



Universidad Nacional

**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

[http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**

**EVALUACION DE ORIGINALIDAD**

**ID. N° 102921631**

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento de INFORME FINAL DE TESIS cuyo título es:

**IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE SAFE CON FINES DE  
COMPLEMENTAR EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE CÁLCULO  
MANUAL EN ZAPATAS AISLADAS EN LOS ESTUDIANTES DE  
INGENIERÍA CIVIL – 2021**

presentado por:

**MENESES GARCIA, NELSON RAUL**

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es de **5% de similitud**, por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 21 de setiembre de 2023

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
UNIDAD DE INVESTIGACION

Dr. SANTOS CHACALTANA VÁSQUEZ  
DIRECTOR (I)

DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION  
Facultad de Ingeniería Civil



Implementación del Software *Safe* con fines de complementar el  
Análisis y Diseño de cálculo manual en Zapatas Aisladas en los  
Estudiantes de Ingeniería Civil – 2021

Línea de investigación:  
Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:  
BACH. MENESES GARCIA, NELSON RAÚL

ASESOR:  
ING. MINA APARICIO, LUIS

Ica, Perú  
2023

## **DEDICATORIA**

A nuestro padre celestial, por la dicha de cada día vivido. A mis padres por su sacrificio de coraje permanente por ver el sueño de su hijo realizado. Especialmente a mi amada esposa por estar en cada uno de los momentos importantes de mi vida.

A cada uno de mis maestros por sus enseñanzas impartidas en las aulas universitarias. A todas mis amistades que también forman parte de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a todas las personas que estuvieron en cada paso que daba en este camino de realización profesional, tanto a mis familiares, a mis docentes y especialmente a mi querida Esposa e hija.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Formulación de problemas .....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos .....	2
1.3 Antecedentes del problema de investigación .....	3
1.3.1 Antecedentes a nivel internacional.....	3
1.3.2 Antecedentes a nivel nacional .....	4
1.3.3 Antecedentes a nivel local.....	4
1.4 Justificación e importancia de la investigación.....	4
1.4.1 Justificación.....	4
1.4.2 Importancia .....	5
1.5 Objetivos de la investigación .....	6
1.5.1 Objetivo general .....	6
1.5.2 Objetivos específicos .....	6
1.6 Contenido del informe final .....	6
<b>II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Procedimientos.....	8
2.2 Diseño metodológico. ....	8
2.2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación.....	8
2.2.2 Operacionalización de variables.....	9
2.3 Universo y muestra .....	9
2.3.1 Delimitación del proyecto.....	9
2.3.2 Delimitación temporal.....	11
2.3.3 Delimitación social.....	11
2.3.4 Delimitación conceptual.....	11
2.3.5 Población y muestra. ....	12

2.4	Instrumentos y técnicas de medición y recolección.....	12
2.4.1	Instrumentos de recolección de datos.....	12
2.4.2	Técnicas de recolección de datos.....	13
2.4.3	Técnicas de análisis, procesamiento e interpretación de datos.....	13
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>15</b>
3.1	Procesamiento, análisis e interpretación de datos.....	15
3.1.1	Descripción del cálculo demostrativo.....	15
3.1.2	Características de la zapata aislada.....	15
3.1.3	Pasos de diseño con software SAFE V.12.....	16
3.2	Cálculo manual.....	37
3.2.1	Esfuerzo neto del terreno (Gn).....	37
3.2.2	Dimensiones de la zapata.....	38
3.2.3	Reacción neta (Wn).....	38
3.3	Diseño manual.....	39
3.3.1	Diseño por fuerza cortante.....	39
3.3.2	Diseño por punzonamiento.....	40
3.3.3	Diseño por longitud de desarrollo.....	43
3.3.4	Altura de zapata.....	45
3.3.5	Diseño por flexión.....	46
3.4	Verificación de hipótesis.....	52
3.4.1	Verificación de hipótesis específicas.....	52
3.4.2	Verificación de hipótesis general.....	53
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
4.1	Discusión de resultados.....	54
4.1.1	Valor del punzonamiento.....	54
4.1.2	Optimización del concreto.....	54
4.1.3	Optimización del acero.....	55
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>60</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Operacionalización de variables .....	9
Tabla II Tanteo para diseño por flexión.....	47
Tabla III Resultados del tanteo diseño acero transversal .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Zapata aislada centrada.....	1
Fig. 2. Ubicación del departamento de Ica.....	10
Fig. 3. Ubicación de la provincia de Ica.....	10
Fig. 4. Ubicación del distrito de Tate de Ica. ....	11
Fig. 5. Ubicación de la zona de estudio Tate. ....	11
Fig. 6. Característica de Zapata Aislada.....	15
Fig. 7. Selección plantilla single footing.....	16
Fig. 8. Selección Phi Shear .....	16
Fig. 9. Selección recubrimiento .....	17
Fig. 10. Selección unidades.....	17
Fig. 11. Definir dimensiones, cargas, espesor y modulo balasto .....	17
Fig. 12. Ingresamos los valores .....	18
Fig. 13. Sección columna generada.....	18
Fig. 14. Editar área.....	19
Fig. 15. Modificando el área .....	19
Fig. 16. Después de modificar.....	19
Fig. 17. Definir nuevo material concreto .....	20
Fig. 18. Ingresamos $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	20
Fig. 19. Ingresamos nuevo material acero .....	21
Fig. 20. Cambiar la nomenclatura de las barras de refuerzo .....	22
Fig. 21. Cambiamos de $\phi$ en mm a #.....	22
Fig. 22. Define Load Patterns .....	23
Fig. 23. Ingresamos el peso del suelo y peso la s/c.....	23
Fig. 24. Definir la combinación de carga.....	24
Fig. 25. Ingresamos COMB_S1 y COMB_U1 .....	24
Fig. 26. Ingresando las cargas actuantes sobre la zapata (puntual).....	25
Fig. 27. Ingresamos la carga del suelo y la sobrecarga (superficie).....	25
Fig. 28. Asignación de la carga del suelo sobre la zapata .....	26
Fig. 29. Asignación de la sobrecarga sobre la zapata.....	26
Fig. 30. Ejecutamos el Programa .....	26
Fig. 31. Verificar las presiones .....	27
Fig. 32. Verificar la presión máxima ejercida sobre el suelo.....	27
Fig. 33. Incrementando la dimensión de la zapata .....	28
Fig. 34. Mostrar resultados en tablas .....	29

Fig. 35. Mostrando la Max. y Min presiones .....	29
Fig. 36. Verificando el asentamiento .....	30
Fig. 37. Seleccionando COM_S1 .....	30
Fig. 38. Cálculo del asentamiento de la Zapata.....	31
Fig. 39. Verificando la resistencia a corte por punzonamiento .....	32
Fig. 40. Verificando el cortante por punzonamiento.....	32
Fig. 41. Definir la combinación de carga COMB-u2.....	33
Fig. 42. Verificar la resistencia por punzonamiento .....	33
Fig. 43. Verificamos la relación Demanda/Capacidad (75 cm) .....	34
Fig. 44. Verificamos la relación Demanda/Capacidad (80 cm) .....	34
Fig. 45. Definir el recubrimiento y diámetro del acero .....	35
Fig. 46. Se apertura un cuadro de diálogo (Slab Design).....	36
Fig. 47. Seleccionamos el Layer A (acero horizontal) y el diámetro de la barra .....	36
Fig. 48. Seleccionamos el Layer B (acero vertical) y el diámetro de la barra.....	37
Fig. 49. Detalle de Esfuerzo Neto .....	37
Fig. 50. Detalle de Área de Zapata Aislada.....	38
Fig. 51. Detalle de Reacción Neta.....	39
Fig. 52. Detalle en planta para fuerza cortante.....	39
Fig. 53. Detalle en elevación para fuerza cortante .....	40
Fig. 54. Detalle de planta por punzonamiento .....	41
Fig. 55. Detalle de elevación por punzonamiento .....	41
Fig. 56. Fuerza por punzonamiento.....	42
Fig. 57. Área de punzonamiento .....	42
Fig. 58. Detalle de Longitud de Desarrollo.....	44
Fig. 59. Detalle de altura de zapata .....	45
Fig. 60. Detalle de Peralte de Zapata .....	45
Fig. 61. Detalle de Planta para Flexión .....	46
Fig. 62. Detalle de Elevación para Flexión .....	46
Fig. 63. Detalle de Zapata en elevación .....	47
Fig. 64. Detalle de espaciamiento .....	48
Fig. 65. Detalle de Acero Longitudinal.....	49
Fig. 66. Detalle en Elevación Final de Zapata .....	50
Fig. 67. Detalle Final de Zapata Aislada.....	52
Fig. 68. Resultado de punzonamiento de tesista Olmedo .....	54
Fig. 69. Resultado de esfuerzo del suelo de tesista Olmedo .....	55
Fig. 70. Resultado de aceros de tesista Olmedo.....	55

## RESUMEN

El estudio de investigación realizado pretende dar alcances sobre la implementación del Software Safe con fines de complementar el análisis y diseño de cálculo manual en zapatas aisladas en los estudiantes de Ingeniería Civil, realizando un análisis previo, bajo los criterios y procedimientos establecidos según las normas vigentes, como la E.030 diseño sismorresistente, para el análisis y diseño se empleó el Software Safe, permitiendo que el estudiante de ingeniería civil interrelacione los cálculos manuales y diseños de zapatas aisladas complementándolo con el Software Safe y así poder comprobar sus resultados a través de una buena implementación para a futuro poder desarrollar cálculos más complejos sin la necesidad de un cálculo manual, consiguiendo a futuro con la practica un buen dominio del Software Safe. Ya que hoy en día con el avance de las tecnologías los estudiantes cada día están más familiarizados con este tipo de software automatizados siendo una herramienta muy empleada en el campo de la Ingeniería estructural como lo es el software Safe, el mismo también nos permitirá poder controlar el punzonamiento y así poder tomar una mejor decisión respecto a su altura final de la zapata, con el fin de proyectar viviendas más seguras.

El objetivo del trabajo de investigación fue demostrar que la implementación del Software Safe Si beneficia con fines de complementar el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas en los estudiantes de Ingeniería Civil, en la cual se utilizó un tipo de investigación cuantitativa y aplicada de nivel descriptivo y diseño no experimental.

Los resultados del estudio de investigación muestran que con el empleo del software safe se logran resultados más confiables cumpliéndose así con la verificación de punzonamiento y esfuerzos.

Las conclusiones a los que se llegó fueron que no hubo la necesidad de ampliar las dimensiones y altura de las zapatas al verificarse los valores máximos permitidos para el modelo.

**Palabras clave:** Software Safe, zapatas aisladas, estudiantes de Ingeniería Civil.

## ABSTRACT

The research study carried out intends to give scope on the implementation of the Safe Software in order to complement the analysis and design of manual calculation in isolated footings in civil engineering students, carrying out a previous analysis, under the criteria and procedures established according to current regulations. , such as E.030 seismic resistant design, the Safe software was used for the analysis and design, allowing the civil engineering student to interrelate manual calculations and designs of isolated footings, complementing it with the Safe Software and thus be able to check their results through a good implementation to be able to develop more complex calculations in the future without the need for manual calculation, achieving a good command of Software Safe in the future with practice. Since today, with the advancement of technology, students are becoming more familiar with this type of automated software, being a tool widely used in the field of structural engineering, such as Safe software, it will also allow us to control punching shear and thus be able to make a better decision regarding the final height of the footing, in order to design safer homes.

The objective of the research work was to demonstrate that the implementation of the Safe Si Software benefits in order to complement the analysis and design of the manual calculation in isolated footings in Civil Engineering students, in which a type of quantitative and applied research of correlational descriptive level and non-experimental design.

The results of the research study show that with the use of the safe software they achieve more reliable results, thus complying with the verification of punching and efforts.

The conclusions reached were that there was no need to increase the dimensions and height of the footings when the maximum values allowed for the model were verified.

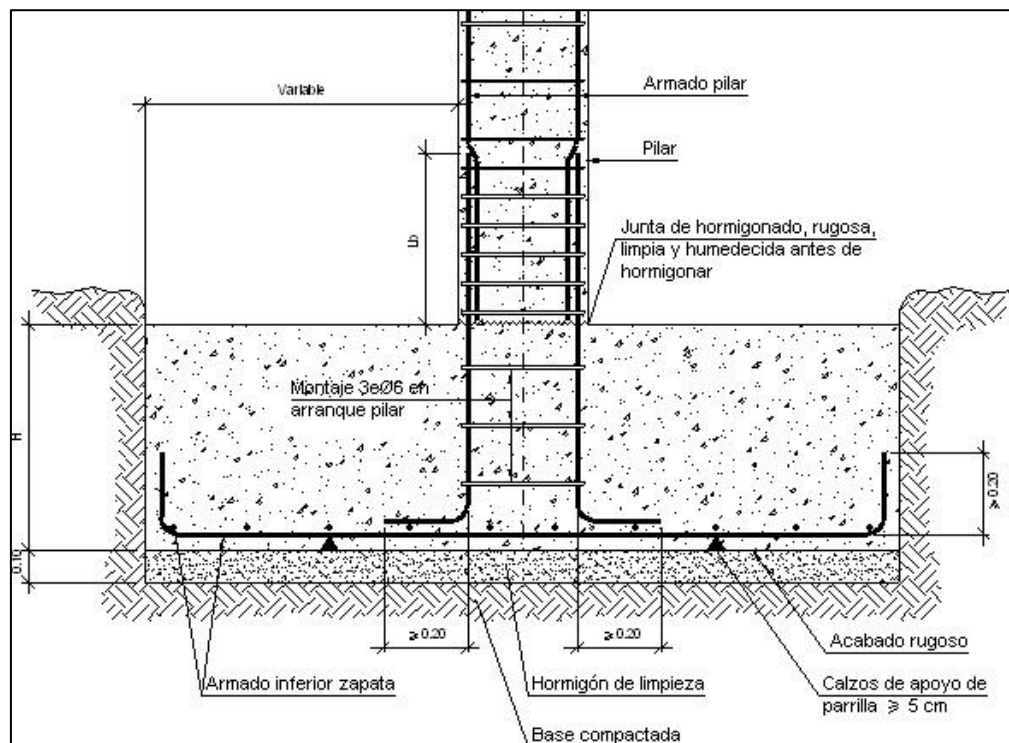
**Keywords:** Safe Software, isolated footings, civil engineering students.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Situación problemática

SAFE es un *software* innovador y revolucionario para análisis y dimensionamiento de losas y cimentaciones de hormigón armado. Desde el modelado de objetos a la creación de diseños y detalles, SAFE integra todos los aspectos del proceso de dimensionamiento [1]. Siendo los antecedentes del problema, las investigaciones que tienen que ver con los trabajos realizados anteriormente con relación al objeto de estudio y en los cuales se descubren las aproximaciones que otros autores han tenido hacia el objeto de estudio, señalamos a continuación los antecedentes internacionales, nacionales y locales.

Por otro lado, en el 2019: Yepes Piqueras, Víctor [2]; publica en la Web de Universidad Politécnica de Valencia, España; unos apuntes mediante el cual define a la zapata aislada como una cimentación puntual que toma un solo medio de carga, como son los pilares tal como podemos apreciar en la Figura 1. Se hace empleo sobre un terreno firme, transmitiendo una tensión mediana a alta y originando asientos reducidos o moderados. Es la cimentación más económica sobre roca o suelos con tensiones admisibles habituales superiores a  $0,15 \text{ N/mm}^2$ . Son cuadradas.



**Fig. 1.** Zapata aislada centrada [2]

Una de las razones que impulsa el presente trabajo en la utilización del Software Safe es su gran capacidad de poder automatizar los cálculos de zapatas aisladas tales como es el

chequeo del Punzonamiento ejercido sobre la cimentación, en la actualidad el tema de zapatas aisladas que se dicta de forma manual en el curso de concreto armado en la carrera de ingeniería civil constituye una base fundamental para la formación de los futuros profesionales de la ingeniería civil del área de estructuras , dichos procesos de cálculos hoy en día ya se pueden complementar con un programa automatizado para el mismo fin y que nos ahorre tiempo de análisis tal como es el software Safe y así tener una alternativa de comprobación de cálculo clásico que muchas veces no se podía contar. La implementación del Software Safe hoy en día resuelve diversas dificultades en un estudiante de ingeniería civil como poder agilizar los cálculos manuales en una zapata aislada, poder comprobar dichos cálculos e interactuar con el programa y poder reducir costos al momento que se realiza el análisis y diseño proceso que muchas veces un cálculo manual resulta más dificultoso.

Cabe mencionar que para lograr lo antes mencionado el estudiante debe primeramente interiorizar con la teoría de zapatas aisladas, extraer información necesaria del manual del Safe y hacer una conexión de entendimiento entre ambos, solo así el programa será muy útil tanto en la etapa académica como también en el ejercicio profesional a futuro al momento de analizar y diseñar una cimentación.

El presente trabajo también servirá de mucha ayuda como una guía para los estudiantes que estén cursando el curso de concreto armado, en especial a los estudiantes de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica buscando incentivar el uso de dicha herramienta que permite afianzar más nuestro proceso de razonamiento al momento que este se complementa con un cálculo manual.

## **1.2 Formulación de problemas**

### **1.2.1 Problema general**

¿Qué beneficios se obtienen al implementar el software Safe, con fines de complementar el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas, en los estudiantes de ingeniería civil?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a) ¿Cómo se interpreta el valor del punzonamiento que nos muestra el software Safe, con fines de complementar el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas?
- b) ¿Qué relación existe entre la implementación del software Safe, respecto a la optimización del concreto en el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas?
- c) ¿Qué relación existe entre la implementación del software Safe, respecto a la optimización del acero en el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas?

### **1.3 Antecedentes del problema de investigación**

#### **1.3.1 Antecedentes a nivel internacional**

En el 2010; Bautista Cabrera, Carlos Alberto [3]; en su tesis de investigación plantea como objetivo “Presentar una guía de manejo y procedimientos del programa SAFE v8 y su aplicación en el diseño de cimentaciones comunes en la construcción”. Los resultados del análisis y diseño que proporciona el programa SAFE es muy confiable dado que realiza los cálculos con base de elementos finitos y códigos conocidos en el ámbito de la Ingeniería como el código LRFD (diseño con base a factores de carga y resistencia) - ASD (diseño con base a resistencia admisible) ambos para el diseño de elementos de acero y el código ACI 318-02 para el diseño de elementos de concreto, Especifica en sus conclusiones que al emplear el Software SAFE v8 se logra optimizar el diseño estructural, y en consecuencia podemos obtener relevantes beneficios, ya sea en la rapidez del cálculo como en la facilidad del manejo del programa.

En el 2013; Olmedo Cueva, José Paúl [4]; en su tesis de investigación plantea como objetivo “Implementar programas informáticos en la materia de Proyectos y Paquetes Computacionales de la Carrera de Ingeniería Civil, destinados al análisis y diseño de cimentaciones superficiales, aplicación para el cálculo de edificios”. En el cual estipula que, al realizar la comparación de los resultados obtenidos mediante el cálculo manual y los resultados del Software SAFE, se concluye que existe una notoria diferencia mínima. La finalidad del programa es poder ahorrarse repetir todos los procesos del cálculo debido a que se pueden cambiar datos y automáticamente el programa arrojará los resultados.

En el 2016; Cruz López, Claudia [5]; en su tesis de investigación plantea como objetivo “Los procedimientos para el manejo del SAFE en la modelación, el análisis y diseño estructural automatizado de elementos planos como: losas y cimentaciones en balsa.”. El autor especifica que, para realizar el análisis y diseño estructura de losas y cimentaciones, existen diversos procesos manuales que se rigen a métodos aproximados, algunos de ellos tienen limitaciones para su ejecución. No obstante, son aplicados por los profesionales para realizar dichos procesos, presenta como una de sus conclusiones que la metodología de trabajo propuesta con los ejemplos resueltos, las instrucciones y recomendaciones prácticas para un correcto manejo del SAFE a partir de la experiencia acumulada en este trabajo, constituyen una valiosa herramienta para realizar el diseño automatizado de elementos planos como: losas y cimentaciones en balsa y de las conclusiones anteriores se deriva que el SAFE es un software apropiado para el diseño de elementos planos como: losas y cimentaciones en balsa en Cuba.

### **1.3.2 Antecedentes a nivel nacional**

En el 2015; Rodríguez Alcalde, Abel [6]; en su tesis de investigación plantea como objetivo realizar el análisis comparativo del diseño de zapatas aisladas y combinadas rectangulares Por flexión uniaxial · y biaxial con programa computacional elaborado y SAFE, y finalmente se llega a la conclusión que la elaboración del diseño de zapatas es sumamente relevante para que la estructura pueda tener un óptimo desarrollo, así mismo esta depende del estudio de suelos que se disponga.

En el 2018; Velásquez Huayta, Félix Alejandra [7]; en su tesis de investigación plantea como objetivo determinar el tipo de cimentación superficial más eficiente para una Institución Educativa. El autor confirma la hipótesis planteada, debido a que el tipo de cimentación que mejor se acomoda a la institución Educativa, ubicada en la localidad de Carbón Alto, distrito de Gregorio Pita – San Marcos – Cajamarca es de tipo zapata conectada, debido a que presenta una mayor eficiencia, buen comportamiento ante las cargas de servicio. En alguna de las conclusiones nos dice, luego de tener los respectivos cálculos, se debe proseguir a la construcción de una platea de cimentación para el núcleo del proyecto, por otro lado, que, en el área restante, zapatas aisladas.

En el 2019; Acosta Moreno, Joel y Balcázar Garrido, Jahdai Gesam [8]; en su tesis de investigación plantea como objetivo realizar el análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado de 8 pisos destinado a oficinas, ubicado en el distrito y provincia de Huancayo. En el análisis de la cimentación se realizó mediante un modelo basado en elementos finitos con ayuda del programa SAFE 2016. En una de sus conclusiones menciona que es preciso tener en cuenta en las losas aligeradas, macizas y vigas que, las varillas de acero presente en los elementos, su diámetro no debe cambiar consecutivos y no saturar de refuerzos, pues es mejor optar por desarrollar la redistribución de los momentos o maximizar los diámetros de las barras.

### **1.3.3 Antecedentes a nivel local**

No se han podido encontrar antecedentes de tesis a nivel local referentes al tema en estudio, en la Ciudad de Ica.

## **1.4 Justificación e importancia de la investigación**

### **1.4.1 Justificación**

#### **a) Justificación Práctica**

Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos, C. y Baptista Lucio, María [9]; en el libro sobre Metodología de la Investigación Científica, menciona que una investigación practica puede generar aportes prácticos directos o indirectos relacionados a la problemática real estudiada.

Atendiendo a lo expresado en el párrafo anterior, la presente investigación **se justifica** de carácter de **práctica**, porque va permitir que el alumno interrelacione los cálculos manuales de análisis y diseño de zapatas aisladas, que se llevan en el curso de concreto armado y así complementarlo con el software *Safe*, comprobando sus resultados a través de una buena utilización, pudiendo desarrollar a futuro cálculos más complejos sin la necesidad de un cálculo manual, ya que se conseguirá un buen dominio del software *Safe*.

**b) Justificación social**

Hernández, R; Fernández, C y Baptista, M. [9]; señalan que “Toda investigación debe tener cierta relevancia social, logrando ser trascendente para la sociedad y denotando alcance o proyección social, ayudando a resolver problemas que afectan a un grupo social”. ...Toda investigación debe tener cierta relevancia **social**, logrando ser trascendente para la sociedad y denotando alcance o proyección social.

Atendiendo a lo expresado en el párrafo anterior, la presente investigación **se justifica** de carácter **social**, porque servirá de aporte a los estudiantes de ingeniería civil, porque va motivar el aprendizaje en el área de Estructuras y ello podría repercutir en el aumento de futuros profesionales en esta área y así poder contribuir con proyectos de estructuras que la Región Ica también necesita, para lograr un mejor desarrollo en infraestructura.

**c) Justificación Teórica**

Por otro lado; Baena Paz, Guillermina; también en su libro de Metodología de la Investigación [10], detalla que la justificación teórica va ligada a la inquietud del investigador por profundizar los enfoques teóricos que tratan el problema que se explica, a fin de avanzar en el conocimiento en una línea de investigación.

La presente investigación se justifica de manera teórica, en razón que se pretende dar complemento a los procesos de cálculo manual en zapatas aisladas mediante la implementación del software *Safe* y así optimizar su diseño.

**1.4.2 Importancia**

La importancia del presente trabajo de investigación, permitirá a los estudiantes de Ingeniería Civil, estar más actualizados con las herramientas tecnológicas del área de estructuras, dando a conocer el procedimiento de cómo debemos comprobar nuestro cálculo manual a través de un software automatizado como el software *Safe*, con fines de complementar los cálculos manuales del análisis y diseño en una zapata aislada. Este software nos permitirá controlar el punzonamiento que podría sufrir una zapata aislada y así tomar una mejor decisión respecto a la altura final de la

zapata. también servirán de aporte a los estudiantes de ingeniería civil, comunidad científica y a los profesionales como alcances para futuros trabajos que aborden temas relacionados al análisis y diseño de cálculo manual en zapatas aisladas.

## **1.5 Objetivos de la investigación**

### **1.5.1 Objetivo general**

Demostrar que la implementación del Software Safe Si beneficia con fines de complementar el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas en los estudiantes de Ingeniería Civil.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- a) Interpretar el valor del punzonamiento que nos muestra el Software Safe, con fines de complementar el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas.
- b) Establecer la relación entre la implementación del Software Safe, respecto a la optimización del concreto en el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas.
- c) Establecer la relación entre la implementación del Software Safe, respecto a la optimización del acero en el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas.

## **1.6 Contenido del informe final**

En el capítulo I – Introducción, se expresa de manera puntual el preámbulo y definiciones de nuestro proyecto a desarrollar, así como la problemática, objetivos, justificaciones y antecedentes necesarios.

En el capítulo II – Estrategia Metodológica, se muestra el planeamiento metodológico, nos brinda detalladamente como fue realizada y los elementos utilizados en esta, así como los sujetos y grupos de asignación, instrumentos de medición y procedimientos.

