \qquad A_s = 0.974 \text{ cm}^2 \qquad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.199 \text{ cm}$$

$$A_{s12} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_1 - \frac{a_3}{2}\right)\right)} \quad A_{s12} = 0.974 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s12} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.199 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot T \cdot d_1 \quad A_{smin} = 12.462 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 12.462 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{12} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \quad n_{12} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{12}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{12} = 6$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(T - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{12}))}{(n_{12} - 1)}$$

$$separacion = 18.656 \text{ cm}$$

usar: $n_{12} = 6$ varillas de $\Phi_{12} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.187 \text{ m}$

ZAPATA Z2 LONGITUDINAL $\phi_d := 0.90$

$$l_v := \frac{(B - B_2)}{2} \quad l_v = 0.63 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u2} \cdot A \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 9.641 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)} \quad A_s = 4.723 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.963 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)} \quad A_s = 4.285 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.874 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)} \quad A_s = 4.282 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.873 \text{ cm}$$

$$A_{s21} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)} \quad A_{s21} = 4.282 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s21} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.873 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot A \cdot d_2 \quad A_{smin} = 14.04 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \left\| A_{smin} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| A_s \right\| \end{array} \right\| = 14.04 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{21} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \quad n_{21} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{21}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{21} = 7$$

$$\text{recubrimiento} := 0.075 \cdot m$$

$$\text{separacion} := \frac{(A - 2 \cdot \text{recubrimiento} - (\Phi_{21}))}{(n_{21} - 1)}$$

$$\text{separacion} = 18.613 \text{ cm}$$

usar: $n_{21} = 7$ varillas de $\Phi_{21} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $\text{separacion} = 0.186 \text{ m}$

ZAPATA Z2 TRANSVERSAL

$$\phi_d := 0.90$$

$$l_v := \frac{(A - B_2)}{2} \quad l_v = 0.4 \text{ m} \quad M_{u1} := W_{u2} \cdot B \cdot \frac{l_v^2}{2} \quad M_{u1} = 5.316 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a}{2}\right)\right)} \quad A_s = 2.604 \text{ cm}^2 \quad a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_1 = 0.531 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_1}{2}\right)\right)} \quad A_s = 2.354 \text{ cm}^2 \quad a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_2 = 0.48 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2}\right)\right)} \quad A_s = 2.353 \text{ cm}^2 \quad a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_3 = 0.48 \text{ cm}$$

$$A_{s22} := \frac{M_{u1}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_3}{2}\right)\right)} \quad A_{s22} = 2.353 \text{ cm}^2 \quad a_4 := A_{s22} \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot T)}$$

$$a_4 = 0.48 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot B \cdot d_2 \quad A_{smin} = 18.9 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \| A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \| A_s \end{array} \right\| = 18.9 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{22} := \frac{5}{8} \cdot \text{in} \quad n_{22} := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{22}^2 \cdot \frac{\pi}{4}\right)} \quad n_{22} = 10$$

$$recubrimiento := 0.075 \cdot m$$

$$separacion := \frac{(B - 2 \cdot recubrimiento - (\Phi_{22}))}{(n_{22} - 1)}$$

$$separacion = 18.531 \text{ cm}$$

usar: $n_{22} = 10$ varillas de $\Phi_{22} \rightarrow \frac{5 \cdot \text{in}}{8}$ $separacion = 0.185 \text{ m}$

6.-DISEÑO DE VIGA DE CIMENTACIÓN

fuerza cortante

$$R_{u1} = 47.614 \text{ tonnef}$$

$$F_1 := R_{u1} - \text{comb1}_{z1}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 39.521 \text{ tonnef}$$

$$F_1 = 8.093 \text{ tonnef}$$

momento flector

$$\text{comb2}_{z1} = 0.115 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{brazo} := \frac{S}{2} - \frac{T_1}{2}$$

$$M_{vc} := \text{comb1}_{z1} \cdot \text{brazo} - \text{comb2}_{z1}$$

$$M_{vc} = 16.758 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{fvc} := \text{comb2}_{z1} + \text{comb1}_{z1} \cdot (L + \text{brazo}) - R_{u1} \cdot L - \text{comb2}_{z2}$$

$$M_{fvc} = 0.23 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$L_{vc} := L$$