En el capítulo III – Resultados, se desarrolla de forma puntual y simple los resultados obtenidos, así como sus tablas, gráficos, imágenes y programas que se emplearon para su desarrollo, la justificación de porque se utilizaron; este capítulo muestra los datos más importantes, ya nos ayudara a dar desenlace a la problemática y objetivos propuestos para así lograr corroborar las hipótesis planteadas.

En el capítulo IV – Discusión, se examina e interpreta los resultados, recalando los aspectos cruciales del proyecto, insistiendo que no se debe repetir la información presentada.

El capítulo V – Conclusiones, hace referencia a los resultados que obtuvimos en el desarrollo de la tesis, estas van a la par de la cifra de objetivos presentados en la investigación.

El capítulo VI – Recomendaciones, responde a la perspectiva o punto de vista del autor, cuyas recomendaciones están directamente vinculadas con las conclusiones, siendo puntuales y resumidas.

En el capítulo VII – Referencias Bibliográficas, se agrupa todas fuentes consultadas y que fueron citadas a lo largo del informe.

Y finalmente, en el capítulo VIII – Anexos, se colocan los elementos que respaldan lo desarrollado en la tesis como son el panel fotográfico y los planos necesarios.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1 Procedimientos.

La secuencia metodológica será estructurada en tres etapas, las cuales son:

- 1) Etapa preliminar de gabinete, comprende en la búsqueda, recolección y recopilación de datos, entre otros; procesamiento, evaluación y análisis de la información temática preliminar, vinculada con el ámbito de influencia del estudio.
- 2) Etapa de campo, tiene como propósito tomar las características del terreno para la realización del informe de suelos el cual a su vez conllevará a conocer determinados valores como el esfuerzo del terreno, tipo de suelo y cota de fundación que servirán como datos relevantes para la realización del tema en estudio.
- 3) Etapa final de gabinete, comprende principalmente las tareas de procesamiento de la información obtenida de las etapas anteriores, en esta etapa se hará la implementación y participación del Software Safe con fines de complementar el análisis y diseño de cálculo manual en zapatas aisladas, aplicando y respetando la norma Sismorresistente E. 030, y así poder cumplir con los objetivos que han sido establecidos, lograr la verificación de las hipótesis y llegar finalmente a plantear un conjunto de conclusiones y recomendaciones.

### 2.2 Diseño metodológico.

#### 2.2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

##### a) Tipo de investigación

Según Sánchez Carlessi y Reyes [11]; El tipo de investigación es **aplicada** debido a que “Se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a una situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella se deriven”.

La presente investigación será de tipo Aplicada, porque tiene por objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación.

##### b) Nivel de investigación

El presente estudio se encuentra en el **nivel descriptivo-correlacional**, Según Hernández Sampieri y otros [9]; “La Investigación Descriptiva busca especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” y “La Investigación Correlacional... es un tipo de estudio que tiene

como propósito evaluar la relación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables (en un contexto en particular).

El presente estudio se encuentra en el **nivel descriptivo-correlacional**, porque describirá las características del fenómeno en estudio

**c) Diseño de investigación**

La investigación es de diseño **no experimental** [9], porque “los fenómenos que se desarrollan de forma natural, no ocasionados intencionalmente, en la investigación serán de tipo no experimental”.

**2.2.2 Operacionalización de variables**

Se muestra en la tabla I.

**Tabla I**  
Operacionalización de variables

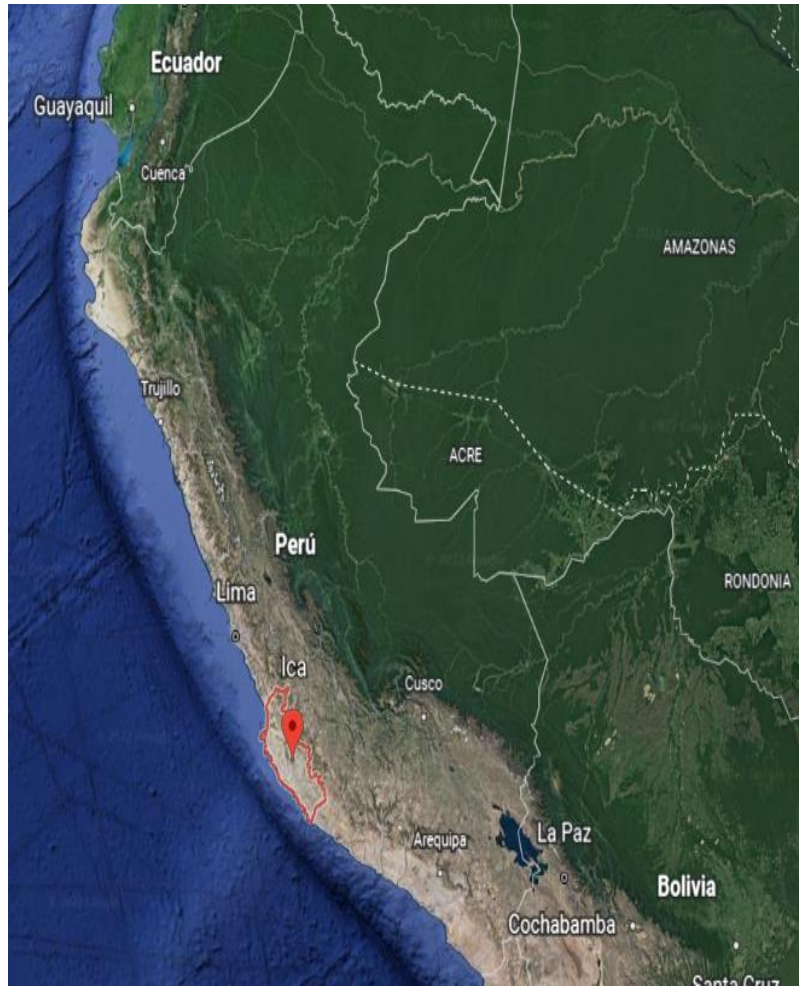
<b>Variables</b>	<b>Definición de variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
INDEPENDIENTE: Software Safe.	Es un software que permite el análisis y diseño de una zapata aislada.	Aplicación, para agilizar los procesos de análisis y diseño de una zapata aislada, controlando el punzonamiento del mismo.	Procesar el punzonamiento. Cálculo del concreto. Cálculo de Acero en Safe.
DEPENDIENTE: cálculo manual en zapatas aisladas.	Consiste en afianzar los conocimientos del análisis y diseño de cálculos manual de una zapata aislada comprobando su resultado a través del software Safe.	Permitirá conocer el procedimiento de cómo debemos comprobar nuestro cálculo manual a través del software Safe, agilizando los cálculos manuales de una zapata aislada, controlando el punzonamiento y así reducir los costos al momento que se realiza el análisis y diseño.	Domina la teoría de Punzonamiento Aplica conceptos de concreto para la resolución de problemas. Aplica conceptos de acero para la resolución de problemas.

**2.3 Universo y muestra**

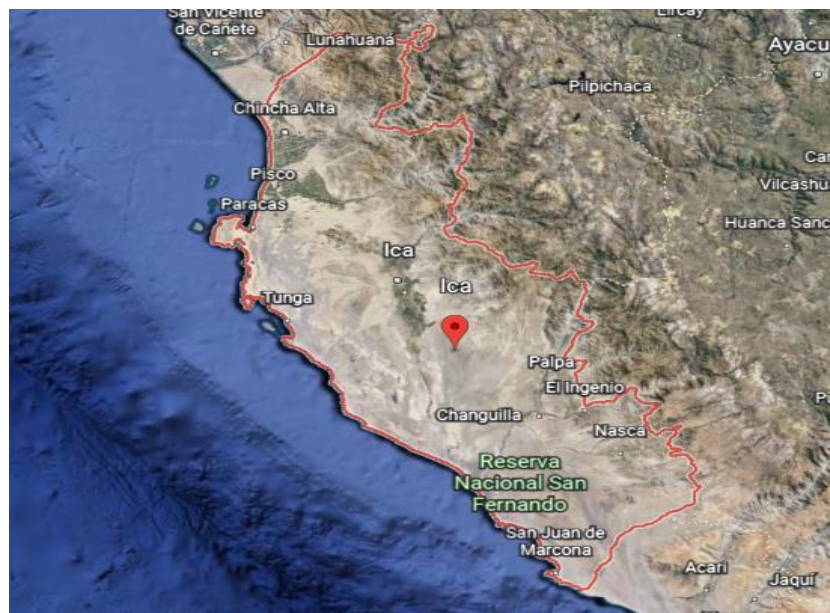
**2.3.1 Delimitación del proyecto**

El proyecto se desarrolló en el distrito de Tate, Provincia de Ica, Departamento Ica. Está ubicada a una altitud promedio de 396 msnm

La ubicación de la región Ica en el contexto geográfico nacional, de la provincia de Ica, del distrito de Tate y de la zona específica de estudio se muestra en las figuras 2, 3, 4 y 5; gracias a la herramienta virtual Google Earth.



**Fig. 2.** Ubicación del departamento de Ica



**Fig. 3.** Ubicación de la provincia de Ica.



**Fig. 4.** Ubicación del distrito de Tate de Ica.



**Fig. 5.** Ubicación de la zona de estudio Tate.

### 2.3.2 Delimitación temporal

El presente estudio de investigación, se desarrollará en un periodo de 4 y 18 meses.

### 2.3.3 Delimitación social

El presente trabajo de investigación, beneficiará a los estudiantes de ingeniería Civil, ya que hoy en día el área de ingeniería está más actualizados con las herramientas tecnológicas del área de estructuras, en la presente tesis brindaremos como aporte el procedimiento de cómo debemos comprobar nuestro cálculo manual a través de un software automatizado como es el software Safe, con fines de complementar los cálculos manuales del análisis y diseño en una zapata aislada.

### 2.3.4 Delimitación conceptual

La presente investigación se desarrollará considerando como tema general IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE SAFE, siendo el tema específico ANALISIS Y DISEÑO DE CÁLCULO MANUAL EN ZAPATAS AISLADAS, circunscribiéndose la revisión de la implementación del software Safe, para el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas y al cumplimiento del control

del punzonamiento en zapatas aisladas, cálculo del acero, para poder lograr una mayor optimización en zapatas aisladas, Para lo cual se tendrá en cuenta la Norma Técnica E.030 de Diseño sismorresistente 2018 [12], Norma E. 020 de cargas [13], E.050 Suelos y cimentaciones [14]; y otros manuales y teorías disponibles.

### 2.3.5 Población y muestra.

#### a) Población de estudio

Arias, F. en su libro: “El proyecto de investigación: Introducción a la investigación científica” [15]; define **población** como “un conjunto finito o infinito de elementos con características en común para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

La población de estudio serán los estudiantes de Ingeniería Civil

#### b) Tamaño de la muestra

Se define la **muestra** como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” [15].

La muestra de estudio, para el presente trabajo de investigación serán los estudiantes de ingeniería Civil del 4to y 5to que llevan el curso de concreto armado.

#### c) Criterios de inclusión y exclusión

##### Criterios de inclusión

- ✓ Software Safe.
- ✓ Manual del software Safe
- ✓ Análisis y diseño de cálculo manual en zapatas aisladas.
- ✓ Se empleará la teoría de Punzonamiento (control de punzonamiento)
- ✓ Se aplicará la Norma E. 0. 30 de Diseño Sismorresistente.
- ✓ Se aplicará la Norma E. 0. 20 de Cargas.

##### Criterios De Exclusión

- ✓ No se evaluará otro tipo de zapatas.

## 2.4 Instrumentos y técnicas de medición y recolección.

### 2.4.1 Instrumentos de recolección de datos

Tamayo y Tamayo, en su libro [16]: “El proceso de la investigación científica”; define el **instrumento** como una ayuda o una serie de elementos que el investigador construye con la finalidad de obtener información, facilitando así la medición de los mismos.

Como instrumento mencionamos los siguientes: cuestionarios como técnica de encuesta, que consistirá en preguntas respecto a las variables a medir y como

instrumentos más frecuentes de uso serán los textos, imágenes, fotografías, documentos, hojas de cálculo, etc.

#### **Instrumentos de Gabinete:**

- ✓ Software Safe
- ✓ Microsoft Office 2016
- ✓ Software AutoCAD 2019
- ✓ Laptop.
- ✓ Útiles de escritorio, etc.

#### **2.4.2 Técnicas de recolección de datos**

En la presente investigación, hemos utilizado la **observación directa**, según Hernández Sampieri y otros [9]: expresan que: la **observación directa** “consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta”. A través de esta técnica el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia **observación**. Tal como lo haremos en el presente estudio al comprobar nuestro cálculo manual a través del software Safe con fines de complementar los cálculos manuales del análisis y diseño en una zapata aislada.

También se empleó el **análisis documental**, sobre el entendido de que [9] “la investigación documental es detectar, obtener y consultar la biografía y otros materiales que parten de otros conocimientos y/o informaciones recogidas moderadamente de cualquier realidad, de manera selectiva, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio”. Tal como información documentada de parámetros sísmicos de la zona, textos, manual de Software Safe, etc.

#### **2.4.3 Técnicas de análisis, procesamiento e interpretación de datos**

Traza las diversas operaciones de procesamiento de datos o respuestas obtenidas, tales como: ordenamiento, clasificación, tabulación, registro, y codificación si es necesario. Con respecto al análisis se emplearán Técnicas Estadísticas o Lógicas, para interpretar lo que exhibe los datos recogidos. Seguiremos el siguiente orden:

##### **a) Recolección de respuestas o datos**

Incluye instaurar un plan detallado de procesos que conlleven a juntar datos para un determinado propósito.

##### **b) Procesamiento de la información**

Mediante este proceso se agrupan los datos individuales y se estructuran para responder al:

- ✓ Problema de Investigación
- ✓ Objetivos
- ✓ Hipótesis del estudio

Transformándose los datos en información importante.

**c) Presentación y publicación de los resultados**

El producto se muestra por medio de ecuaciones, tablas y gráficos, y se interpreta, en nuestro caso con análisis de contenido descriptivo.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Procesamiento, análisis e interpretación de datos.

##### 3.1.1 Descripción del cálculo demostrativo

El presente trabajo en investigación titulado: “Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis y Diseño de cálculo manual en Zapatas Aisladas en los Estudiantes de Ingeniería Civil” – 2021, tomará como referencia un problema de cálculo manual de zapatas aisladas planteado en las aulas de clase del curso de concreto armado II de la facultad de ingeniería civil de la universidad san Luis Gonzaga de Ica en la cual luego se realizará una comparación con el cálculo automatizado desarrollado mediante el Software Safe.

La Zapata Aislada a considerarse tendrá una columna ubicada en su parte central cuyas medidas serán de 70 x 40 cm.



**Fig. 6.** Característica de Zapata Aislada

##### 3.1.2 Características de la zapata aislada.

Se tomarán en cuenta los datos para el cálculo demostrativo:

$G_t$  = Esfuerzo del terreno = 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

$D_f$  = Cota de fundación = 2 metros.

$F'_c$  = Resistencia a la compresión = 175 Kg/cm<sup>2</sup>.

$F_y$  = Limite de Fluencia = 4200 Kg/cm<sup>2</sup>.

$\gamma_t$  = Peso específico del suelo = 1800 Kg/m<sup>3</sup>

S/C = Sobrecarga = 500 Kg/m<sup>2</sup>

PD = Carga Muerta = 190 Ton.

PL = Carga Viva = 80 Ton.

### 3.1.3 Pasos de diseño con software SAFE V.12

#### a) Definición de la geometría de la zapata aislada

**Paso 1:** al abrir el programa, generamos un nuevo archivo y seleccionamos la plantilla “single footing”.

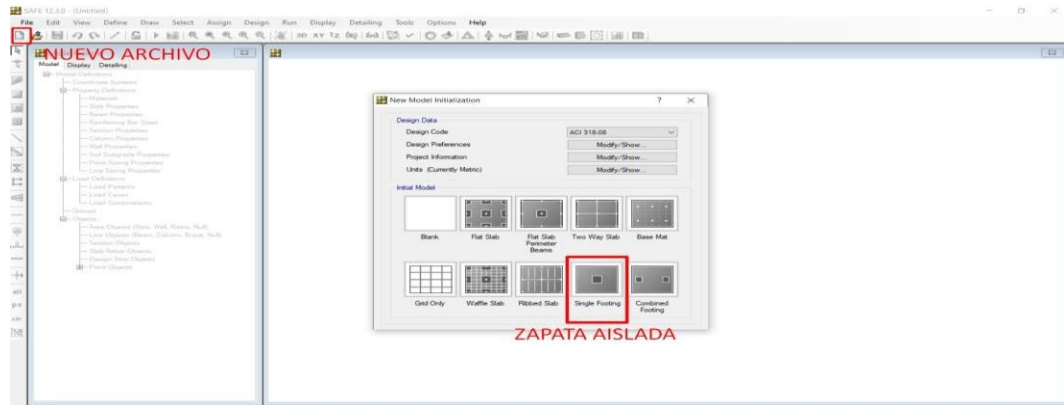


Fig. 7. Selección plantilla single footing

**Paso 2:** En las preferencias de diseño se deberá asignar el factor de reducción de resistencia por corte  $\phi = 0.85$ . Para el caso de recubrimiento se puede considerar 70mm para elementos de concreto en contacto directo con el suelo y expuesto a el de manera permanente.

Luego, en unidades de trabajo se puede cambiar a conveniencia. Para este ejemplo se consideró trabajar en el sistema “MKS”.

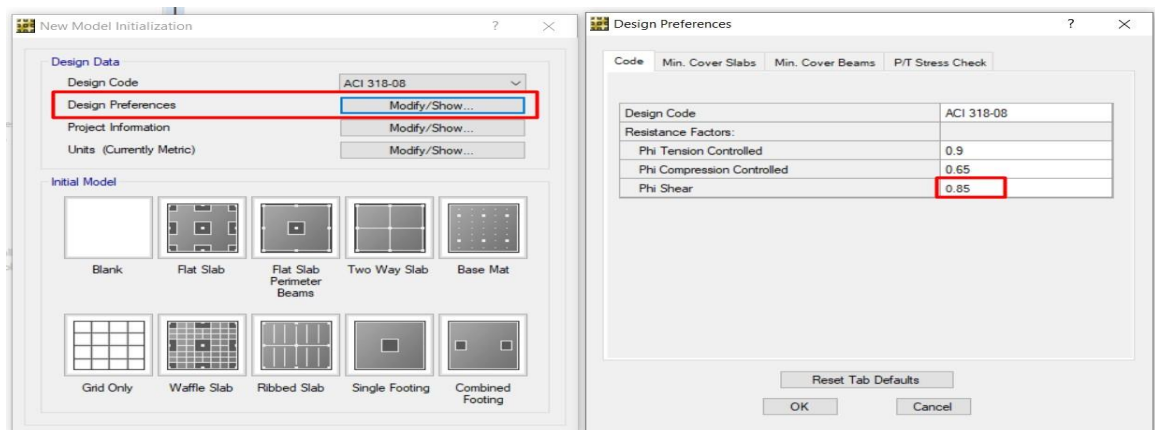


Fig. 8. Selección Phi Shear

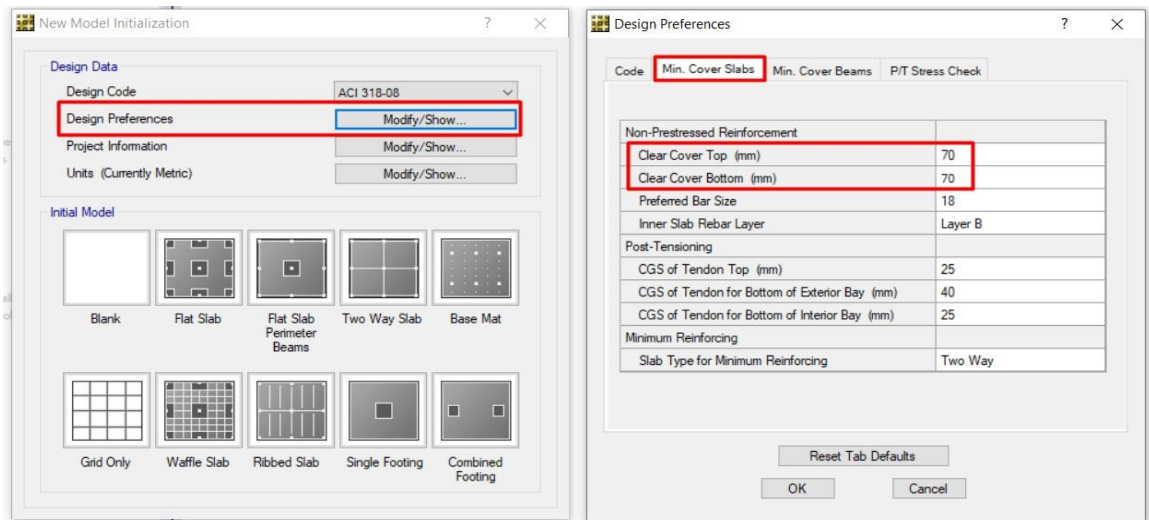


Fig. 9. Selección recubrimiento

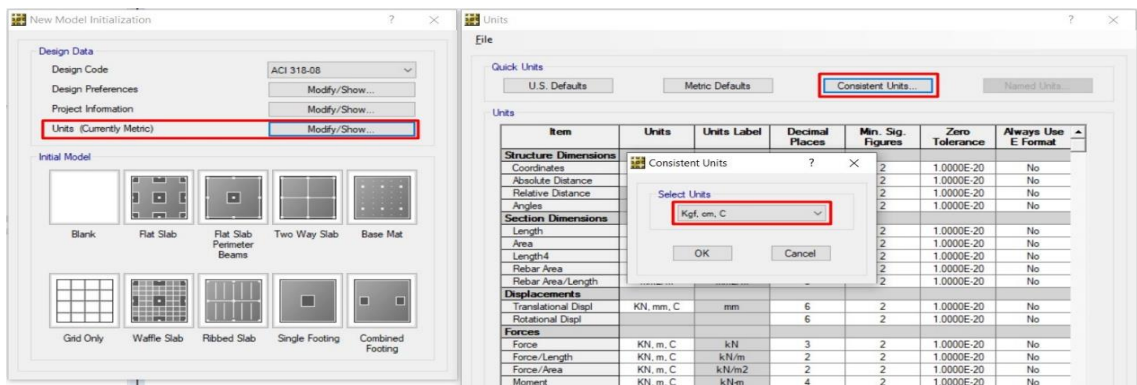


Fig. 10. Selección unidades

**Paso 03:** Seleccionar la plantilla para definir una zapata aislada. Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede definir las dimensiones de la zapata, las cargas gravitacionales(axiales y momentos), la dimensión de la carga para el punzonado, el espesor de la zapata y el módulo de balasto.

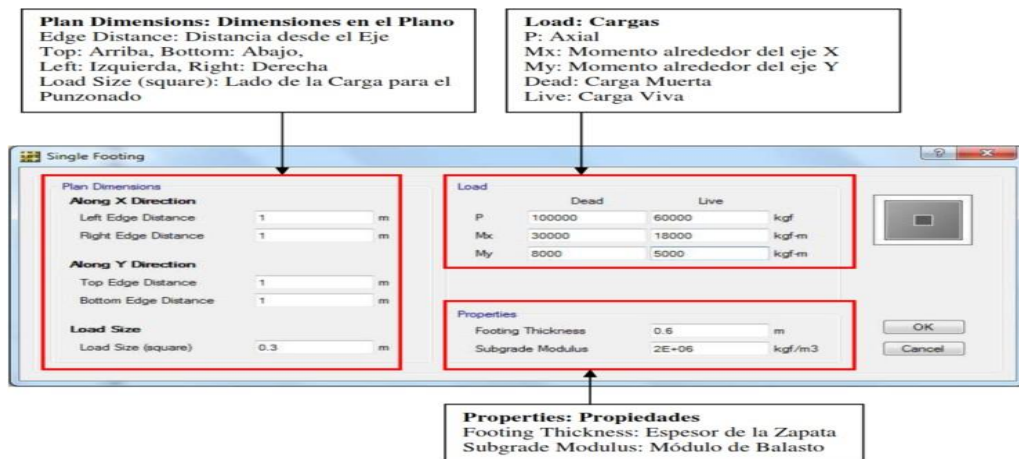
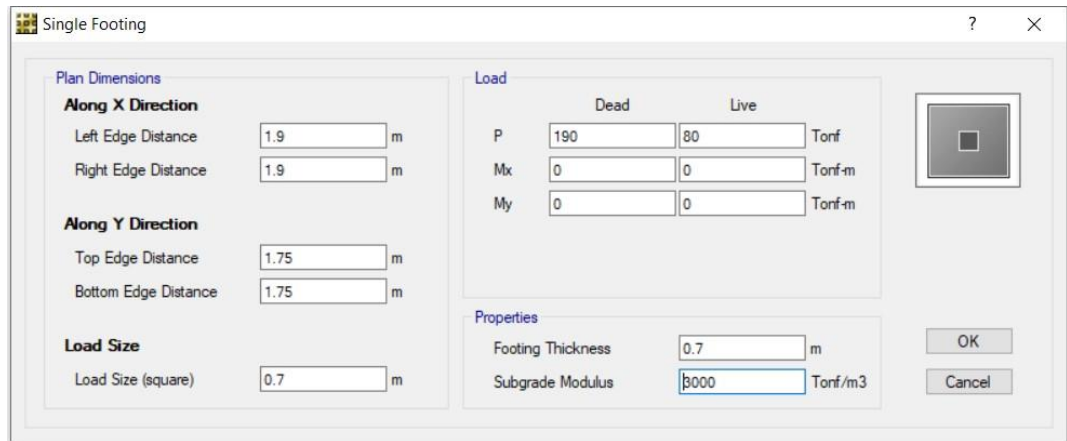
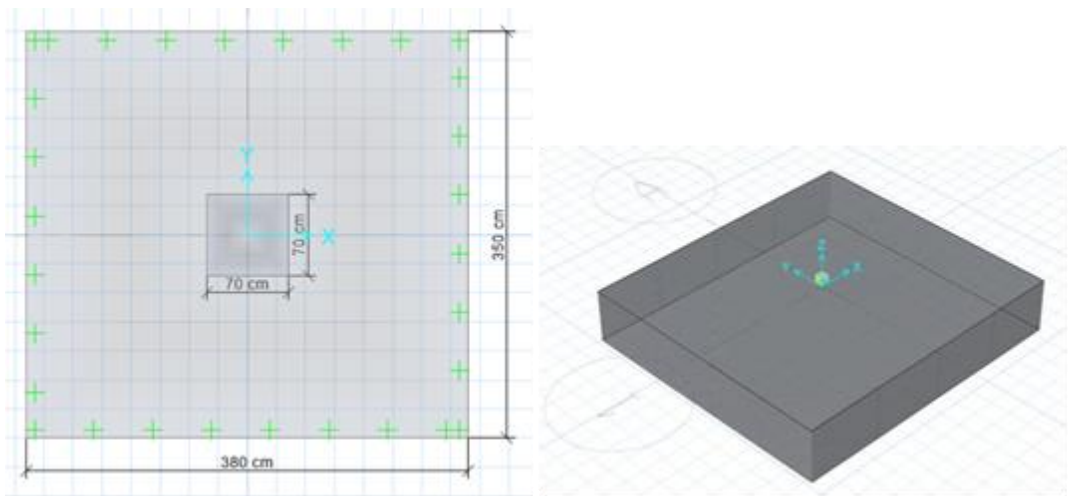


Fig. 11. Definir dimensiones, cargas, espesor y modulo balasto



**Fig. 12.** Ingresamos los valores



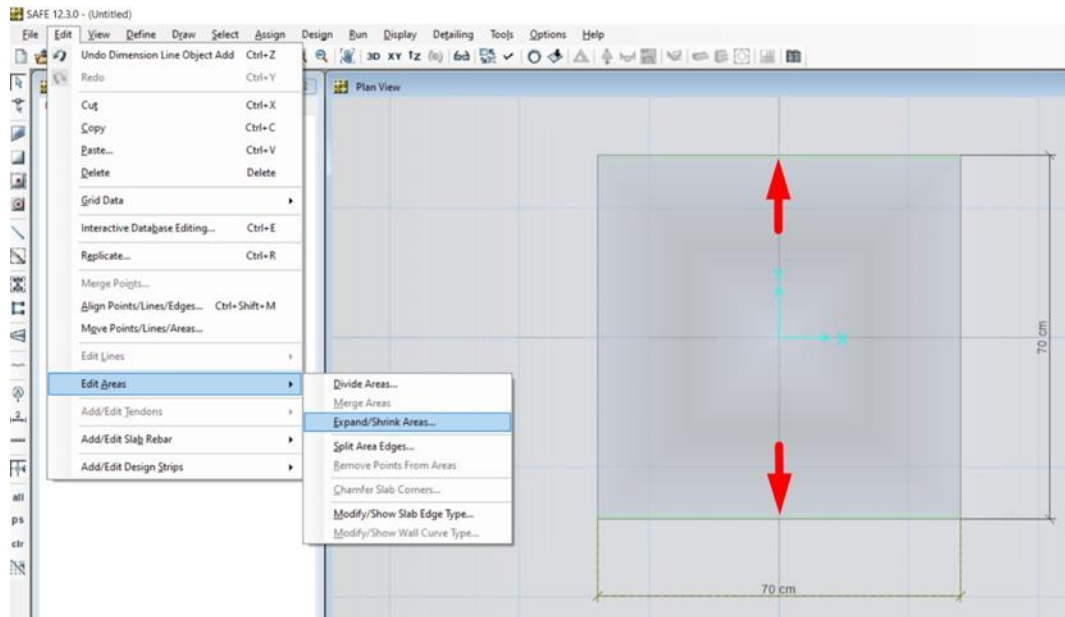
**Fig. 13.** Sección columna generada

**Paso 04:** La sección de la columna generada de manera automática con la plantilla del SAFE escuadrada. Ahora vamos a actualizar las dimensiones de la columna apoyada sobre la zapata aislada.

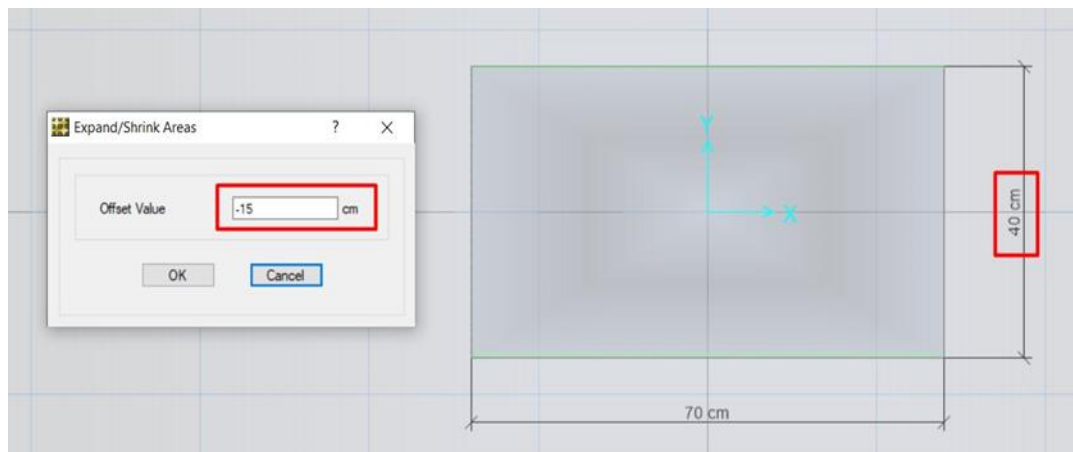
Ejecutamos la siguiente ruta:

**Edit → Edit Area → Expand/Shrink Areas → -15cm → Ok**

De esta manera reducimos en 15cm a cada lado la columna. De esta manera logramos una sección de 70cm x 40cm de sección de columna.

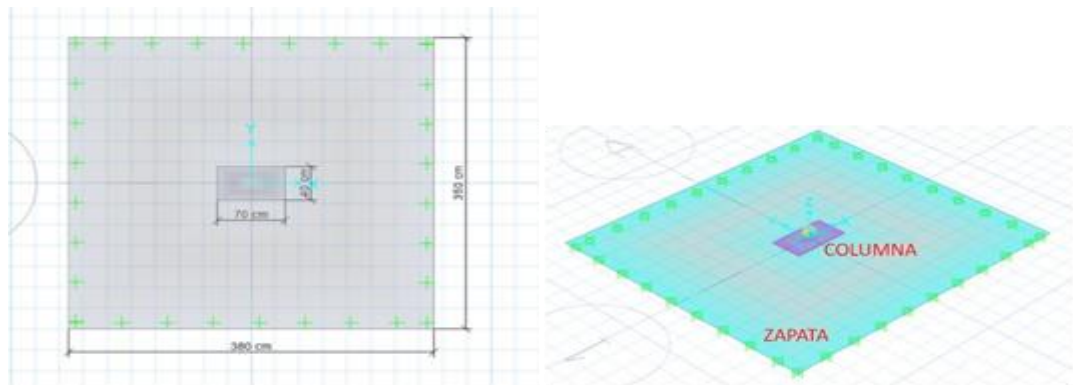


**Fig. 14.** Editar área



**Fig. 15.** Modificando el área

Finalmente, logramos definir la geometría de la zapata aislada de este ejercicio.

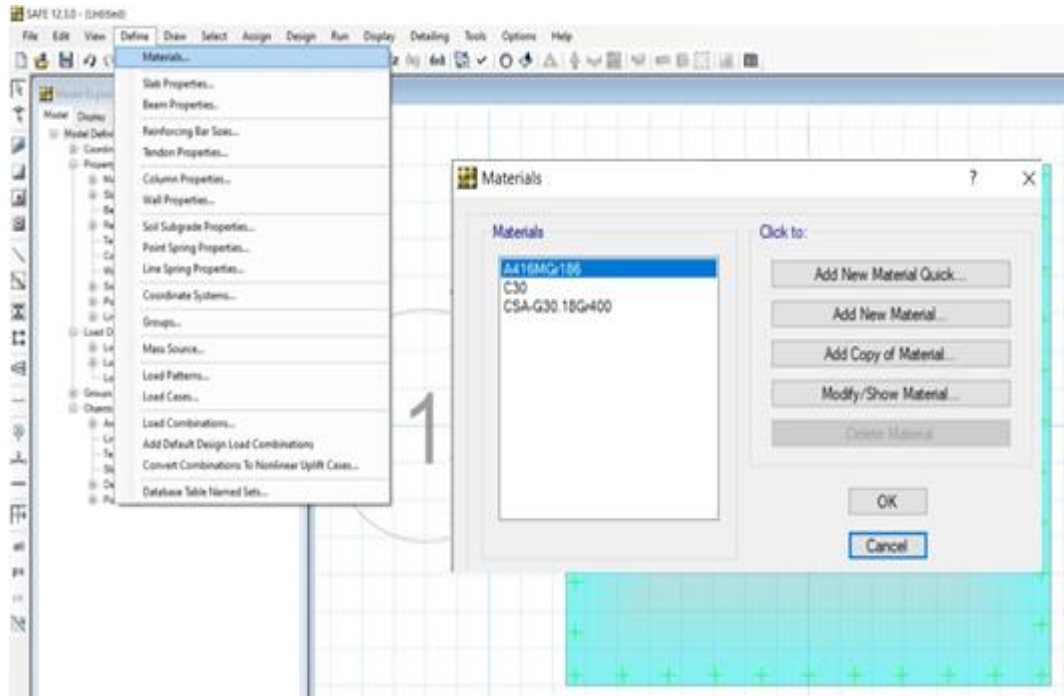


**Fig. 16.** Después de modificar

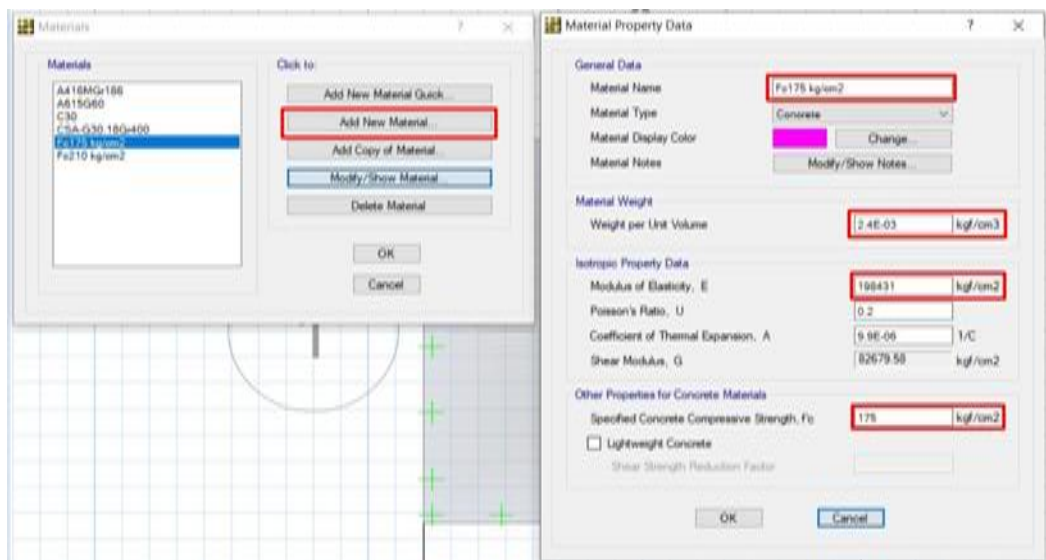
**b) Definición de materiales para la zapata aislada**

**Paso 1:** Uno de los materiales a definir, es el **concreto simple**. Para esto ejecutamos la siguiente ruta:

Define → Materials → Add New Material



**Fig. 17.** Definir nuevo material concreto



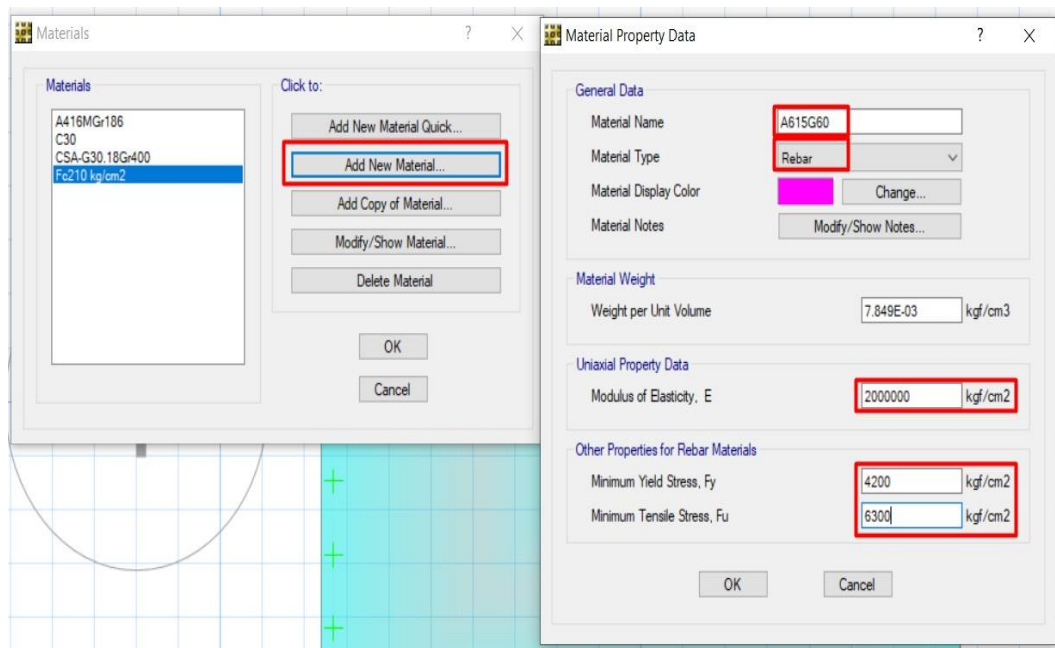
**Fig. 18.** Ingresamos  $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$

En los datos de las propiedades del material a definir, ingresamos:

- Nombre del material: Fc175 kg/cm<sup>2</sup>
- Tipo de material: Concrete
- Peso específico: 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de elasticidad (E): 15000 x SQR (175)
- Compressive Strength, f'c: 175

**Paso 2:** Definir las propiedades del **acero de refuerzo**. Para esto ejecutamos la siguiente ruta:

Define → Materials → Add New Material



**Fig. 19.** Ingresamos nuevo material acero

En los datos de las propiedades del material a definir, ingresamos:

- Nombre del material: A615G60
- Tipo de material: Rebar
- Módulo de elasticidad (E): 2x10e6 kg/cm<sup>2</sup>
- Minimum Yield Stress, Fy: 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- Minimum Tensile Stress, Fu: 6300 kg/cm<sup>2</sup>

**Paso 3:** Por practicidad, vamos a cambiar la nomenclatura de las barras de refuerzo de “ $\phi$  en mm” a “en #”. Para ello, ejecutamos la siguiente ruta:

Define → Reinforcing Bar Sizes → Clear All Bars → Add U.S. customary

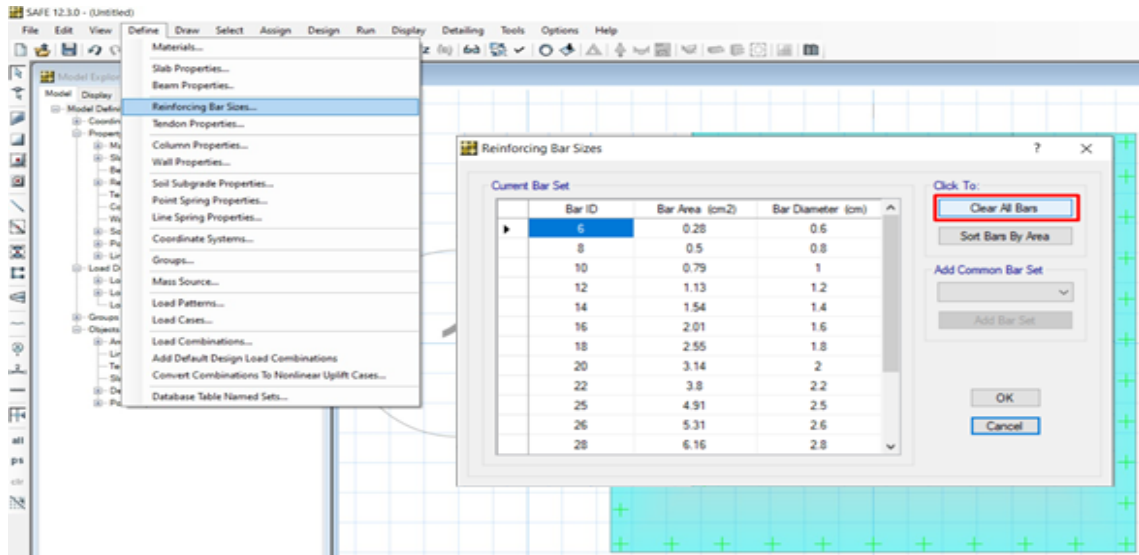


Fig. 20. Cambiar la nomenclatura de las barras de refuerzo

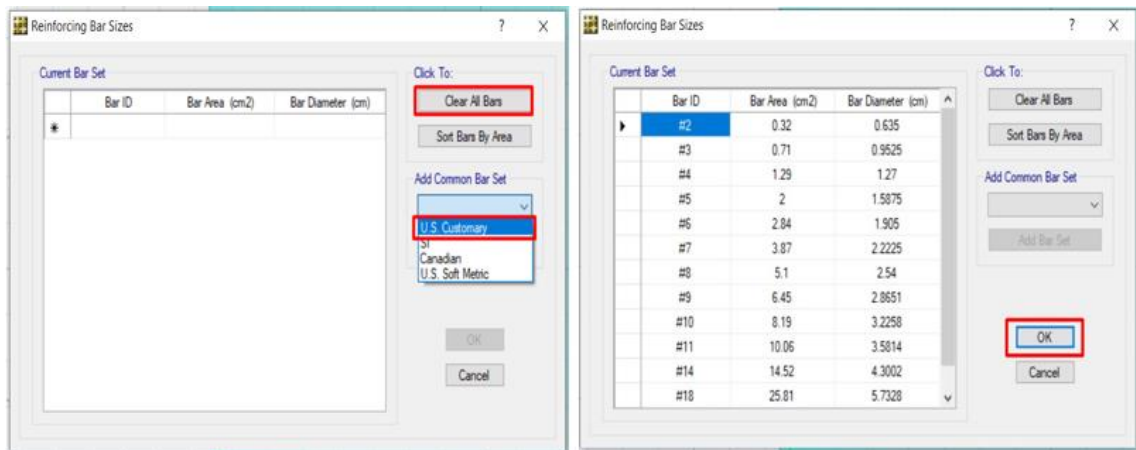


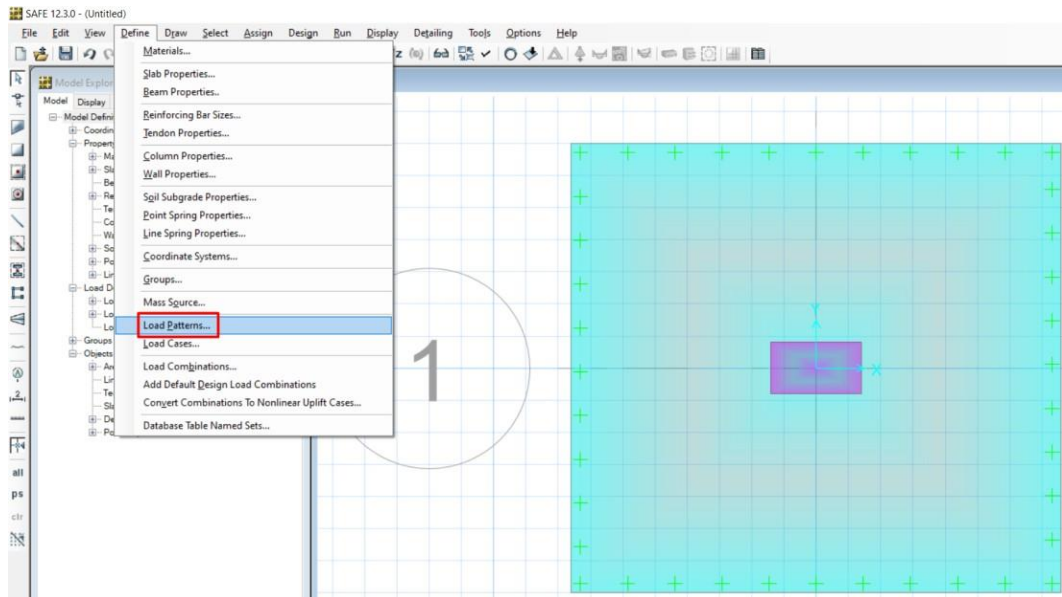
Fig. 21. Cambiamos de  $\phi$  en mm a #

c) **Definición las cargas y combinaciones de carga de diseño**

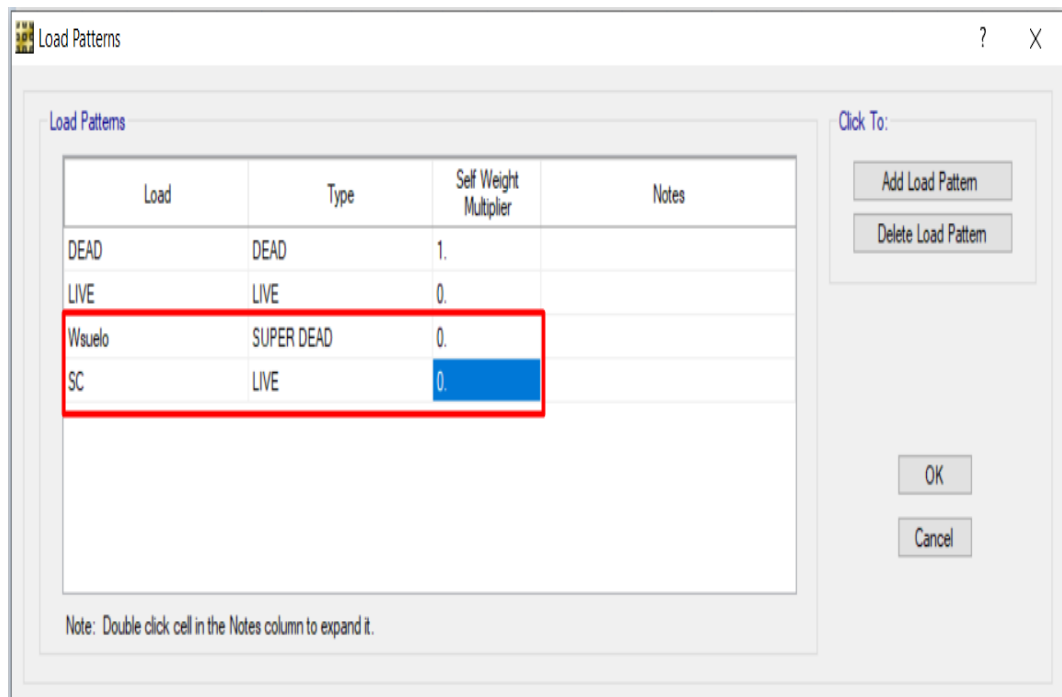
**Paso 1:** Tenemos que definir las cargas a las que estará sometida la zapata. Para este ejercicio se definen las cargas provenientes de la superestructura (Carga Muerta - DEAD y Carga Viva - LIVE); además de las cargas en la base, como el peso del suelo sobre la zapata ( $W_{suelo}$ ); el peso de la sobrecarga sobre la zapata (SC).

Para esto ejecutamos la siguiente ruta:

**Define → Load Patterns → Add Load Pattern**



**Fig. 22.** Define Load Patterns “patrones de carga”



**Fig. 23.** Ingresamos el peso del suelo y peso la s/c

**Paso 2:** Si bien es cierto para verificar las presiones ejercidas por la zapata sobre el suelo, estas se realizan con las cargas de servicio. Sin embargo, para el cálculo del acero de refuerzo se requiere usar el diseño por Resistencia Última y para esto se requiere el uso de cargas amplificadas o factoradas.