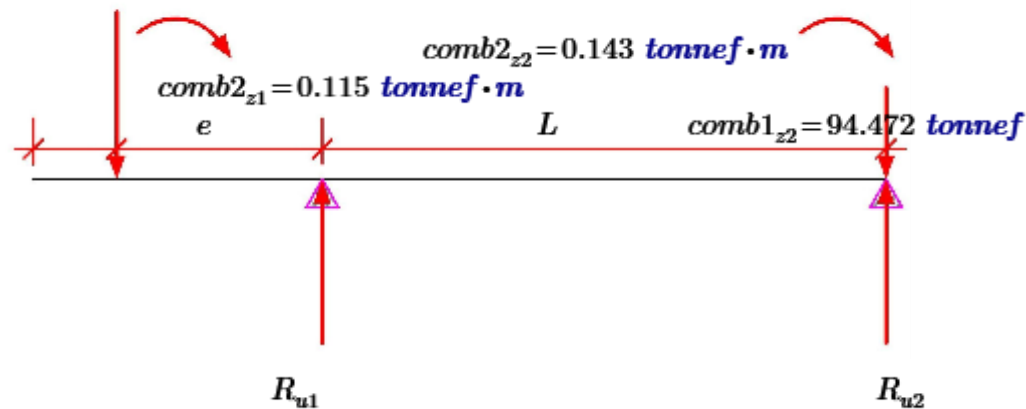
$$h := 0.60 \cdot \text{m}$$

$$h = 0.6 \text{ m}$$

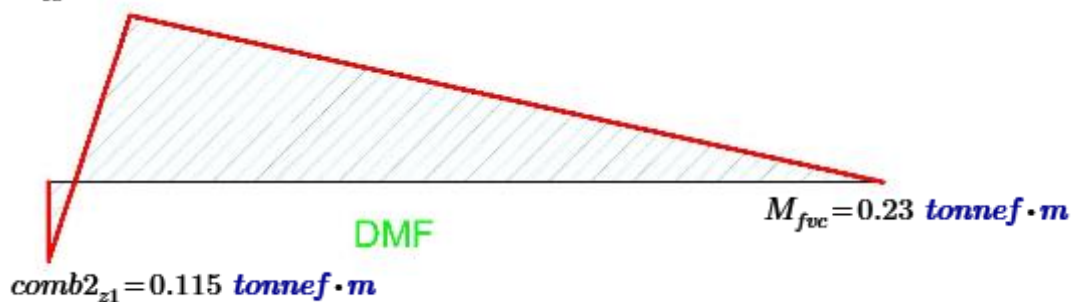
$$b_{vc} := B_1$$

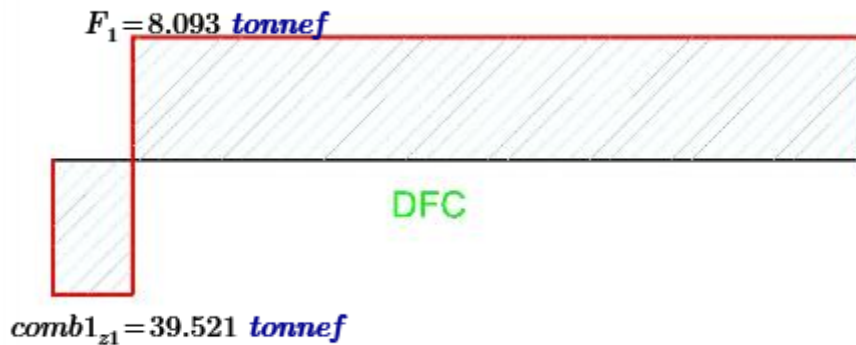
$$b_{vc} = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{comb1}_{z1} = 39.521 \text{ tonnef}$$