Para esto ejecutamos la siguiente ruta:

**Define → Load Combinations → Add New Combo**

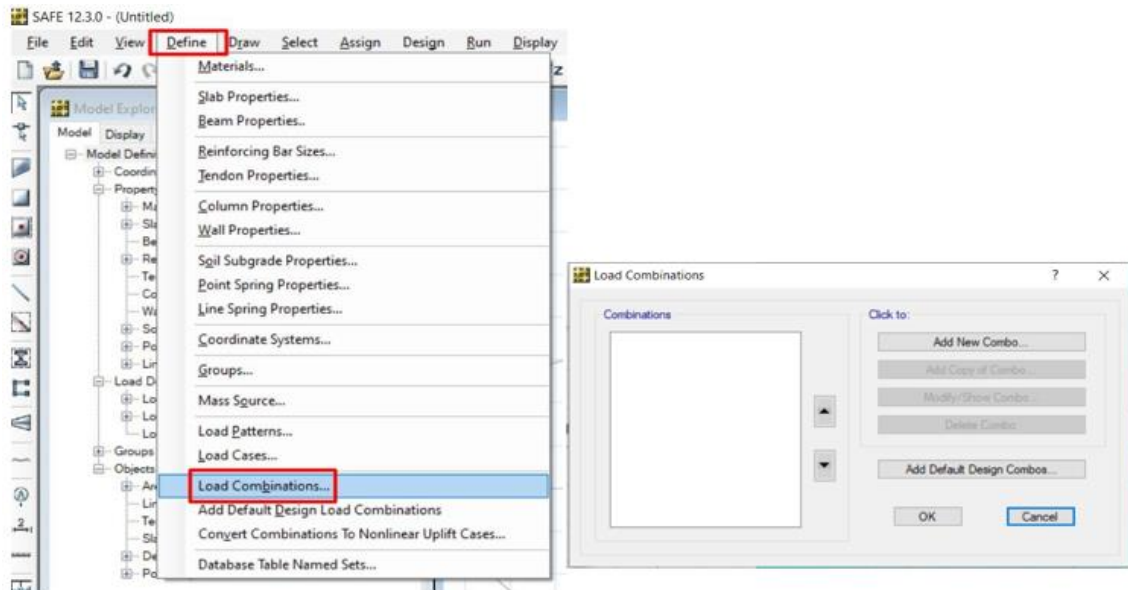


Fig. 24. Definir la combinación de carga

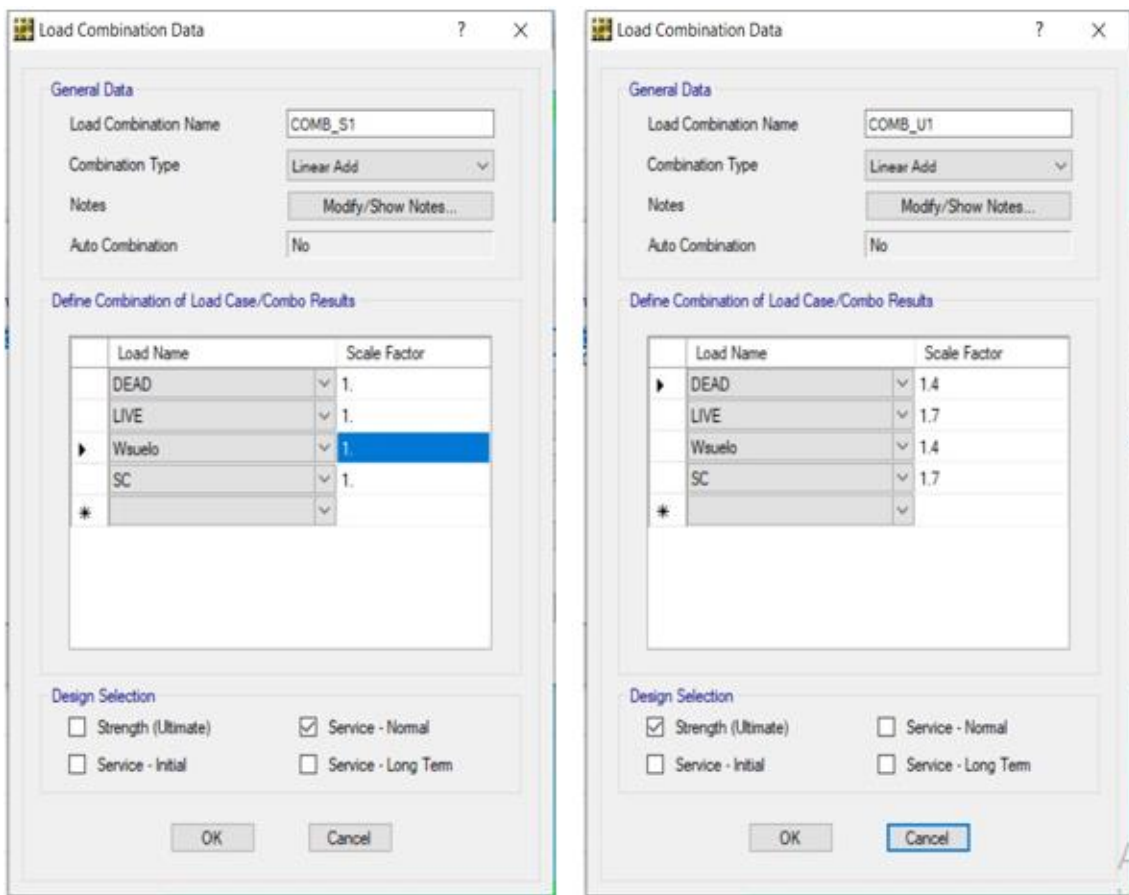


Fig. 25. Ingresamos COMB\_S1 y COMB\_U1

**Paso 3:** Luego de definir, los tipos de carga, se deberá asignar las cargas actuantes sobre la zapata; el peso del suelo sobre la zapata; la sobrecarga a actuar sobre la zapata.

Las cargas de la super-estructura se asigna como carga puntual, en el centroide de la columna. Estas fueron asignadas al inicio.

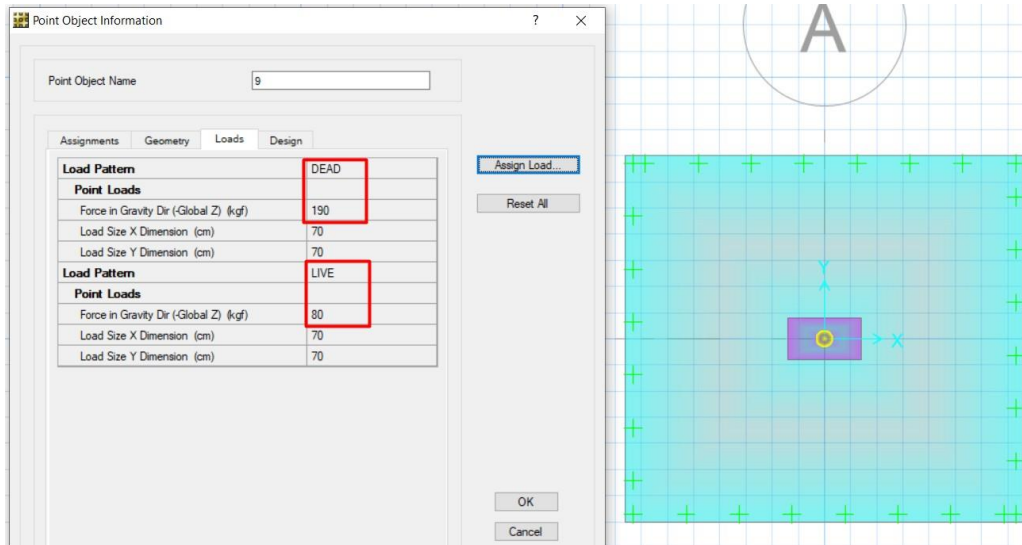


Fig. 26. Ingresando las cargas actuantes sobre la zapata (puntual)

Las cargas del suelo y la sobrecarga, se asignan como cargas de superficie. Para ello, se ejecuta la siguiente ruta:

**Assign → Load Data → Surface Loads**

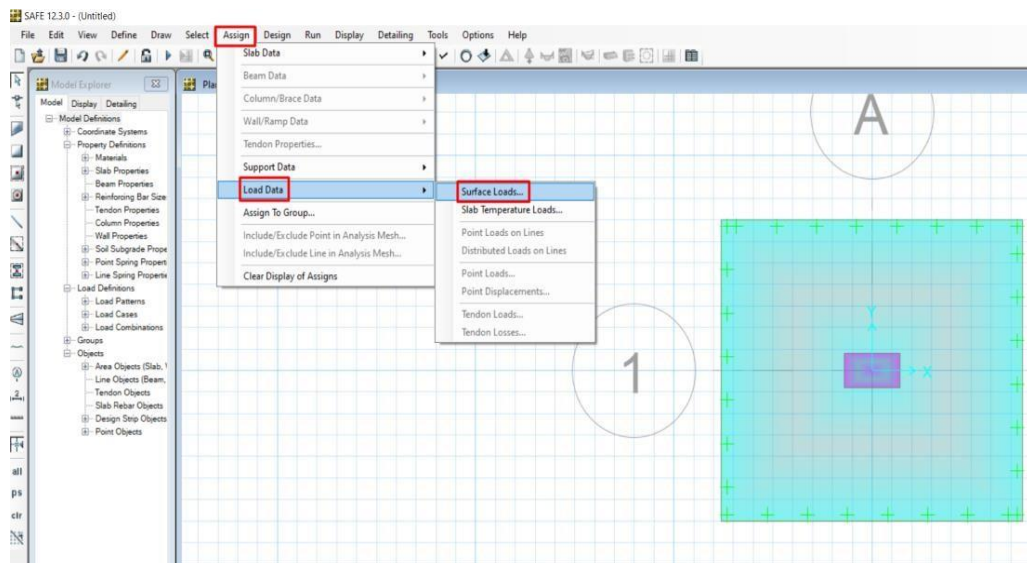
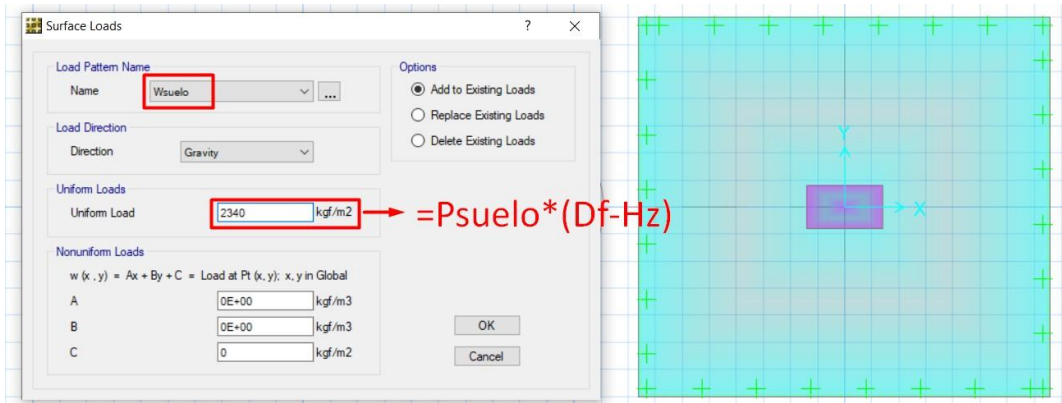
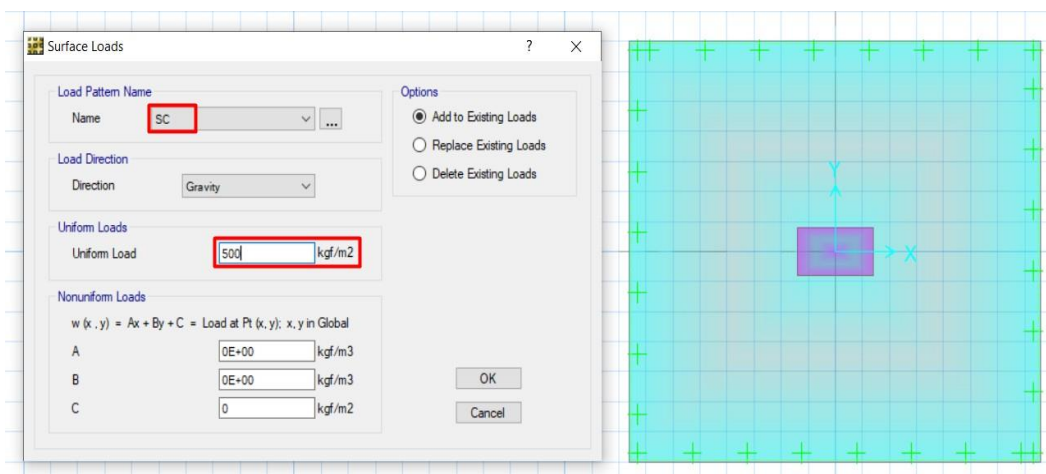


Fig. 27. Ingresamos la carga del suelo y la sobrecarga (superficie)



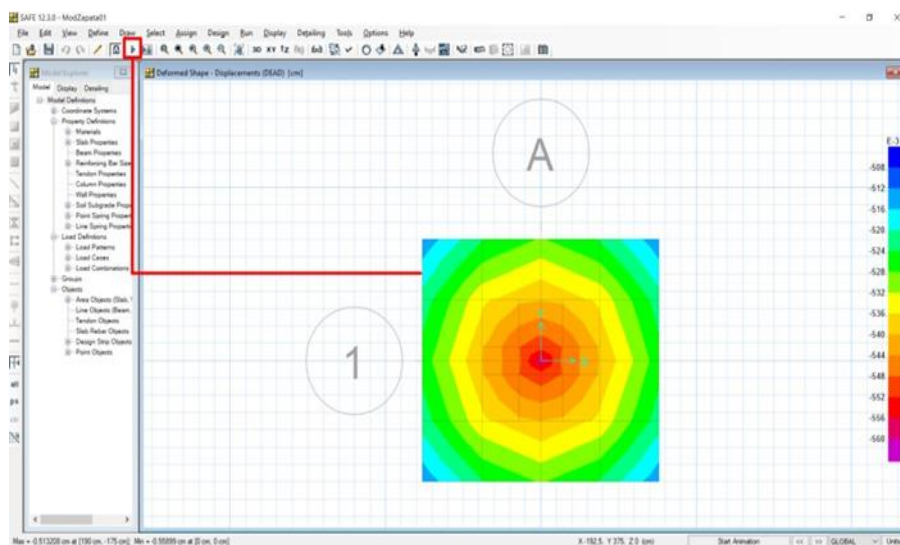
**Fig. 28.** Asignación de la carga del suelo sobre la zapata



**Fig. 29.** Asignación de la sobrecarga sobre la zapata

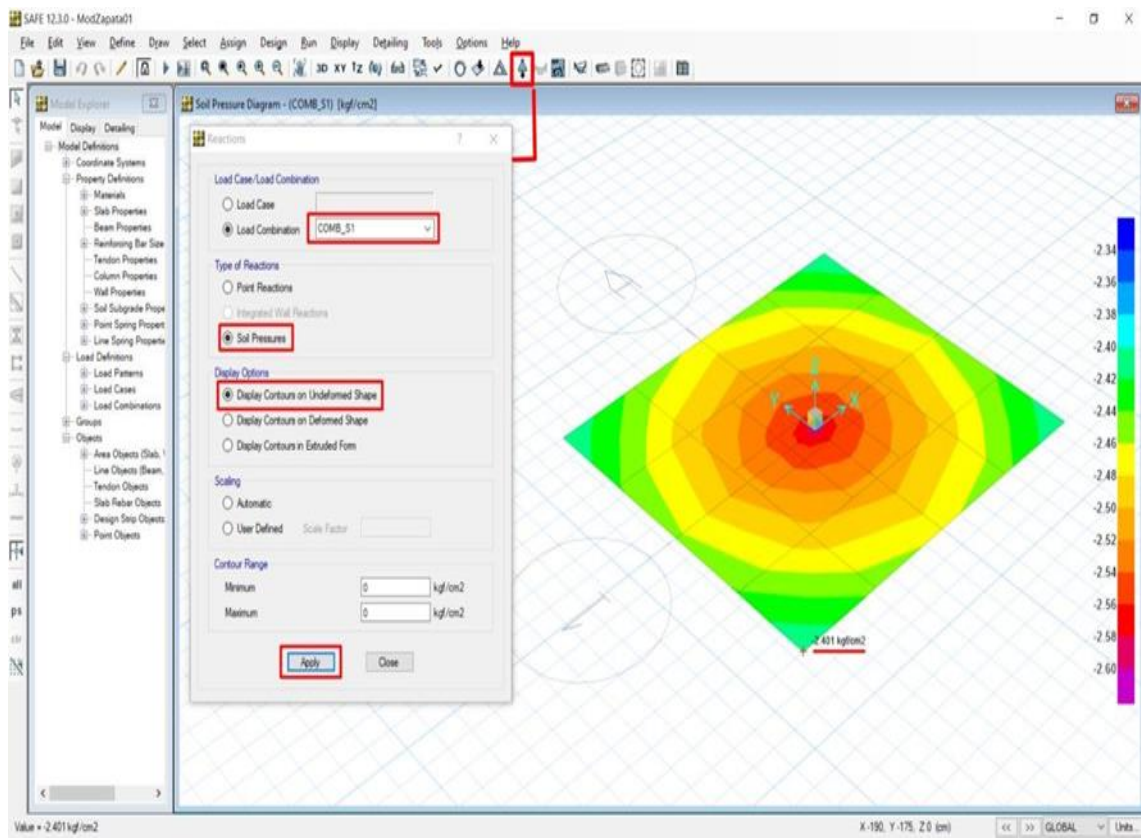
**d) Verificación de las presiones actuales sobre el suelo**

**Paso 1:** Realizamos el análisis estructural, ejecutado por el software, con F5.

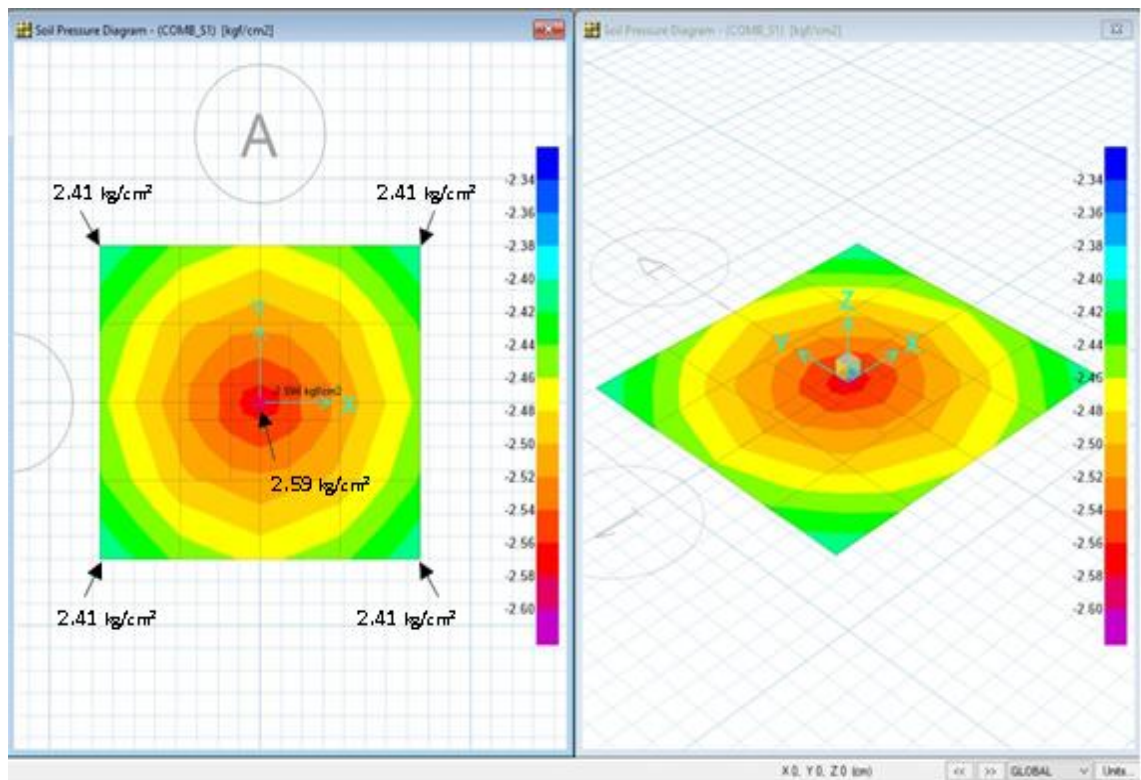


**Fig. 30.** Ejecutamos el Programa

**Paso 2:** Verificamos las presiones ejercidas sobre el suelo.



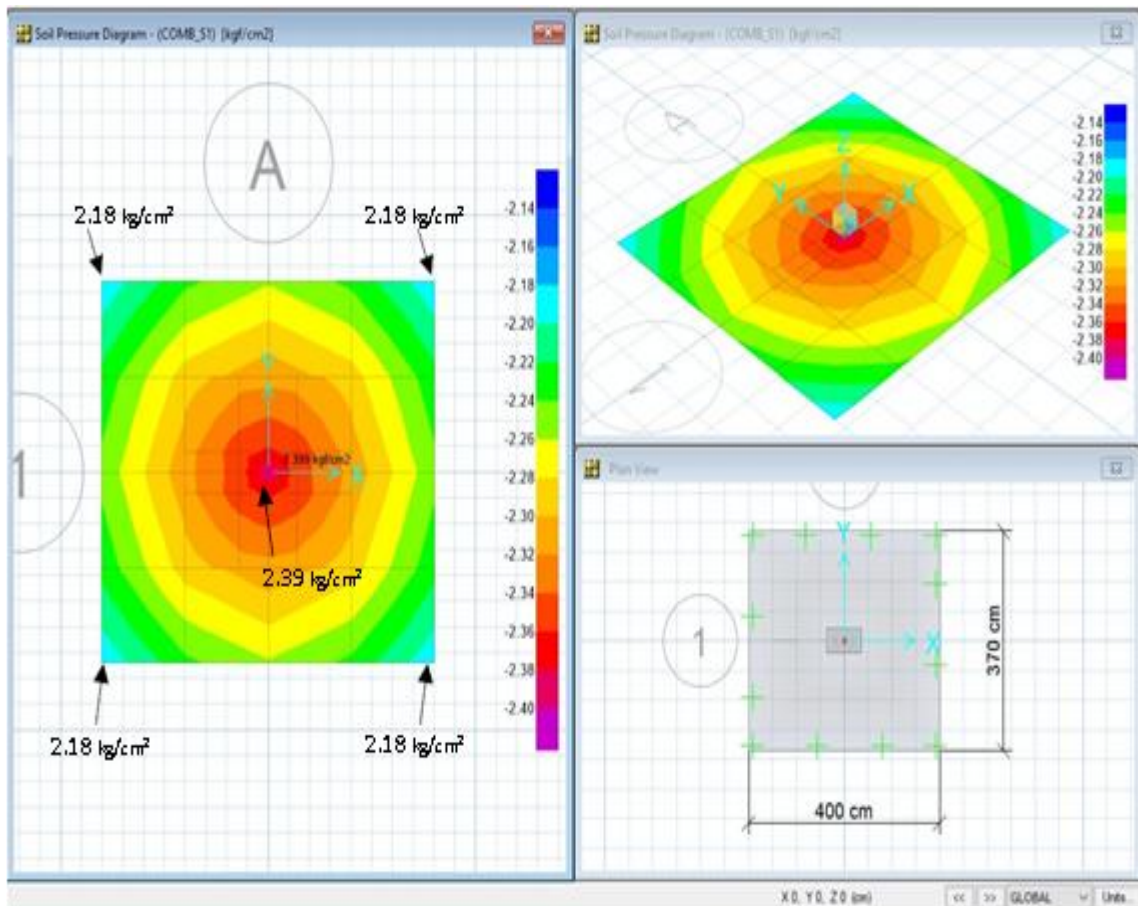
**Fig. 31.** Verificar las presiones



**Fig. 32.** Verificar la presión máxima ejercida sobre el suelo

De donde se puede verificar que la presión máxima ejercida sobre el suelo debido a la carga que le transmite la cimentación ( $2.59 \text{ kg/cm}^2$ ) es equivalente a la presión admisible del suelo ( $2.50 \text{ kg/cm}^2$ ). Según estos resultados, se podría incrementar ligeramente el área de contacto de la zapata para lograr que la demanda sea menor que la capacidad ( $D/C < 1$ ).

**Paso 3:** Incrementamos la dimensión de la zapata en 10cm a cada lado.



**Fig. 33.** Incrementando la dimensión de la zapata

También se puede solicitar al programa que nos muestra una tabla resumen con los resultados de las presiones.

Para ello, ejecutamos la siguiente ruta:

**Display → Show Tables → Analysis Results → Soil Pressures Summary → Select LoadCases → Carga de servicio previamente definida (COMB-S1).**

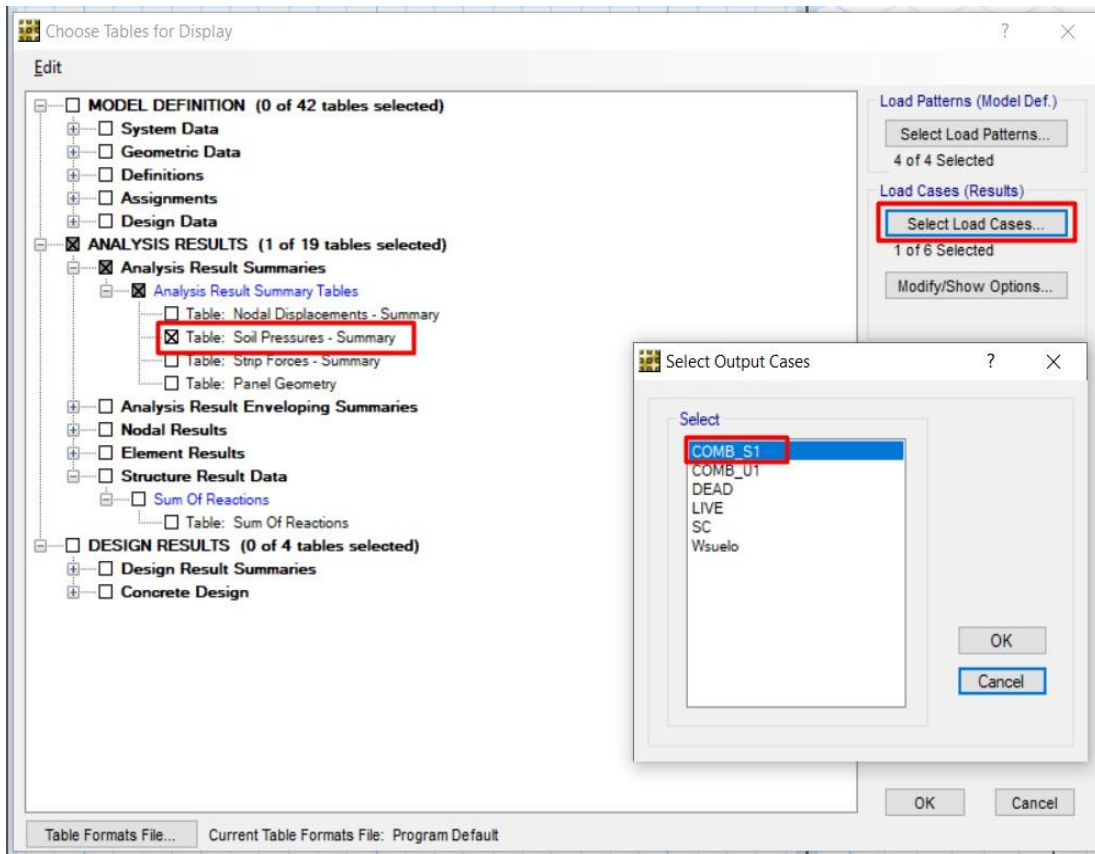


Fig. 34. Mostrar resultados en tablas

Panel Text	OutputCase	CaseType Text	MaxPress kgf/cm2	MinPress kgf/cm2	GlobalXMax cm	GlobalYMax cm	GlobalXMin cm	GlobalYMin cm
1	COMB_S1	Combination	-2.185	-2.399	100	-92.5	-35	0

Fig. 35. Mostrando la Max. y Min presiones

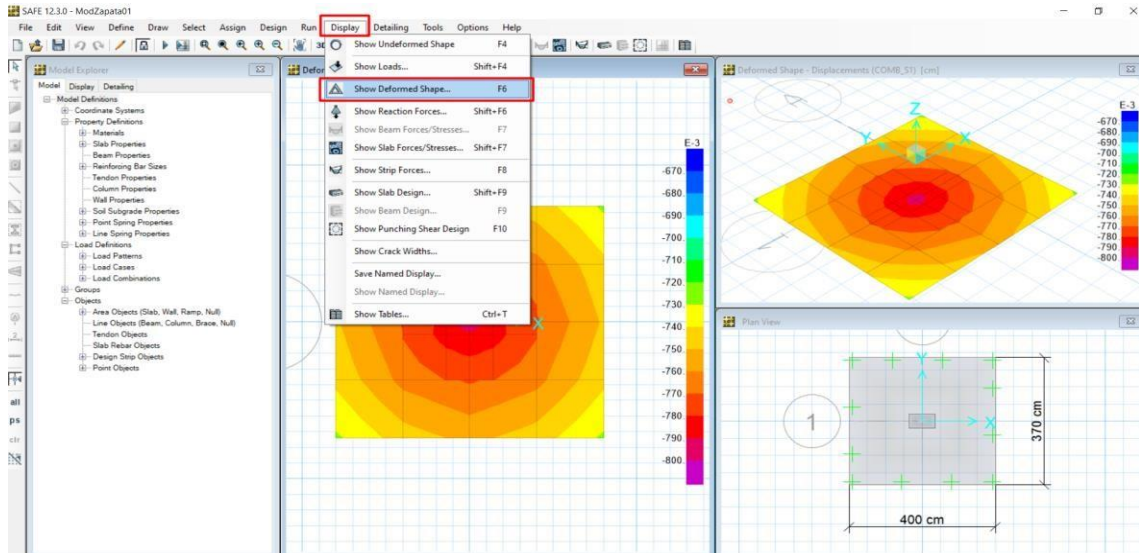
Finalmente, se puede verificar que la presión actuante es de 2.39 kg/cm<sup>2</sup> es < a 2.50 kg/cm<sup>2</sup>, que es la presión admisible del suelo.

e) **Verificación del asentamiento y cortante por punzonamiento**

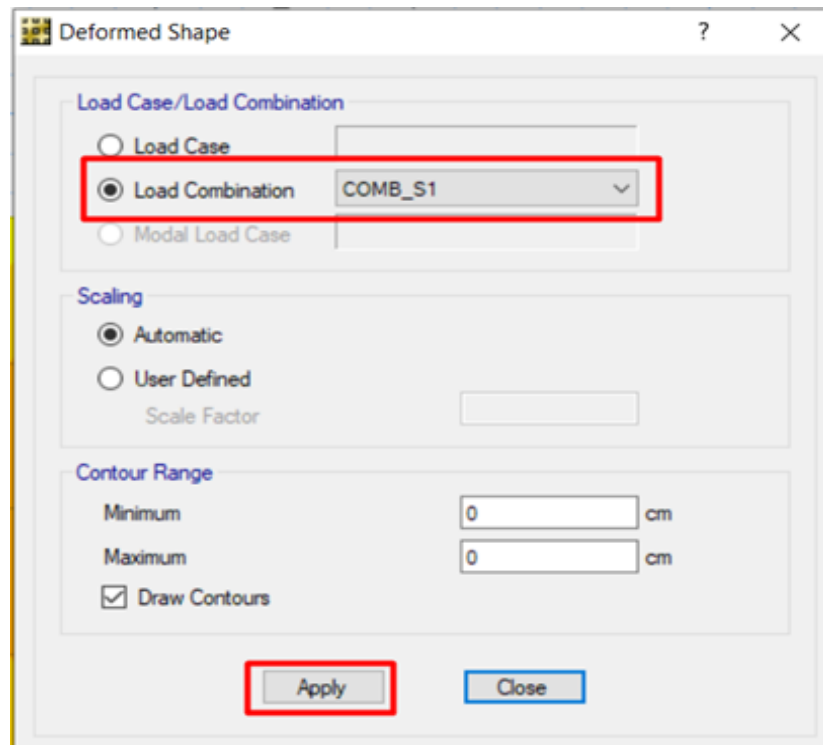
**Paso 1:** Debemos verificar que el asentamiento de la zapata no sea mayor al asentamiento permisible, que según el EMS debería ser menor a 2.5cm.

Para el cálculo con el software, seguimos la siguiente ruta:

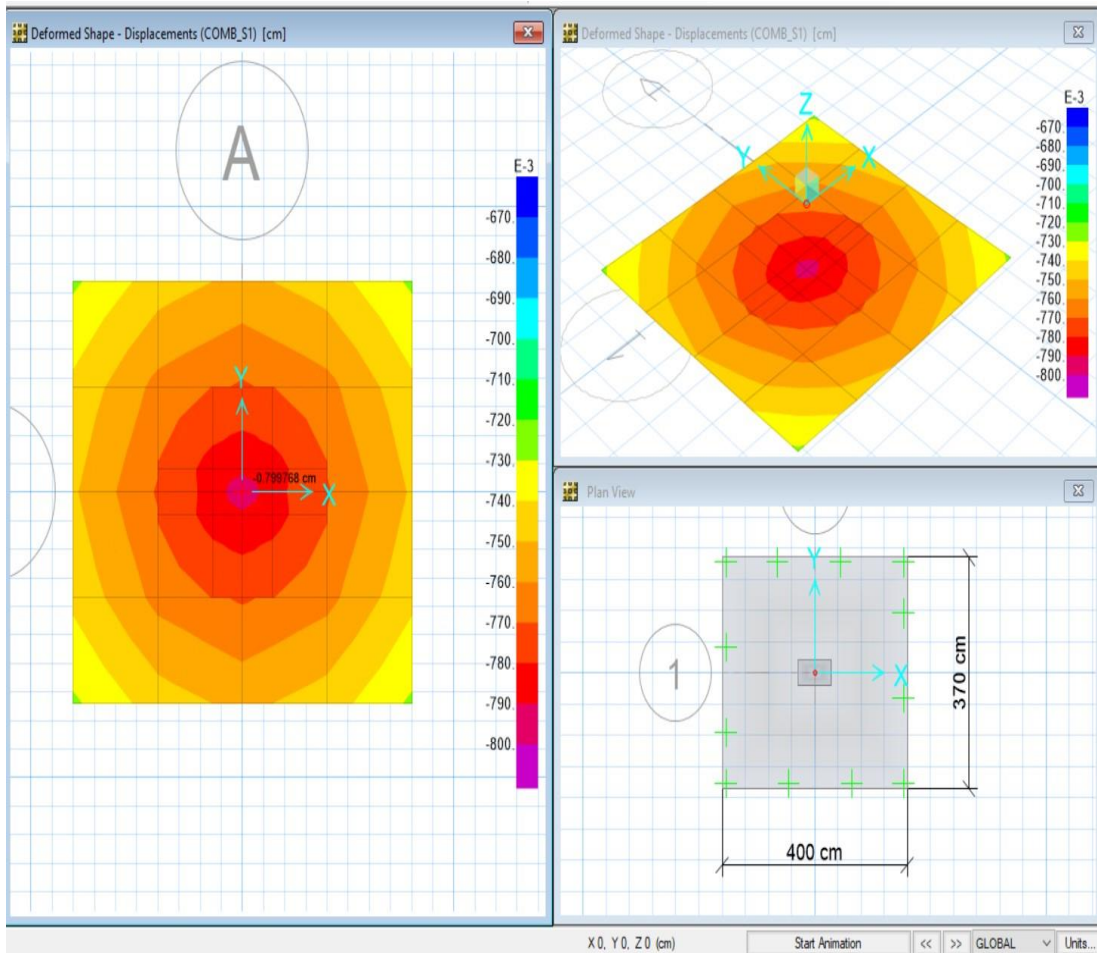
**Display Show Deformed Shape → Load Combination → COMB\_S1  
(carga de servicio) → Apply**



**Fig. 36.** Verificando el asentamiento



**Fig. 37.** Seleccionando COM\_S1



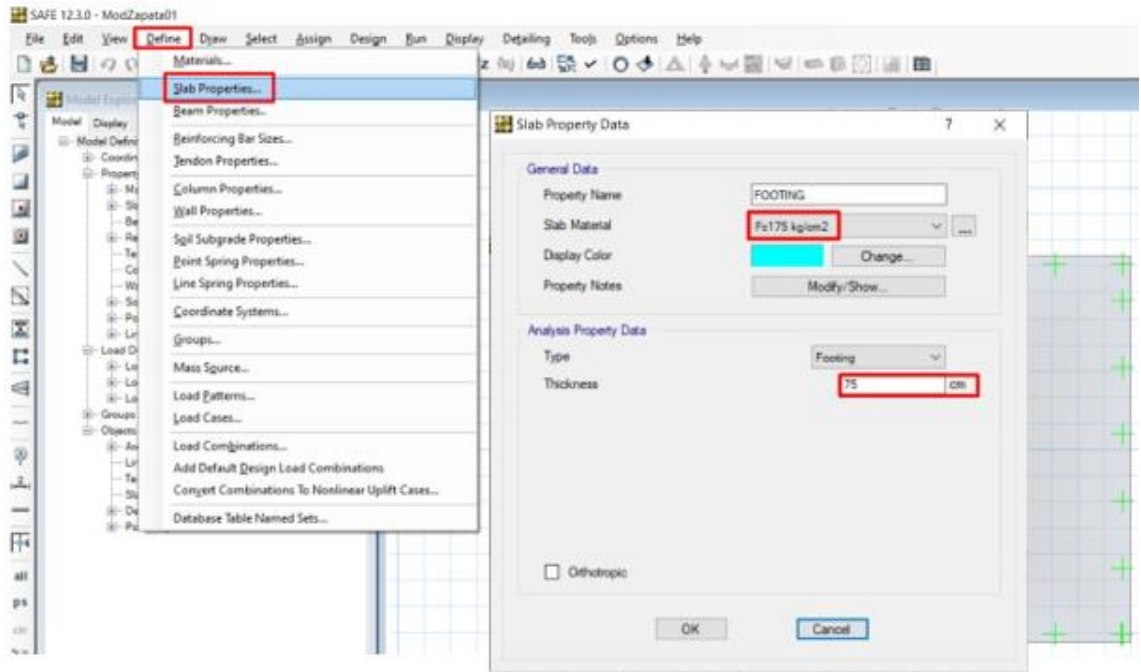
**Fig. 38.** Cálculo del asentamiento de la Zapata

Como se puede observar en la Fig. 35, el asentamiento máximo que puede desarrollar la zapata es de 0.79cm < a 2.5cm, que es el asentamiento permisible para edificaciones.

**Paso 2:** Luego se debe verificar la resistencia a corte por punzonamiento. La resistencia a corte por punzonamiento es directamente proporcional al peralte de la zapata. Por lo tanto, este es un parámetro para determinar el peralte de la zapata.

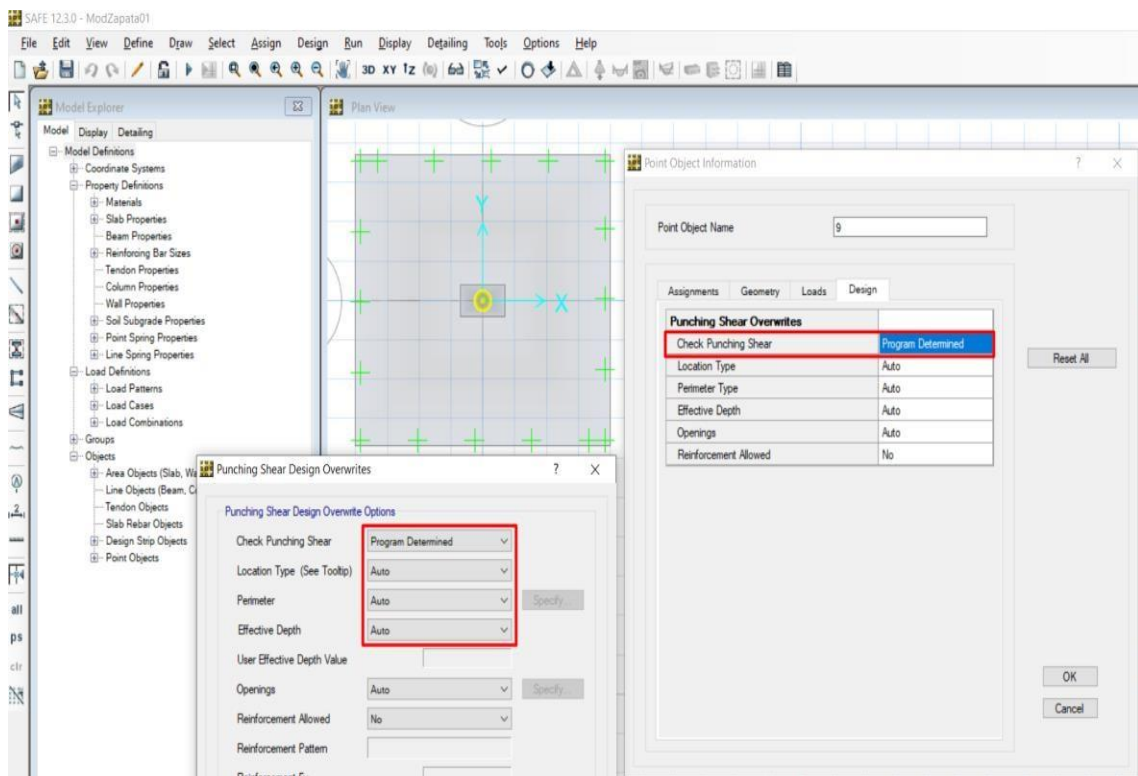
Vamos a verificar el peralte de la losa de la zapata, para ello ejecutaremos la siguiente ruta:

**Define → Slab Properties → Footing → Modify → Thickness**



**Fig. 39.** Verificando la resistencia a corte por punzonamiento

Luego, verificamos los parámetros de verificación del cortante por punzonamiento. Para ello hacemos: anticlick en el centroide de la columna Check Punching Shear → Program Determined → Punching Shear Design Overwrite Options.



**Fig. 40.** Verificando el cortante por punzonamiento

Luego, definimos una combinación de carga que solo considere las cargas de la superestructura, que se aplican directamente sobre el pedestal. Sin considerar el peso de la zapata, ni el relleno de tierra o la sobrecarga.

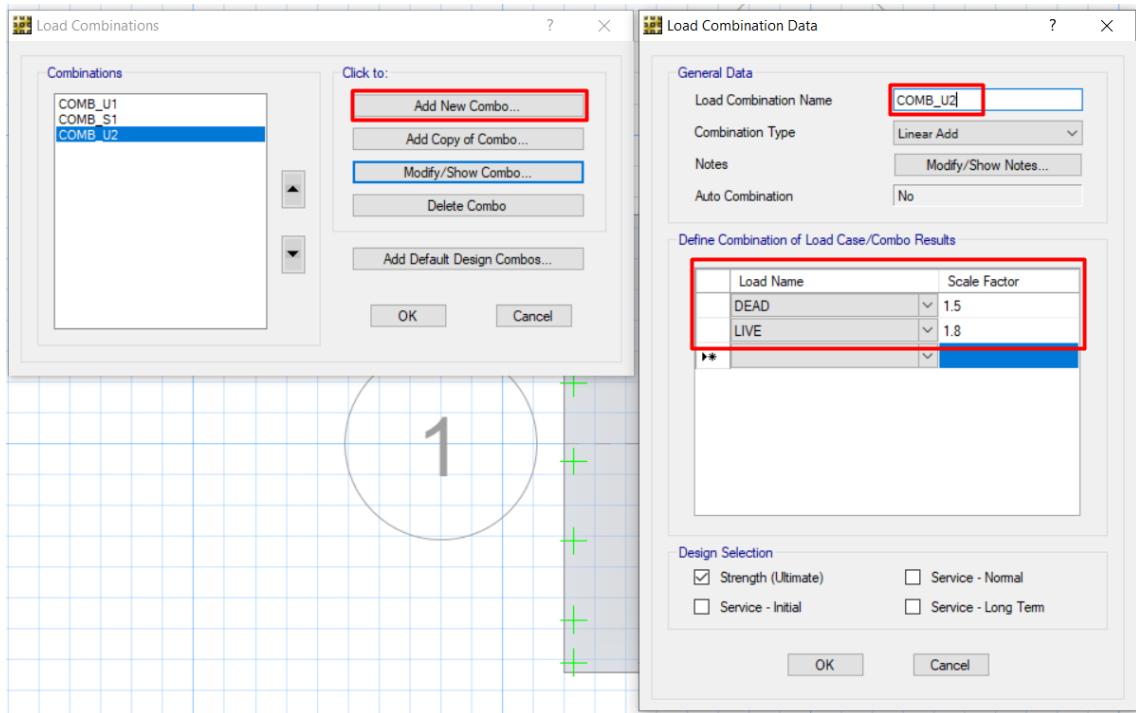


Fig. 41. Definir la combinación de carga COMB-u2

Luego, para verificar la resistencia por punzonamiento, ejecutamos la siguiente ruta: Display → Show Punching Shear Design

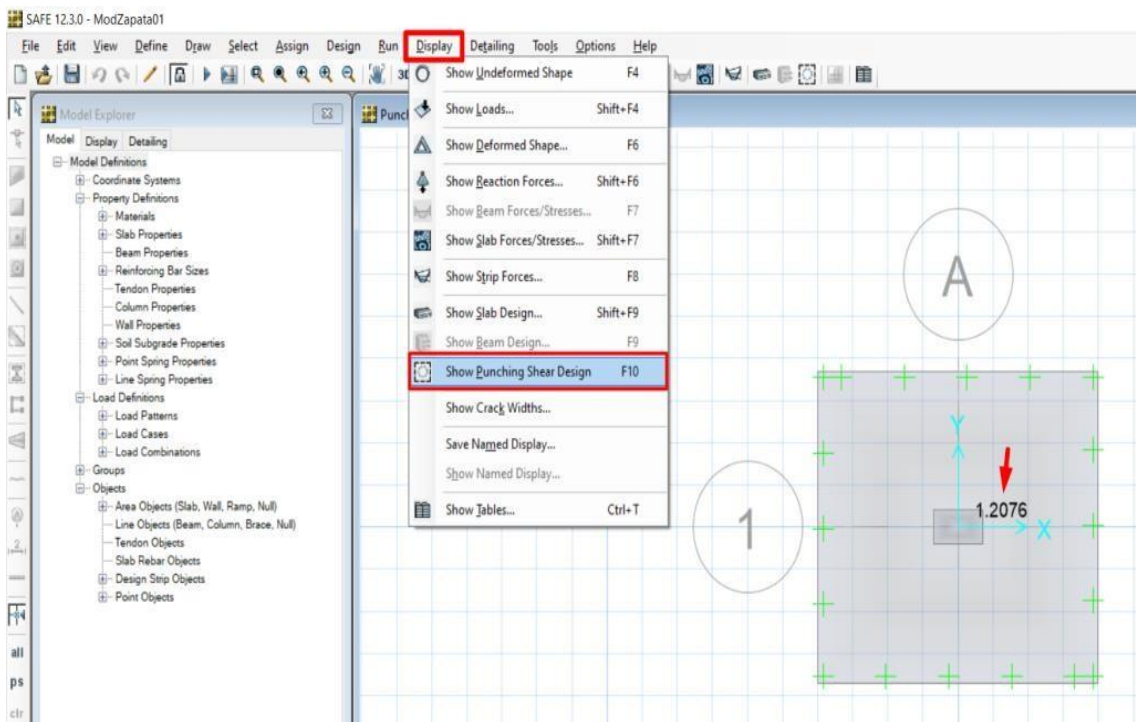
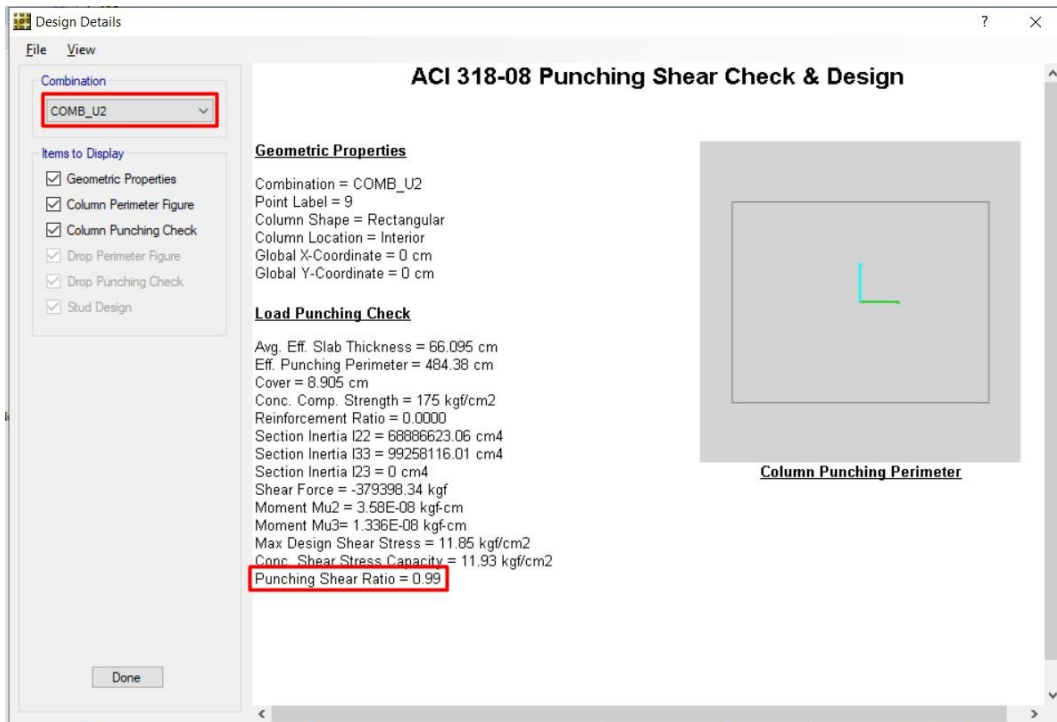
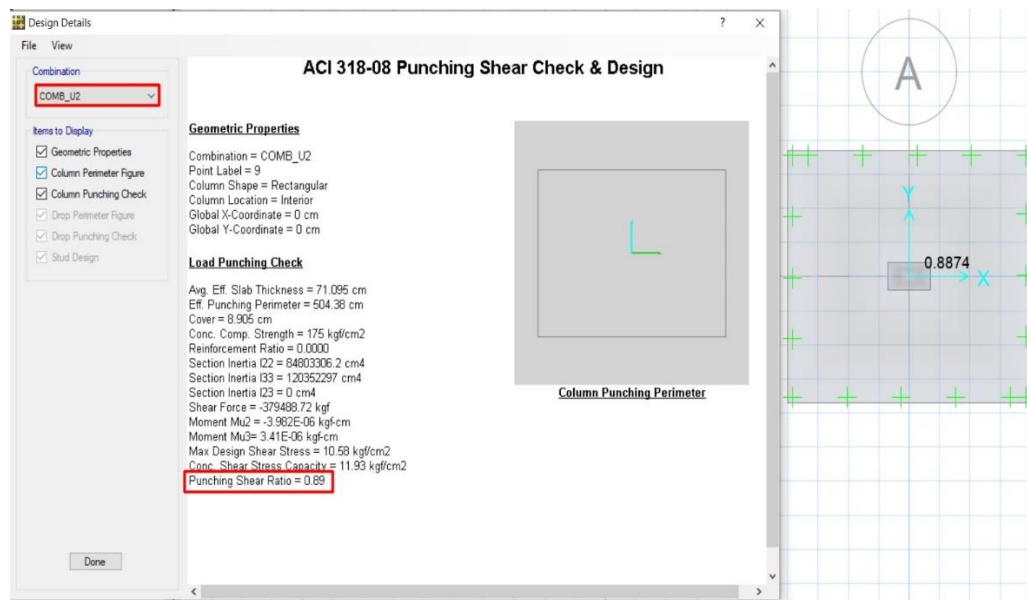


Fig. 42. Verificar la resistencia por punzonamiento



**Fig. 43.** Verificamos la relación Demanda/Capacidad (75 cm)

Como se puede observar la relación Demanda/Capacidad deber ser menor a 1.0. Sin embargo, tenemos un valor  $D/C = 0.99 < 1.0$ . Por lo tanto, sería recomendable incrementar el peralte de la zapata a 80cm.



**Fig. 44.** Verificamos la relación Demanda/Capacidad (80 cm)

f) **Cálculo del acero de refuerzo de la zapata**

**Paso 1:** Definir el recubrimiento y el diámetro de la barra de refuerzo a usar para el diseño. Para este ejercicio se usará un recubrimiento de 7cm para elementos vaciados en contacto directo con el suelo. Usaremos barras de Ø3/4'' (#6).