$$M_{vc} = 16.758 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$





DISEÑO POR FLEXIÓN

$$\phi_d := 0.90$$

$$a := \frac{d_1}{5} \quad a = 0.12 \text{ m}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 8.867 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_1 = 4.172 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_1}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 8.223 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_2 = 3.87 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_2}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 8.2 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_3 = 3.859 \text{ cm}$$

$$A_s := \frac{M_{vc}}{\left(\phi_d \cdot f'_y \cdot \left((h - 0.04 \cdot m) - \frac{a_3}{2} \right) \right)}$$

$$A_s = 8.199 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := A_s \cdot \frac{f'_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b_{vc})}$$

$$a_4 = 3.858 \text{ cm}$$

verificación de acero mínimo

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot b_{vc} \cdot h$$

$$A_{smin} = 5.4 \text{ cm}^2$$

$$cond.As := \left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{smin} > A_s \\ \quad \| A_{smin} \\ \text{else} \\ \quad \| A_s \end{array} \right\| = 8.199 \text{ cm}^2$$

ingrese el número de varilla

$$\Phi_{vc} := \frac{5}{8} \cdot in$$

$$n_1 := \frac{cond.As}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_1 = 4 \quad \text{superior}$$

$$n_2 := \frac{A_{smin}}{\left(\Phi_{vc}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$n_2 = 3 \quad \text{inferior}$$

$$n_3 := n_1 + n_2$$

usar: $n_3 = 7$ varillas de $\Phi_{vc} \rightarrow \frac{5 \cdot in}{8}$

diseño por fuerza cortante

$$cond.corte_{vc} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.53 \cdot \sqrt{f'_{c1}} \cdot b_{vc} \cdot h > F_1 \\ \quad \| \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)} \\ \text{else} \\ \quad \| \text{"aumentar peralte"} \end{array} \right\|$$

$$cond.corte_{vc} = \text{"estribos minimos usar : } \emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ (minimo para evitar fisuracion)}"$$

Anexo 6: Base de Datos Manejada bajo el Programa Spss

Visible: 6 de 6 variables

	pordimensiones_antes	porrefuerzo_antes	global_antes	pordimensiones_despues	porrefuerzo_despues	global_despues	var	var	var	var	var	var
1	1102.03	2464.56	13304.16	989.70	1169.87	10142.37						
2	202.10	1832.87	4991.12	149.63	1344.96	3577.32						
3	458.06	1004.51	.	445.64	476.82	.						
4	97.70	747.05	.	86.69	548.18	.						
5	5858.74	.	.	4985.93	.	.						
6	1048.88	.	.	719.23	.	.						
7	2416.26	.	.	2074.41	.	.						
8	1062.52	.	.	728.63	.	.						
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												

Vista de datos Vista de variables

Fuente. Elaboración propia

DNV GL

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE

Certificate No:
29928-2008-AQ-USA-ANAB

Initial certification date:
26 June 2008

Valid:
04 April 2018 - 04 August 2020

This is to certify that the management system of

CSI-Computers and Structures, Inc.
1646 North California Boulevard, Suite 600, Walnut Creek, CA, 94596, USA

has been found to conform to the Quality Management System standard:
ISO 9001:2015

This certificate is valid for the following scope:
The Development, Support and Licensing of Software Tools for Structural and Earthquake Engineering.

Place and date:
Katy, TX, 04 April 2018



For the issuing office:
DNV GL – Business Assurance
1400 Ravello Drive, Katy, TX, 77449-5164,
USA

John Stefan
Management Representative

Lack of fulfillment of conditions as set out in the Certification Agreement may render this Certificate invalid.
ACCREDITED UNIT: DNV GL Business Assurance USA, Inc., 1400 Ravello Drive, Katy, TX 77449 USA, TEL:281-346-5000; dnvgliert.com