Para ello seguir la siguiente ruta:

**Design → Design Preferences → Min. Cover Slabs**

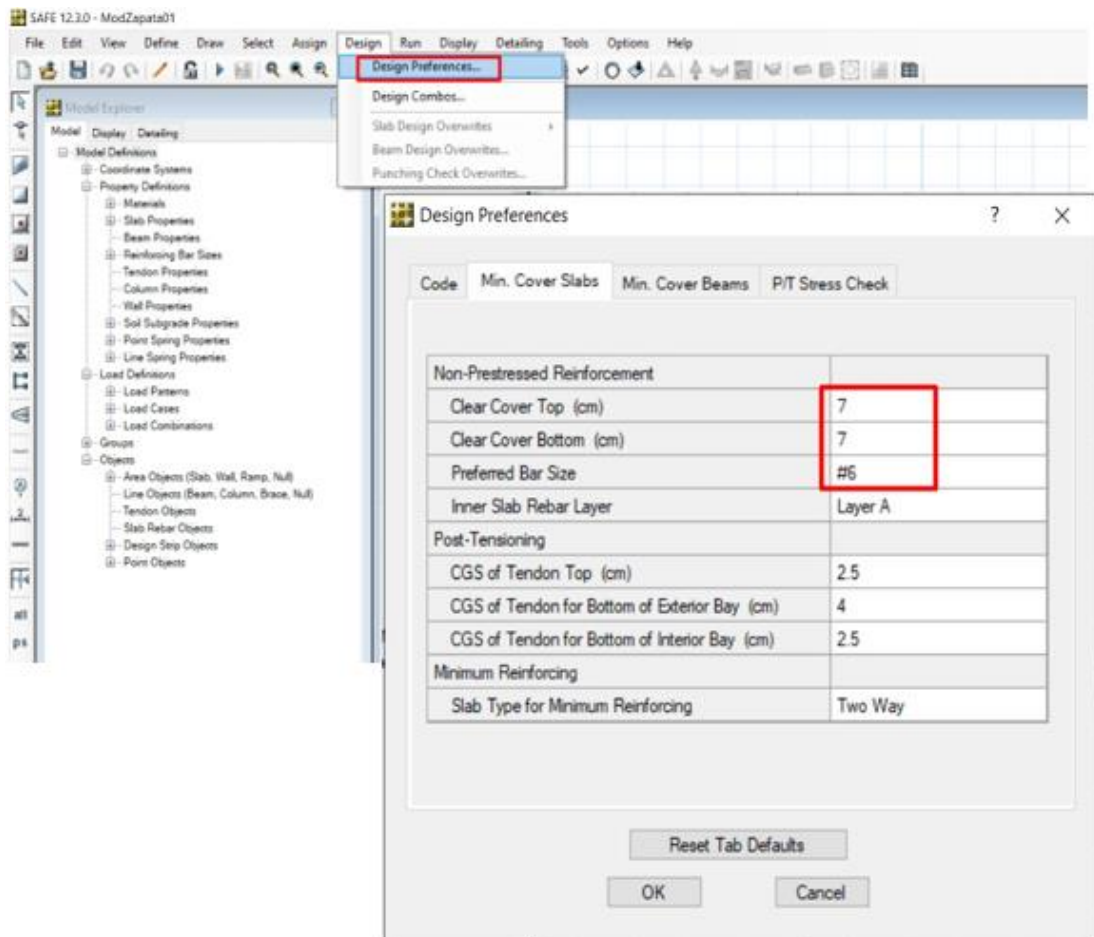
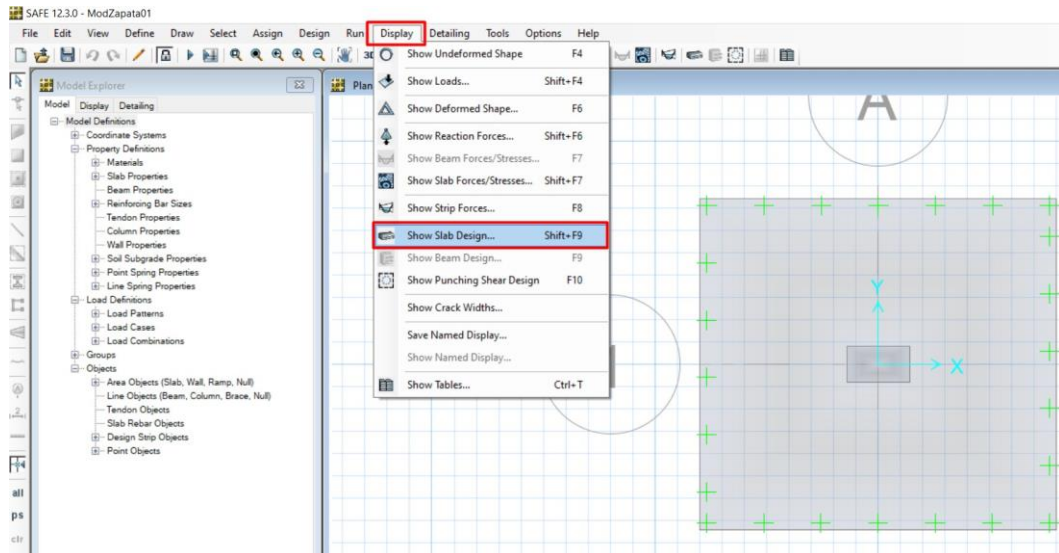


Fig. 45. Definir el recubrimiento y diámetro del acero

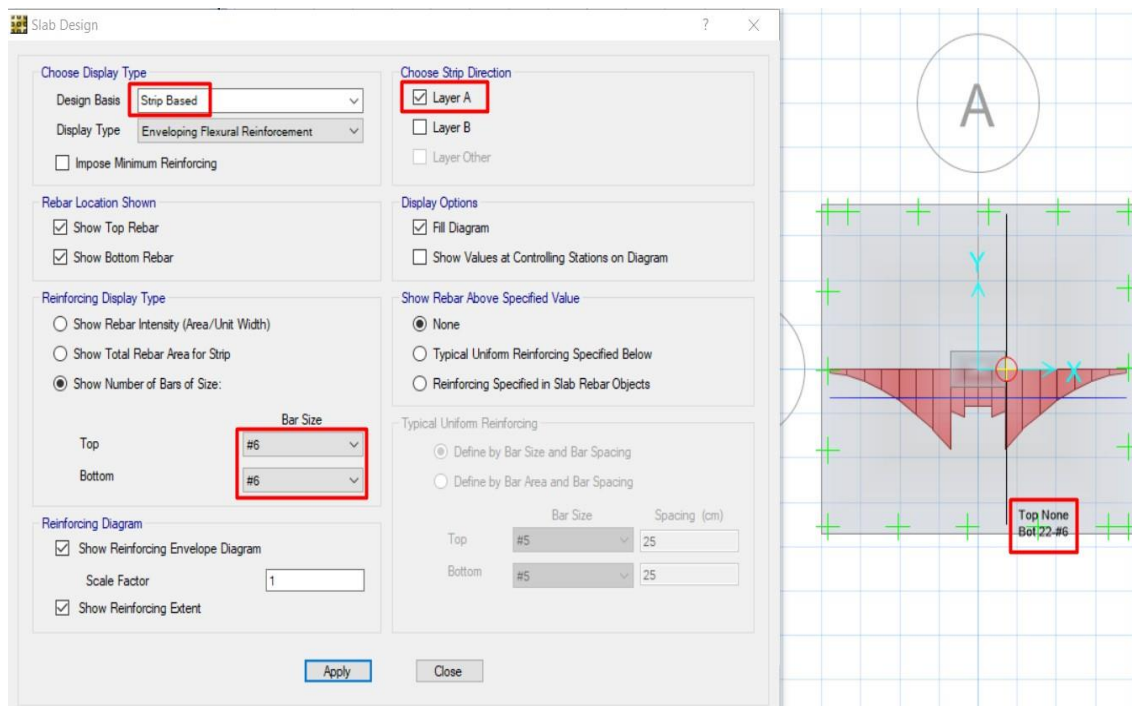
**Paso 2:** Para calcular el acero de refuerzo requerido, ejecutamos la siguiente ruta:

**Display → Show Slab Design**



**Fig. 46.** Se apertura un cuadro de dialogo (Slab Design)

Luego, se apertura un cuadro de dialogo (Slab Design). Seleccionamos: Strip Based, marcamos Layer A (para el acero horizontal) y seleccionamos el diámetro a barra a usar (#6 = 3/4''). 22Ø3/4''



**Fig. 47.** Seleccionamos el Layer A (acero horizontal) y el diámetro de la barra

Para el acero vertical, seleccionamos en Choose Strip Direction: Layer B. 23Ø3/4''

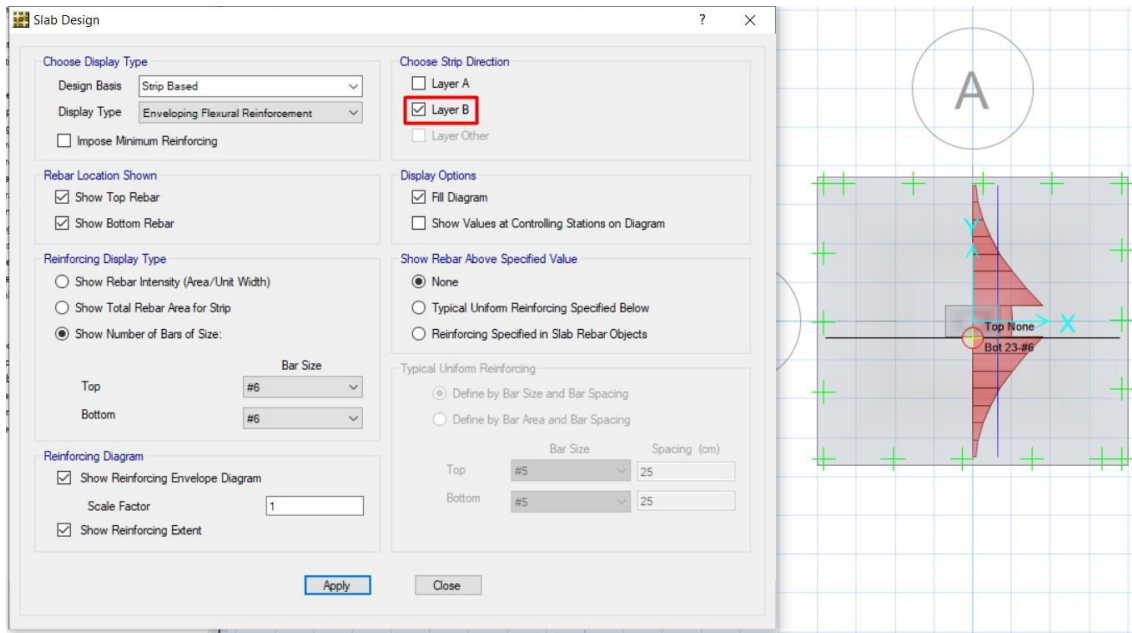


Fig. 48. Seleccionamos el Layer B (acero vertical) y el diámetro de la barra.

## 3.2 Cálculo manual

### 3.2.1 Esfuerzo neto del terreno ( $G_n$ )

Se calculará con la siguiente expresión:

$$G_n = G_t - \gamma_t \cdot D_f - S/C$$

$$G_n = 25 - 1.8 \cdot 2 - 0.5$$

$$G_n = 20.90 \text{ Ton/m}^2$$

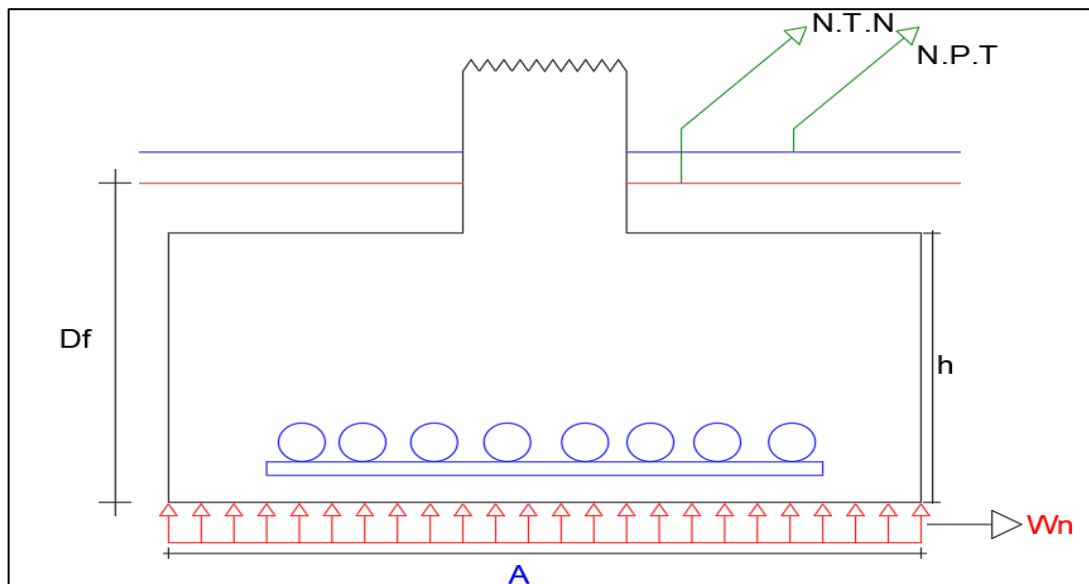


Fig. 49. Detalle de Esfuerzo Neto

### 3.2.2 Dimensiones de la zapata

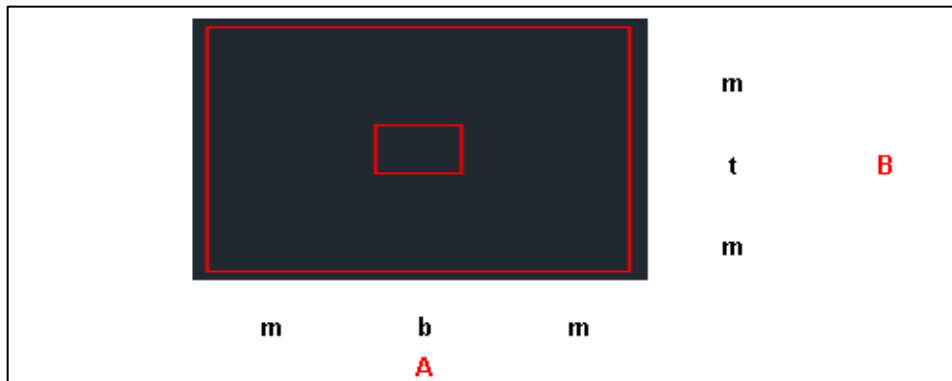
Viene dado por la fórmula:

$$Az = \left[ \frac{Pd + PL}{Gn} \right]$$

$$Az = \left[ \frac{Pd + PL}{Gt - \gamma t * Df - \frac{S}{C}} \right]$$

$$Az = \left[ \frac{190 + 80}{25 - 1.8 * 2 - 0.5} \right]$$

$$Az = \frac{270}{20.90} = 12.92 \frac{Ton}{m^2}$$



**Fig. 50.** Detalle de Área de Zapata Aislada

Donde además del área de una zapata se sabe que:

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

$$(2m + b)(2m + t) = A * B$$

$$(2m + 0.70)(2m + 0.40) = 12.92$$

$$m = 1.52m$$

$$A = 2m + b$$

$$A = 2(1.52) + 0.70 = 3.74 = 3.75 m$$

$$A = 3.80 m$$

$$B = 2m + t$$

$$B = 2(1.52) + 0.40 = 3.44 = 3.45 m$$

$$B = 3.50 m$$

### 3.2.3 Reacción neta (Wn)

Se determina con la expresión que se muestra a continuación:

$$Wn = \left[ \frac{1.5Pd + 1.8PL}{A * B} \right]$$

$$Wn = \left[ \frac{1.5 * 190 + 1.8 * 80}{3.80 * 3.50} \right]$$

$$Wn = 32.26 \frac{Ton}{m^2} = 3.23 \frac{Kg}{cm^2}$$

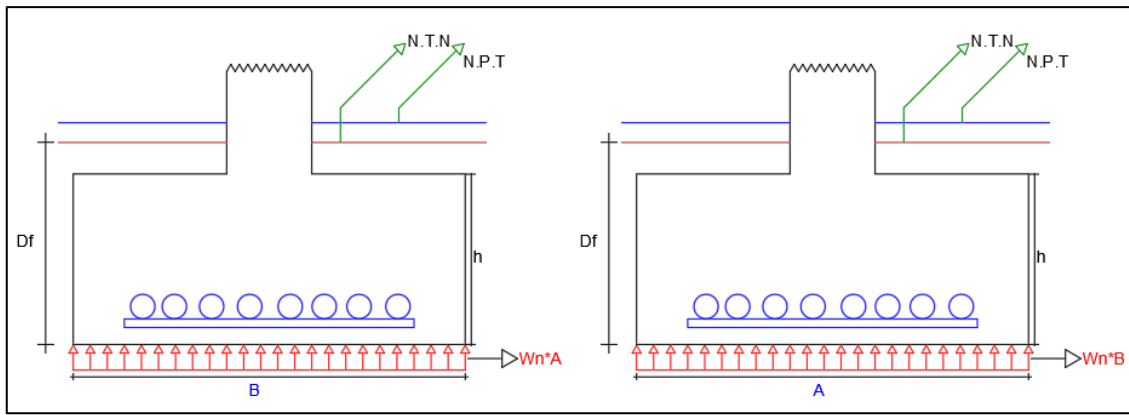


Fig. 51. Detalle de Reacción Neta

### 3.3 Diseño manual

#### 3.3.1 Diseño por fuerza cortante

Se corrobora a un espaciamiento “d” de la cara de la columna.

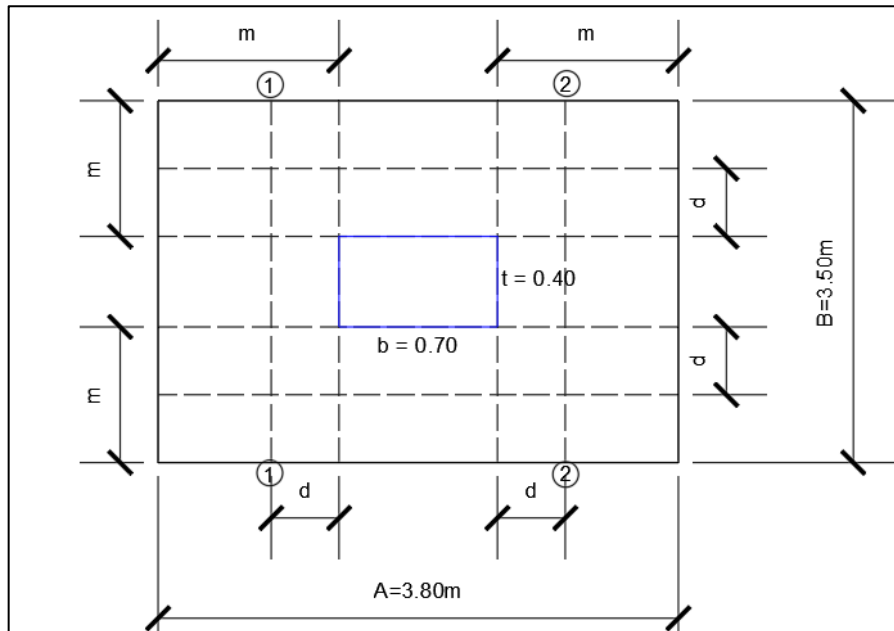
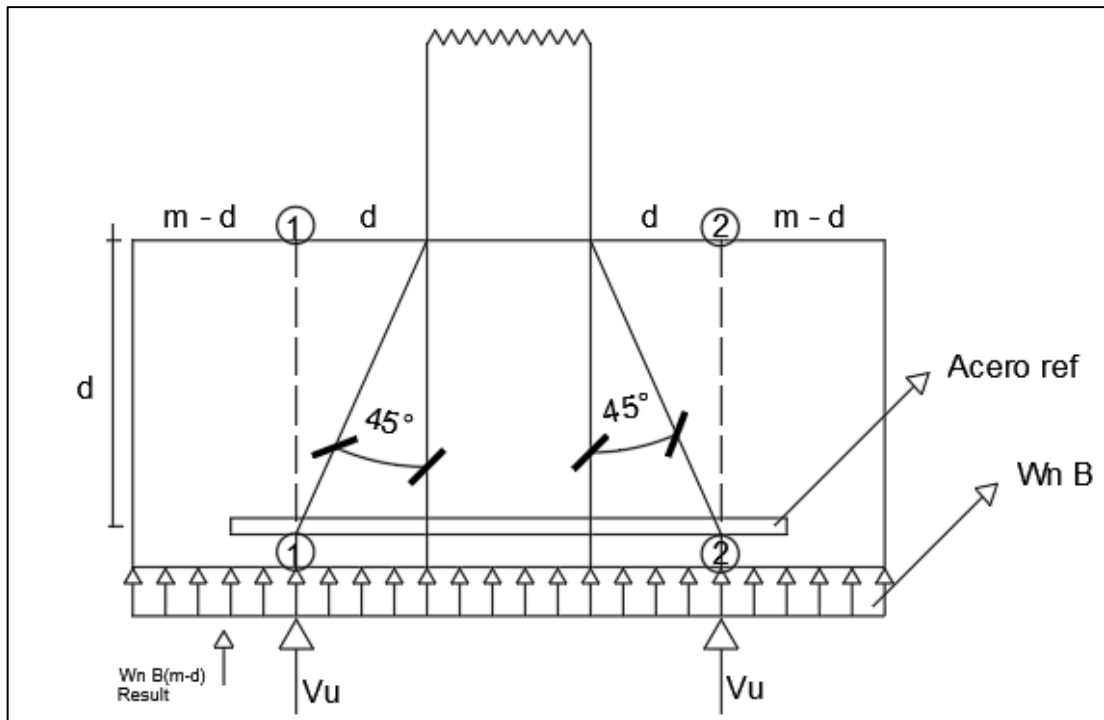


Fig. 52. Detalle en planta para fuerza cortante



**Fig. 53.** Detalle en elevación para fuerza cortante

La cortante actuante, se obtiene mediante:

$$Vu = Wn * B * (m - d)$$

$$Vu = 3.23 * 350 * (152 - d)$$

La cortante resistente:

$$Vu = \phi * (0.53) \sqrt{f'c} (B) d$$

$$Vu = 0.85 * (0.53) \sqrt{175} (350) d$$

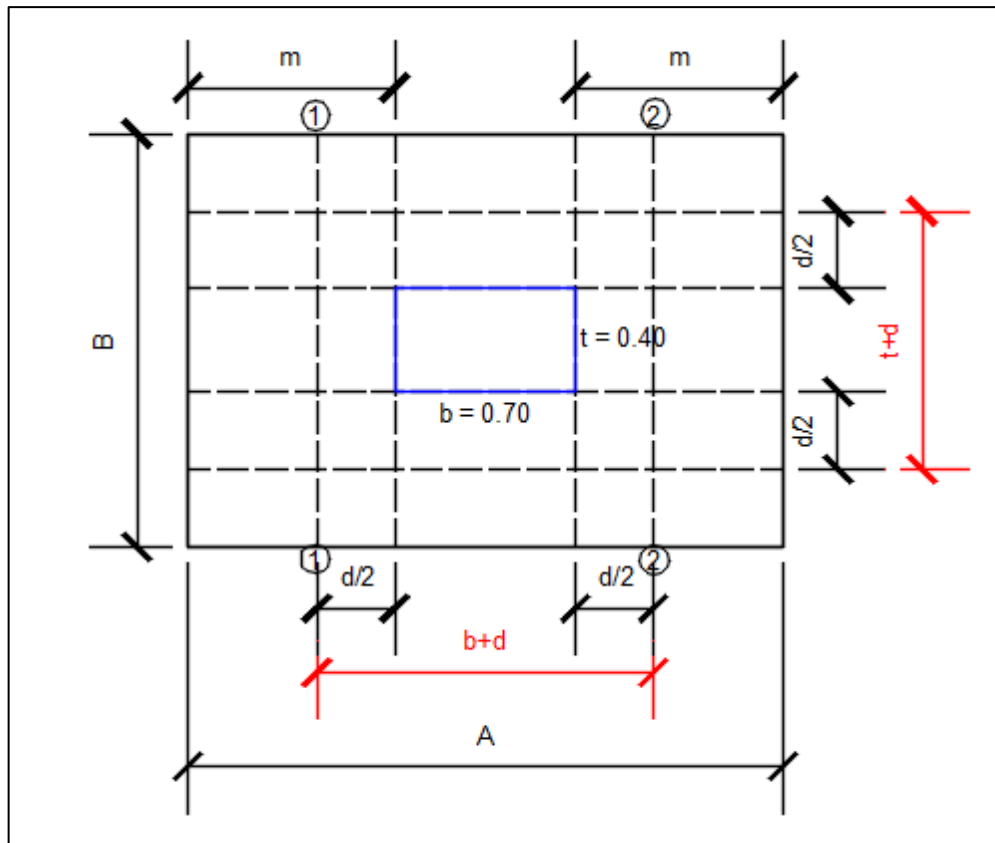
$$Vu \text{ Actuante} \leq Vu \text{ Resistente}$$

$$3.23 * 350 * (152 - d) = 0.85 * (0.53) \sqrt{175} (350) d$$

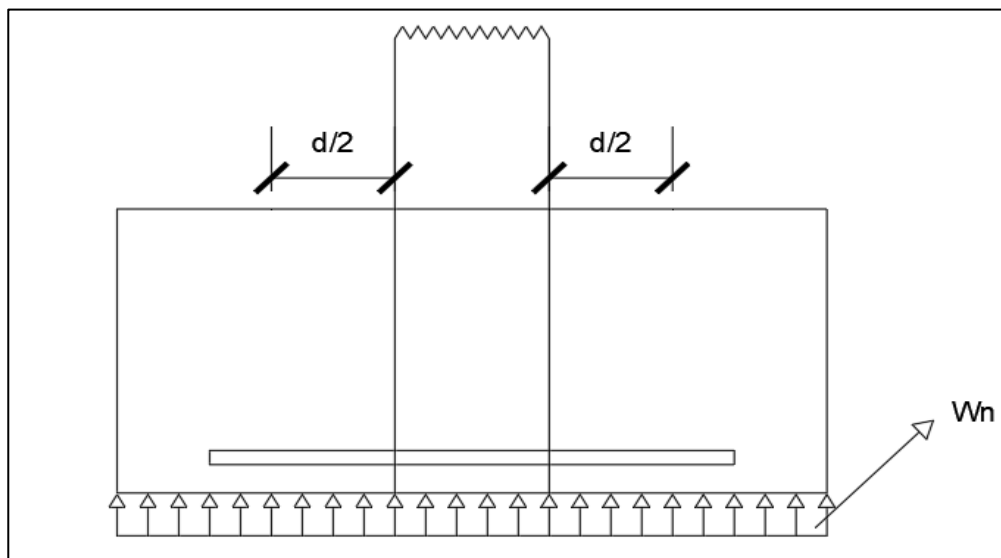
$$d = 53.4 \text{ cm} \approx 0.534 \text{ m}$$

### 3.3.2 Diseño por punzonamiento

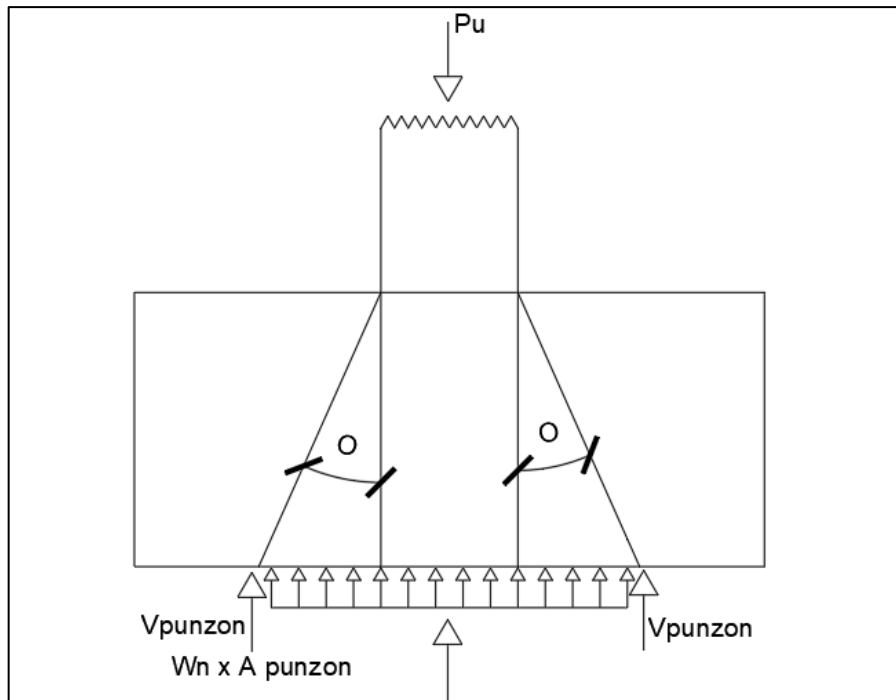
Se corrobora a un espaciamiento “d/2” de la cara de la columna.



**Fig. 54.** Detalle de planta por punzonamiento



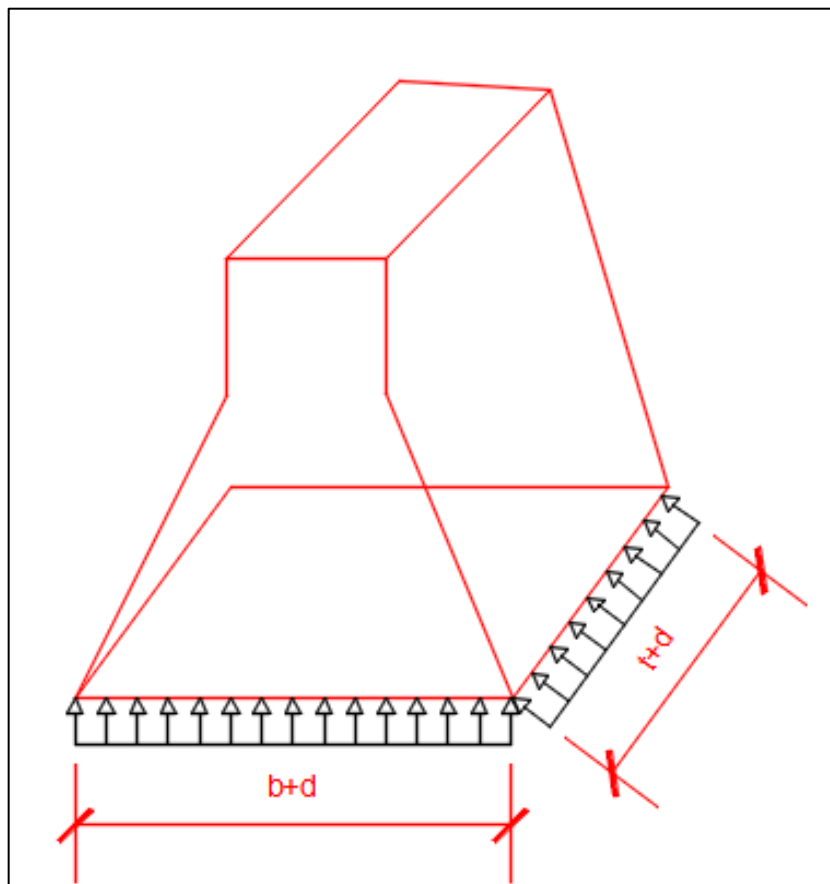
**Fig. 55.** Detalle de elevación por punzonamiento



**Fig. 56.** Fuerza por punzonamiento

El área de punzonamiento, se obtiene mediante:

$$\text{Área de Punzonamiento} = (b + d)(t + d)$$



**Fig. 57.** Área de punzonamiento

Ahora, el diseño de la cortante actuante:

$$V_{punz} = Pu - Wn * (b + d)(t + d)$$

$$V_{punz} = Vu = 429\,000 - 3.23(70 + d)(40 + d)$$

$$Vu = 429\,000 - 3.23(2800 + 110d + d^2)$$

Para la cortante resistente:

$$V\mu = \phi \left[ 0.53 + \frac{1.1}{Bc} \right] \sqrt{f'c} bo d \leq \phi 1.1 \sqrt{f'c} bo d$$

$$bo = b + d + t + d + b + d + t + d$$

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

$$bo = 2(b + t + 2d)$$

$$Bc = \frac{\text{Dimensión Mayor de Columna}}{\text{Dimensión Menor de Columna}}$$

$$Bc = \frac{0.70}{0.40} = 1.75$$

$$0.53 + 1. \frac{1}{Bc} = K$$

$$0.53 + \frac{1.1}{\frac{\text{Lado Mayor de Columna}}{\text{Lado Menor de Columna}}} = K$$

$$K \leq 1.10$$

$$0.53 + \frac{1.1}{1.75} = 1.16 > 1.10$$

$$K = 1.16 > 1.10$$

$$Vu = \phi 1.1 \sqrt{f'c} bo d$$

$$Vu = 0.85 (1.1) \sqrt{175} 2(70 + 40 + 2d)d$$

$$Vu \text{ Actuante} \leq Vu \text{ Resistente}$$

$$429\,000 - 3.23(2800 + 110d + d^2) = 0.85 * 1.1 * \sqrt{175} * 2 * (110 + 2d)d$$

$$52.71 d^2 + 3076.46d - 419956 = 0$$

$$d = 64.7 \text{ cm x punzonamiento}$$

$$d = 0.647 \text{ m.}$$

$$d = 53.4 \text{ cm Pon Cortante.}$$

$$d = 64.7 \text{ cm Pon Punzonamiento.}$$

### 3.3.3 Diseño por longitud de desarrollo.

El procedimiento para el diseño por longitud de desarrollo, es:

$$db = \text{Diámetro varilla de columna.}$$

$$ld \geq \left\{ \frac{0.08 * db * fy}{\sqrt{f'c}} \right\}$$

$$ld \geq \{0.004 * db * fy\}$$

$$ld \geq 20 \text{ cm}$$

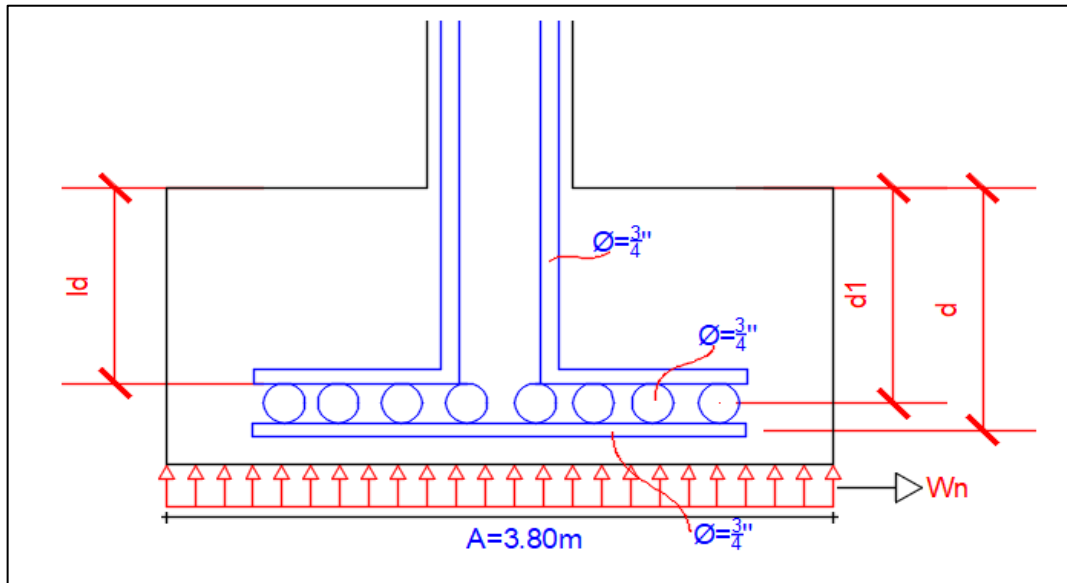
$$ld \geq \left\{ \frac{0.08 * 1.91 * 4200}{\sqrt{175}} = 48.5 \text{ cm} \right\}$$

$$ld \geq \{0.004 * 1.91 * 4200 = 32.1 \text{ cm}\}$$

$$ld \geq 20 \text{ cm}$$

La más desfavorable será la de mayor longitud

$$ld = 48.5 \text{ cm}$$



**Fig. 58.** Detalle de Longitud de Desarrollo

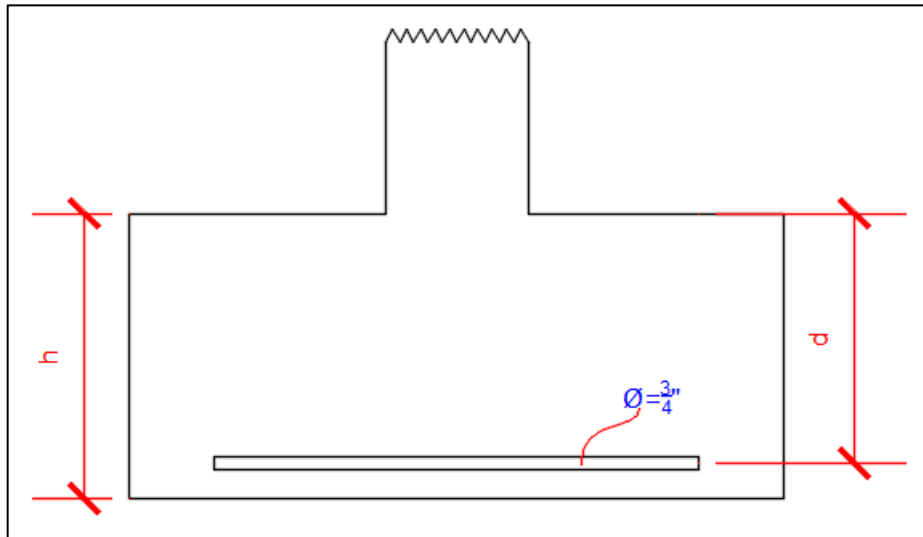
$$d = ld + 1.5\phi$$

$$d = 48.5 + 1.5 * 1.91 \text{ cm}$$

$$d = 51.4 \text{ cm} \approx 0.514 \text{ m}$$

### 3.3.4 Altura de zapata

Para la altura de la zapata, se hace:



**Fig. 59.** Detalle de altura de zapata

Luego:

$$\text{cortante } h = 53.4 + \frac{1.91}{2} + 7.5 = 61.9 \text{ cm}$$

$$\text{punzón } h = 64.7 + \frac{1.91}{2} + 7.5 = 73.2 \text{ cm}$$

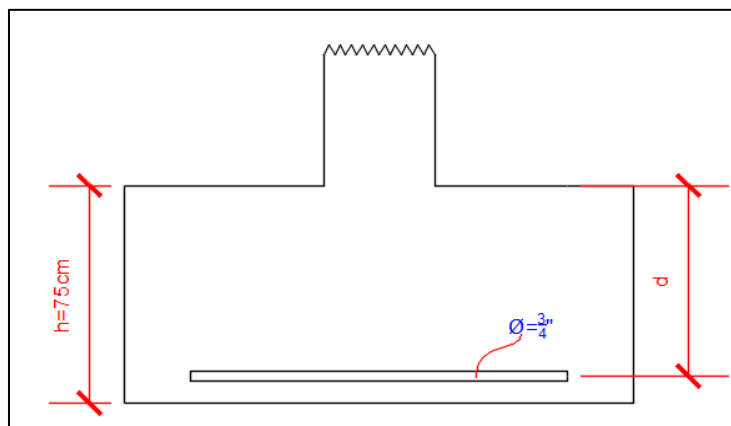
$$\text{long. desde } h = 51.4 + \frac{1.91}{2} + 7.5 = 59.9 \text{ cm}$$

$$\mathbf{h = 75 \text{ cm}}$$

$$\mathbf{d = h - \left( \text{Rec} + \frac{\emptyset}{2} \right)}$$

$$\mathbf{d = 75 - \left( 7.5 + \frac{1.91}{2} \right)}$$

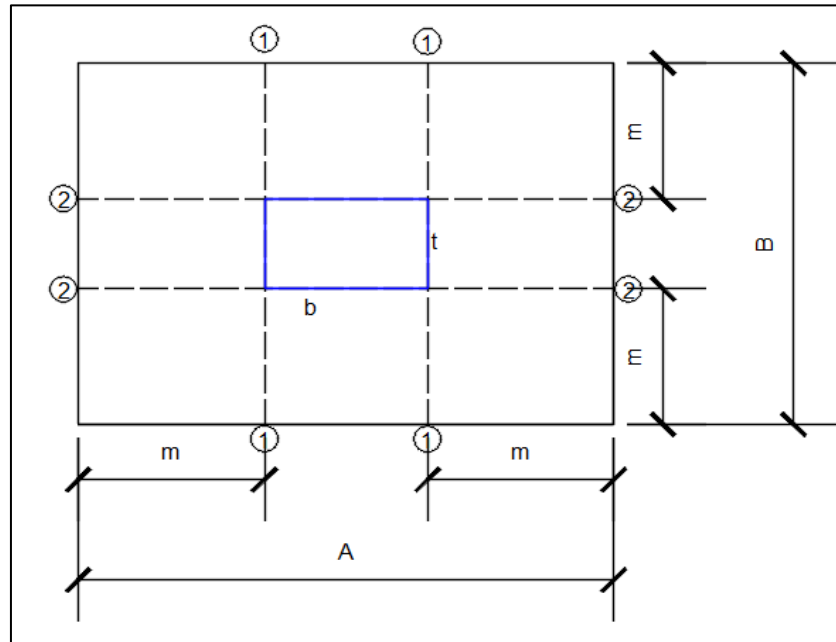
$$\mathbf{d = 66.5 \text{ cm} \approx 0.665 \text{ m}}$$



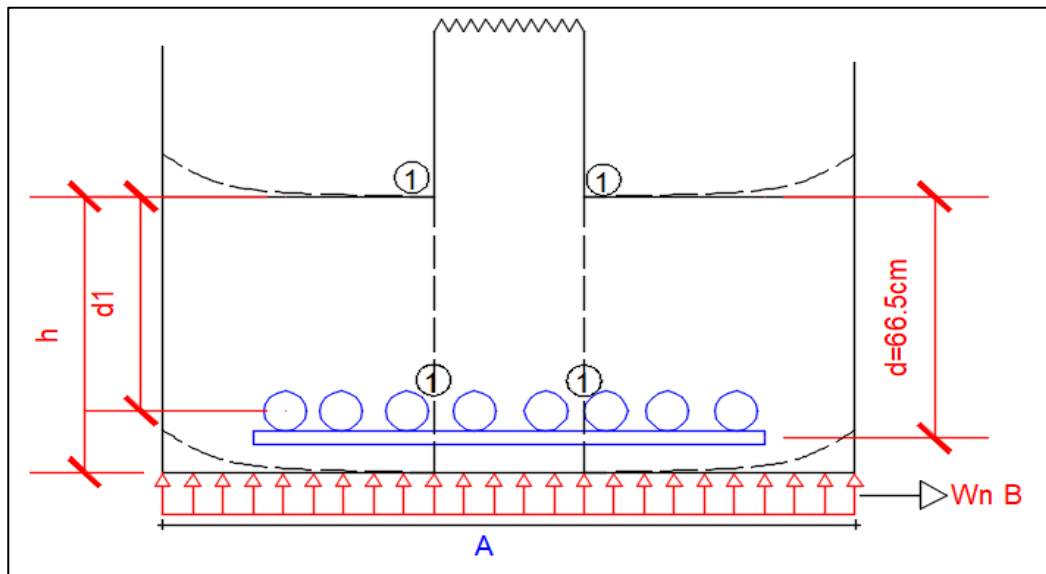
**Fig. 60.** Detalle de Peralte de Zapata

### 3.3.5 Diseño por flexión

El diseño por flexión se realiza tomando en cuenta los siguientes esquemas:



**Fig. 61.** Detalle de Planta para Flexión



**Fig. 62.** Detalle de Elevación para Flexión

De donde:

$$d1 = 66.5 - \phi$$

$$d1 = 66.5 - 1.91$$

$$d1 = 64.6 \text{ cm} \approx 0.646 \text{ m}$$

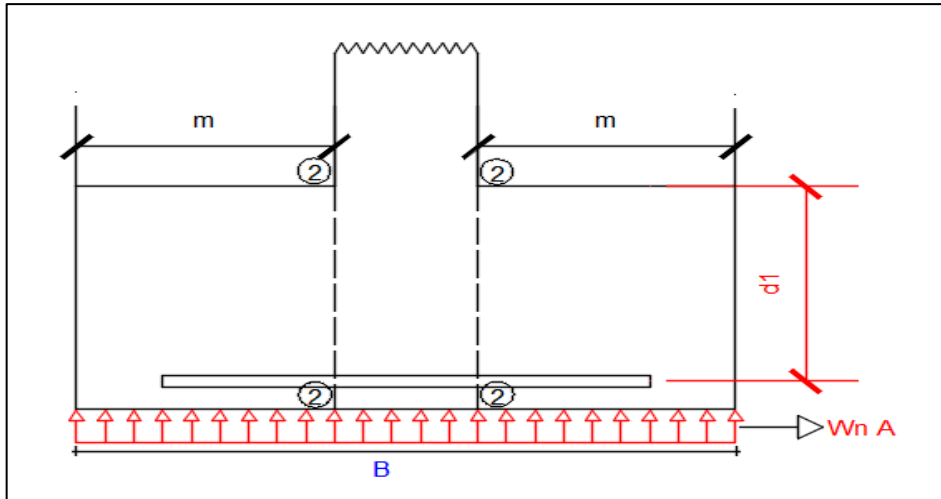


Fig. 63. Detalle de Zapata en elevación

$$Mu = 32.26 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 3.50 \text{ m} * (1.52\text{m})^2$$

$$Mu = 130.42 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$\partial \text{ max} = 0.75 * 0.85 * \frac{6000}{6000 + 4200} * 66.5$$

$$\partial \text{ max} = 24.9 \text{ cm}$$

$$M \text{ max1} = 0.9 \left[ 0.85 * (175) * (24.9) * 350 \left( 66.5 - \frac{24.9}{2} \right) \right]^{10-5}$$

$$M \text{ max1} = 630.61 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$Mu \text{ act} < M \text{ máx.}$$

$$130.42 < 630.61 \text{ Ton} - \text{m}$$

En consecuencia, se realiza un diseño de sección simplemente armada.

$$\partial = \frac{As * fy}{0.85 fc * b}; \quad As = \frac{Mu}{\phi fy * \left( d - \frac{\partial}{2} \right)}$$

Aplicando el método de tanteo, como puede verse en la Tabla II:

**Tabla II**

Tanteo para diseño por flexión

N.º Iteración	Longitud de Flexión	Área de sección armada
	$\partial$ (cm)	As (cm <sup>2</sup> )
1	13.3	59.18
2	4.8	55.26
3	4.5	55.13

La flexión asumida es:

$$\partial asu = 4.5 \text{ cm} \approx \partial calc = 4.4 \text{ cm}$$

$$As_{min} = 0.0018 * 350 * 66.5 = 41.90 \text{ cm}^2$$

$$As = 55.13 \text{ cm}^2 > As_{min} = 41.90 \text{ cm}^2$$

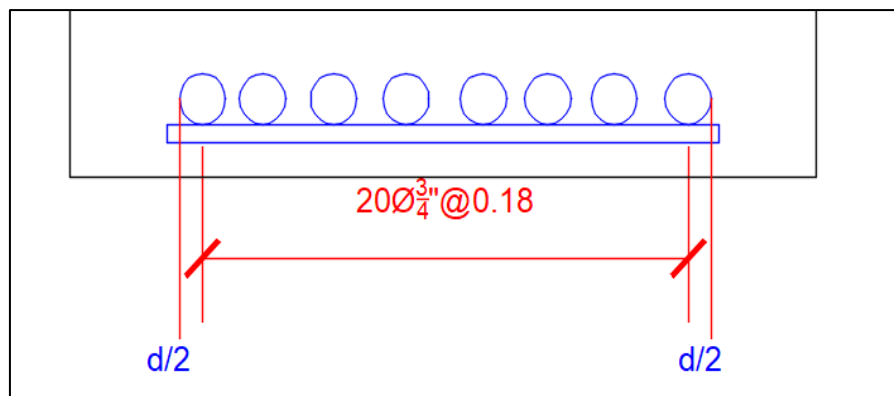
$$As = \text{"55.13" cm}^2$$

El número de varillas, es:

$$\# \text{Varillas} = \frac{55.13 \text{ cm}^2}{2.85 \text{ cm}^2} = 19.3 \approx 20 \text{ varillas o } 20 \phi 3/4"$$

La primera forma de diseño, es:

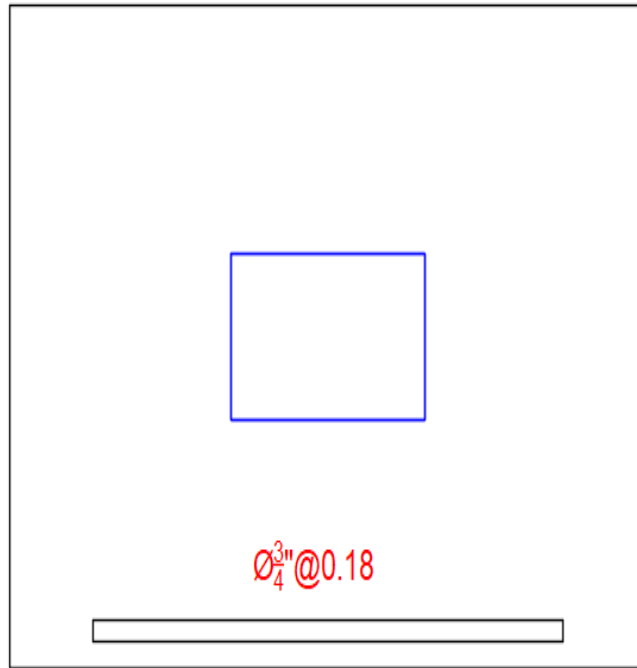
$$\Delta = \frac{350 - 2 * (7.5) - 1.91}{20 - 1} = 17.5 \text{ cm} \approx 0.18 \text{ m}$$



**Fig. 64.** Detalle de espaciamiento

El diámetro de la varilla, es:

$$\Delta = \frac{2.85 \text{ cm}^2}{55.13 \text{ cm}^2} * 350 \text{ cm} = 18 \text{ cm} = \phi 3/4" @ 0.18$$



**Fig. 65.** Detalle de Acero Longitudinal

Para el diseño del acero transversal, se hace:

$$Mu Act = 32.26 * \frac{3.80 * (1.52)^2}{2} = 141.61 Ton - m$$

$$\delta max = 0.75 * 0.85 * \frac{6000}{6000 + 4200} * 64.6 = 24.2$$

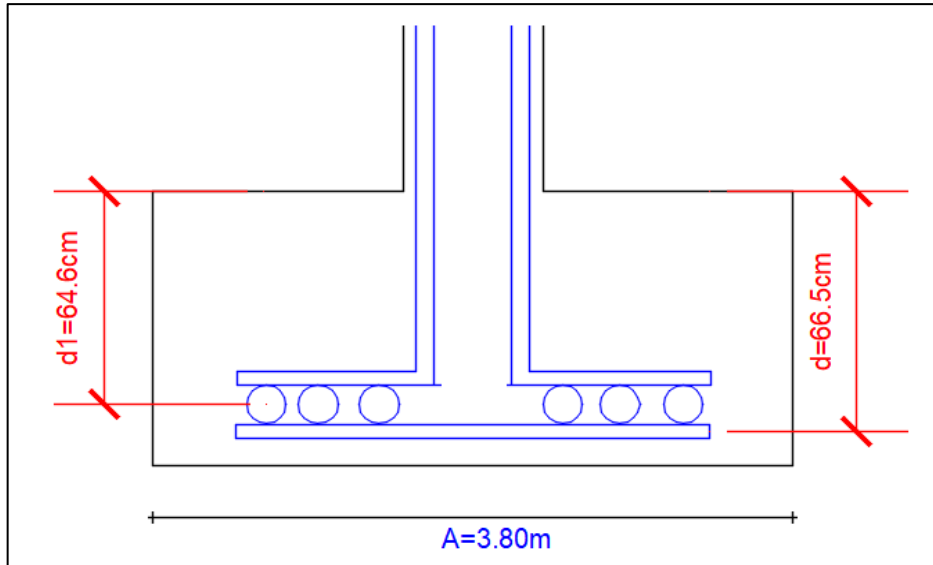
$$M máx. = 0.9 \left[ (0.85)(175)(24.2)(380) \left( 64.6 - \frac{24.2}{2} \right) \right] * 10^{-5}$$

$$= 646.34 Ton - m$$

$$M actuante < M máx.$$

$$141.61 Ton - m < 646.34 Ton - m$$

Aplicando diseño de sección simplemente armada.



**Fig. 66.** Detalle en Elevación Final de Zapata

Aplicando método iterativo de tanteo:

**1er Tanteo:**

Asumiendo:

$$\partial = \frac{64.6 \text{ cm}}{5} = 12.9 \text{ cm}$$

La sección es:

$$141.61 * 10^5 \text{ Kg} - \text{cm} = 0.9 * A_s * 4200 * \left(64.6 - \frac{12.9}{2}\right); A_s = 64.42 \text{ cm}^2$$

$$\partial = \frac{64.42 * 4200}{0.85 * 175 * 380} = 4.8 \text{ cm}$$

Resultando que:

$$\partial_{\text{asumido}} \neq \partial_{\text{calculado}}$$

$$12.90 \neq \partial_{\text{calculado}}$$

**2do tanteo:**

$$\partial = 4.8 \text{ cm}$$

Entonces:

$$141.61 * 10^5 = 0.9 * A_s * 4200 \left(64.6 - \frac{4.8}{2}\right)$$

$$A_s = 60.23 \text{ cm}^2$$

De donde:

$$\partial = \frac{60.23 * 4200}{0.85 * 175 * 380} = 4.5 \text{ cm}$$

$$\partial_{\text{asumido}} = 4.8 \text{ cm} \neq \partial_{\text{calculado}} = 4.5 \text{ cm}$$

**3er tanteo**

$$141.61 * 10^5 = 0.9 * A_s * 4200 \left( 64.6 - \frac{4.5}{2} \right) = 60.08 \text{ cm}^2$$

$$\partial = \frac{60.08 * 4200}{0.85 * 175 * 380} = 4.5 \text{ cm}$$

De donde, finalmente:

$$\partial_{\text{asumido}} = \partial_{\text{calculado}} = 4.5 \text{ cm}$$

**$A_s = 60.08 \text{ cm}^2$**

Los resultados se resumen en la Tabla III.

**Tabla III**

Resultados del tanteo diseño acero transversal

N.º Iteración	Longitud de Flexión	Área de sección armada
	$\partial$ (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )
1	12.9	64.42
2	4.8	60.23
3	4.5	60.08

Luego:

$$\rho_{\text{min}} = 0.0018$$

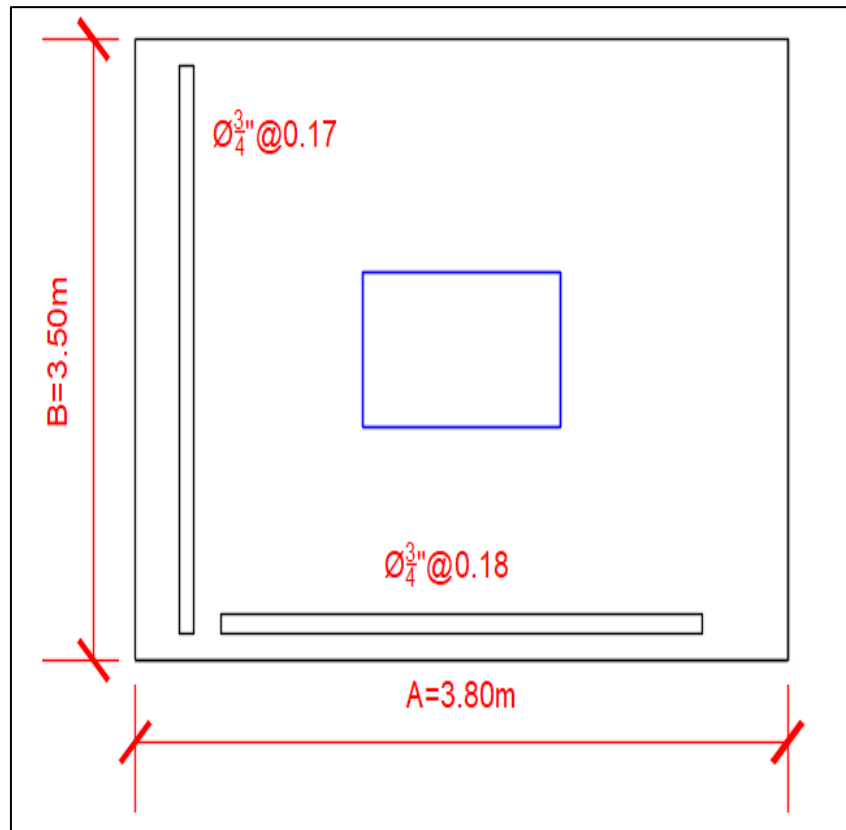
$$A_s_{\text{min}} = 0.0018 * 380 * 64.6 = 44.19 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 60.08 \text{ cm}^2 > A_s_{\text{min}} = 44.19 \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{A_s = 60.08 \text{ cm}^2}$$

El número de varillas, es:

$$\# \text{ Varillas} = \frac{60.08 \text{ cm}^2}{2.85 \text{ cm}^2} = 21.08 \approx 21 \text{ varillas o } 21 \phi 3/4''$$



**Fig. 67.** Detalle Final de Zapata Aislada

### 3.4 Verificación de hipótesis

#### 3.4.1 Verificación de hipótesis específicas

- a) El valor del Punzonamiento que nos muestra el Software Safe si lo podemos interpretar, con fines de complementar el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas.

##### Contrastación

El valor del punzonamiento que nos muestra el Software Safe Si lo podemos interpretar, con fines de complementar el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas y ello se corrobora al entenderse la relación que existe entre lo que se está ejerciendo y lo que se puede resistir en una zapata aislada.

- b) Existe una relación positiva entre la implementación del Software Safe, respecto a la optimización del concreto en el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas.

##### Contrastación

Si existe una relación positiva entre la implementación del Software Safe respecto a la optimización del concreto en el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas y ello se corrobora cuando se hace la verificación de esfuerzos y punzonamiento para así determinar si se requiere ampliar o

disminuir las dimensiones y altura de la zapata pudiendo ello incidir en los volúmenes de concreto en la zapata.

- c) Existe una relación positiva entre la implementación del Software Safe, respecto a la optimización del acero en el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas.

#### **Contrastación**

Si existe una relación positiva entre la implementación del Software Safe respecto a la optimización del acero en el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas y ello se corrobora cuando se obtuvo en los resultados del acero horizontal varillas de 3 / 4" espaciados a cada 16 cm en comparación con el cálculo manual que manifestaba a cada 18 cm de espaciamiento para dichas varillas.

#### **3.4.2 Verificación de hipótesis general.**

La Implementación del Software Safe Si beneficia como complemento en el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas, en los estudiantes de Ingeniería Civil.

#### **Contrastación**

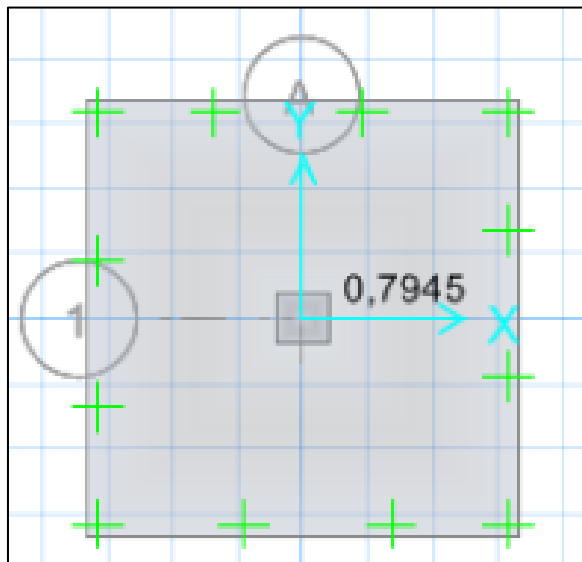
Se pudo dar validez a la hipótesis general en el que se manifiesta que La Implementación del Software Safe Sí beneficia como complemento en el análisis y diseño del cálculo manual en zapatas aisladas, en los estudiantes de Ingeniería Civil al darse por validado la totalidad de hipótesis establecidas.

## IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Discusión de resultados.

#### 4.1.1 Valor del punzonamiento

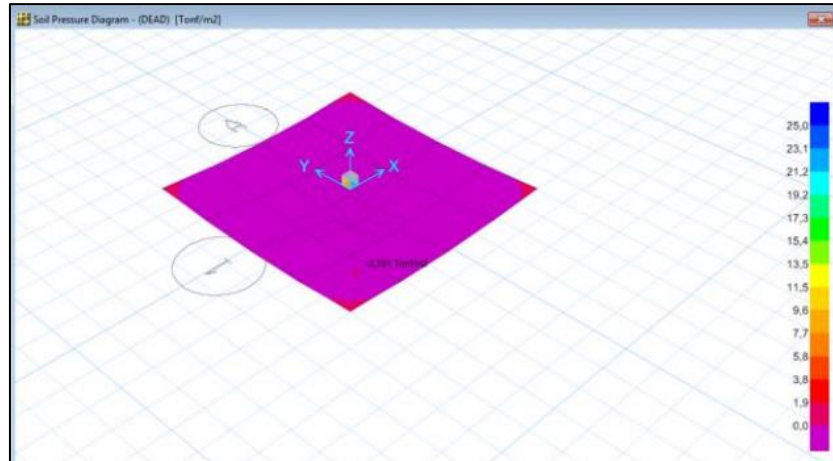
Analizando los resultados del valor del punzonamiento se pudo constatar que el valor obtenido por punzonamiento alcanzo un valor de 0.99, valor que resulta menor a 1 que es el máximo permitido. Si hacemos una comparación con los resultados del investigador Olmedo José realizado en el año 2013 en la cual su modelo realizado en el Software Safe alcanzo un valor de punzonamiento de 0.79 con el cual podemos afirmar que ambos modelos estructurales cumplieron con los máximos rangos permitidos siendo ambos menores a la unidad.



**Fig. 68.** Resultado de punzonamiento de tesista Olmedo

#### 4.1.2 Optimización del concreto.

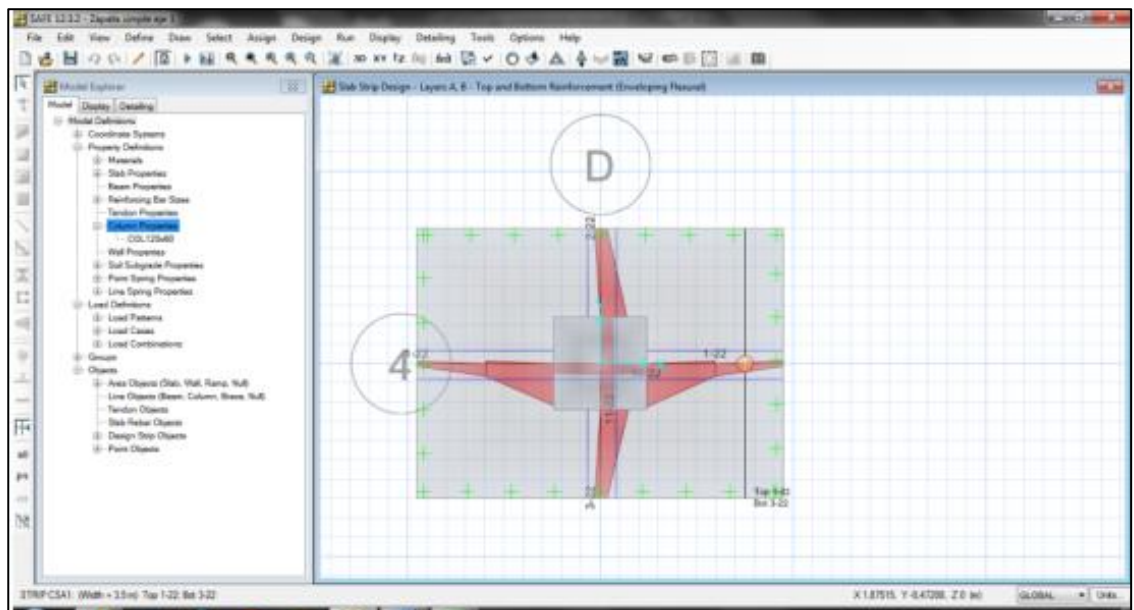
Analizando los resultados referentes a la optimización del Concreto, en el análisis de los resultados se pudo apreciar que la presión por servicio alcanzo un valor de 2.39 Kg/cm<sup>2</sup> y sabiendo que no supera el valor del esfuerzo máximo del terreno que es de 2.50 Kg/cm<sup>2</sup> ya no es necesario aumentar las medidas de la zapata que bien podría conllevar a un aumento del volumen de concreto, si hacemos una comparación con los resultados del investigador Olmedo José realizado en el año 2013 en la cual su esfuerzo en el suelo alcanzo un valor de 0.38 Kg/cm<sup>2</sup> con el cual se puede corroborar que ambos modelos no superaron el valor máximo de 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>.



**Fig. 69.** Resultado de esfuerzo del suelo de tesista Olmedo

#### 4.1.3 Optimización del acero

Analizando los resultados referentes a la optimización del Acero, en el análisis de los resultados se puso de manifiesto que en el diseño final de franja horizontal el acero requerido corresponde a varillas de 3 / 4 “de espaciamiento fue de 18 cm, espaciamiento que coincide a los 18 cm desarrollado por calculo manual, a su vez para el diseño por franja vertical en el software Safe se pudo constatar que el espaciamiento requerido fue de 17 cm con varilla de 3 / 4 “ valores que coinciden con los del cálculo manual. Si hacemos una comparación con los resultados del investigador Olmedo José realizado en el año 2013 en la cual obtuvo varillas de 22 mm espaciados a 20 cm para la dirección X y Y se puede establecer que se da debido a las propias características del modelo.



**Fig. 70.** Resultado de aceros de tesista Olmedo

## V. CONCLUSIONES

- a) Los resultados alcanzados en referencia a los valores de punzonamiento dan a conocer que se consiguieron 0.79cm en el programa Safe y favorables en el modelo motivo por el cual se realizó un ligero incremento en la Altura de la Zapata de 75cm a 80cm en el modelamiento de la cimentación.
- b) Los resultados alcanzados en referencia a la optimización del concreto establecen que se consiguieron resultados favorables en el modelo motivo por el cual se tuvo que realizar un ligero incremento en las dimensiones de la zapata al haberse logrado obtener esfuerzos en el modelo menores al valor máximo del terreno, las cuales se modificaron de la siguiente manera:
  - Peralte de la Zapata: de 75cm a 80cm.
  - Área de Zapata: de 350cmx380cm a 370cm a 400cm.
- c) Los resultados alcanzados en referencia a la optimización del acero establecen que se consiguieron los siguientes resultados: En el Acero Longitudinal en el Cálculo manual dio un valor de 20 Varillas de  $\phi$  3/4", mientras en el Software Safe da un valor de 22 Varillas de  $\phi$  3/4". En el Acero Transversal para el Cálculo Manual dio como resultado 21 Varillas de  $\phi$  3/4", mientras que en el Software Safe da un valor de 23 Varillas de  $\phi$  3/4", debido a un aumento en las dimensiones de la zapata, por consiguiente, se puede afirmar que el Software Safe es un programa automatizado que permite reducir tiempos de procesos de cálculos llegando a resultados más exactos o similares.
- d) Los resultados alcanzados luego de realizar el análisis y diseño en zapatas aisladas demuestran que con el empleo del software Safe se beneficia y complementa en los Estudiantes de Ingeniería Civil al momento de querer comprobar resultados y optimizar los tiempos de cálculos llegando a resultados más confiables y seguros para una cimentación, en este caso al momento de asignar las características de la Zapata Aislada en el Software Safe, el cual al momento de verificar la presión máxima ejercida sobre el suelo nos da un resultado de 2.59kg/cm<sup>2</sup> que es ligeramente mayor a la presión admisible del suelo 2.50kg/cm<sup>2</sup>, por lo que para lograr que la demanda sea menor que la capacidad incrementamos la dimensión de la Zapata en 10cm a cada lado.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- a) Se recomienda siempre la verificación por punzonamiento en el software Safe ya que nos permite saber si será necesario aumentar la altura de la zapata debido al desbalance entre los esfuerzos ejercidos sobre la zapata.
- b) Se recomienda siempre en el modelamiento y análisis de la cimentación verificar las presiones ejercidas en el suelo producto de las cargas ya que de superar el esfuerzo admisible del terreno este constituye una razón por la cual se tendría que ampliar las medidas de la zapata.
- c) Se recomienda siempre realizar las franjas de diseño para la zapata aislada al momento de proceder a realizar el análisis y diseño de las zapatas.
- d) Se recomienda siempre antes de utilizar el software Safe de manera continua haber comprobado un previo calculo manual para poder comprender mejor el uso del programa y beneficios que este ofrece para zapatas aisladas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

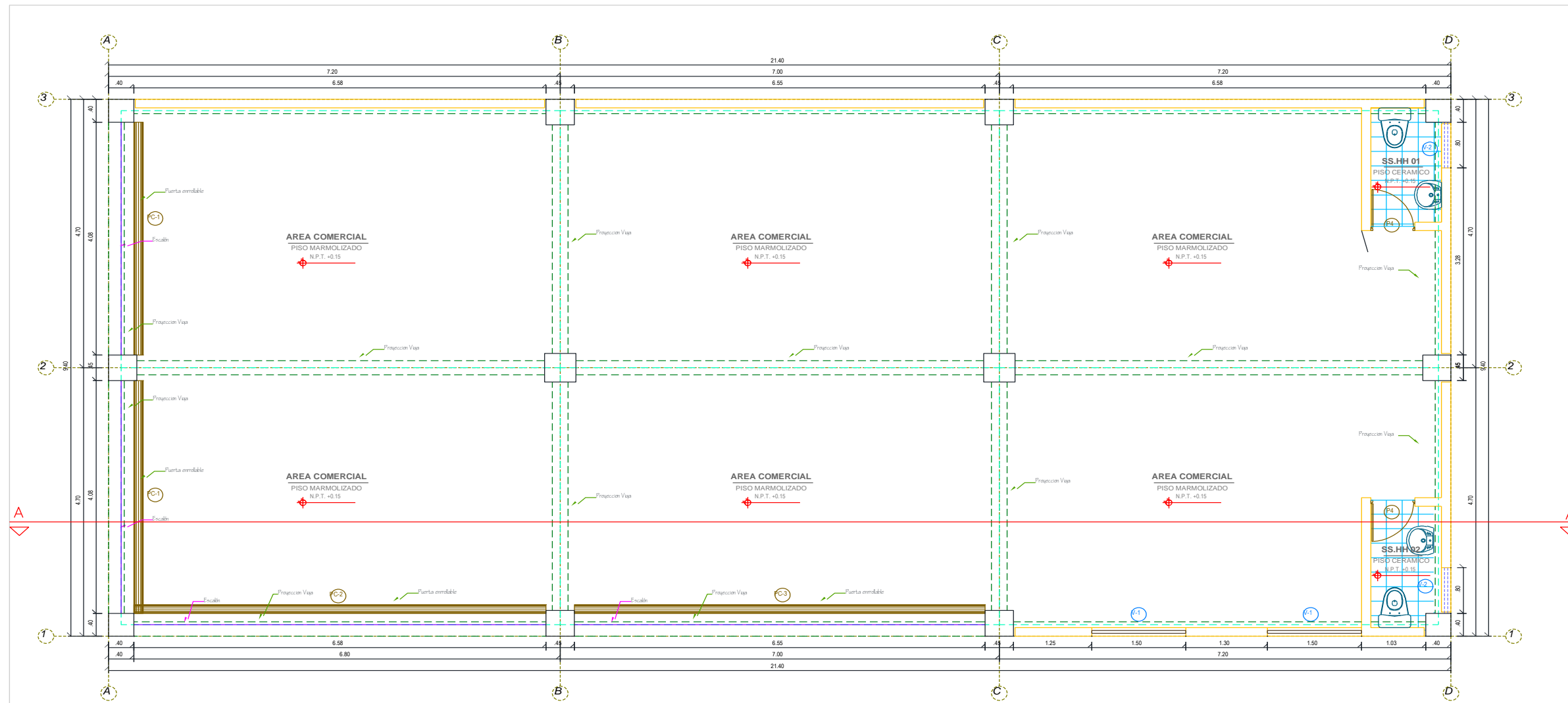
- [1] IGENMAI, «CSI Spain,» GruntsWork, 25 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.csiespana.com/software/8/safe>. [Último acceso: 12 Septiembre 2021].
- [2] V. Yepes Piqueras, «victoryepes.blogs.», Universitat Politècnica de València, 29 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/03/29/la-zapata-aislada/>. [Último acceso: 3 Marzo 2022].
- [3] C. A. Bautista Cabrera, «Aplicación del programa Safe al diseño de cimentaciones comunes en la construcción,» Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2010.
- [4] J. P. Olmedo Cuevas, «Implementación de Programas Computacionales para el Cálculo y Diseño de cimentaciones superficiales aplicación al cálculo de edificios,» Universidad Central del Ecuador, Quito, 2013.
- [5] C. Cruz López, «Análisis y diseño automatizado de elementos planos con SAFE,» Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 2016.
- [6] A. Rodríguez Alcalde, «Análisis comparativo del diseño de zapatas aisladas y combinadas rectangulares por flexión uniaxial y biaxial con programa computacional elaborado y safe,» Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2015.
- [7] F. Velásquez Huayta, «Eficiencia teórica de cuatro tipos de cimentación superficial para una institución educativa,» Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, 2018.
- [8] J. Acosta y J. Balcázar, «Diseño estructural de un edificio de concreto armado de ocho pisos en Huancayo,» Pontificia Universidad Católica del Perú - PUCP, Lima, 2019.
- [9] HERNÁNDEZ, R; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, M, Metodología de la investigación, México D.F.: McGraw-Hill., 2014.
- [10] G. Baena Paz, Metodología de la Investigación, México: Grupo Editorial Patria, 2017.
- [11] H. Sánchez Carlessi y C. Reyes Meza, Metodología y Diseño de la Investigación Científica, Lima: Visión Universitaria, 2006.
- [12] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma Técnica E-030: Diseño Sismorresistente*, Lima: Editoria Perú, 2018.
- [13] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma Técnica E - 02: Cargas*, Lima: Editora Perú, 2020.
- [14] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma Técnica E - 050: Suelos y Cimentaciones*, Lima: Editoria Perú, 2019.
- [15] F. Arias, El proyecto de investigación: Introducción a la investigación científica, Caracas: Epísteme, C.A., 2006.

[16] Tamayo y Tamayo, El proceso de la Investigación Científica, México: Limusa, 2007.

## **VIII. ANEXOS**

Relación de planos:


- Plano de Distribución.
- Plano de Cortes y Elevaciones.
- Plano de Cimentación.
- Plano de Aligerado y detalle de Vigas
- Estudio de Suelos.

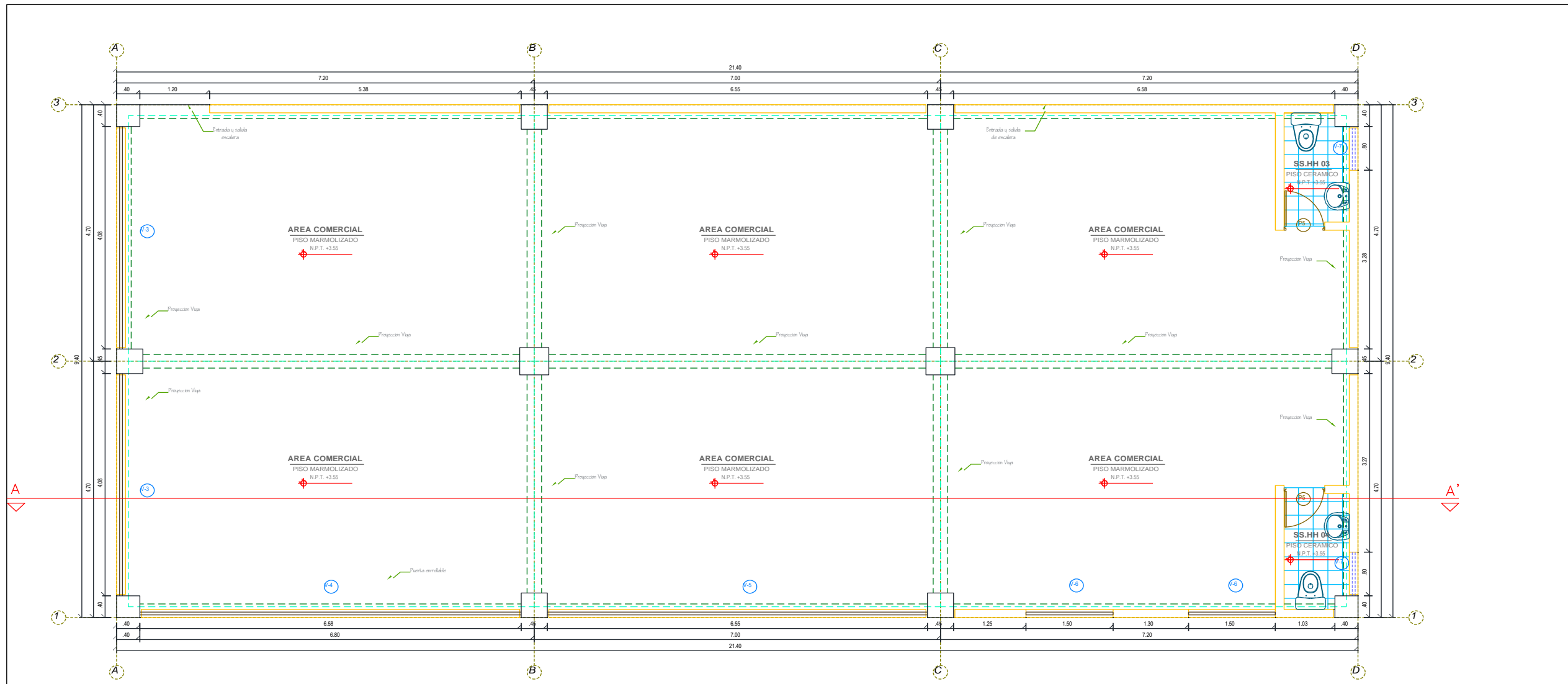


**PLANTA 1ER PISO**  
Esc. 1/50


CUADRO DE VANOS-VENTANAS				
	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	TIPO
V1	1.50	1.75	1.00	ALUMINIO - VIDRIO TEMPLADO
V2	0.80	0.30	2.75	ALUMINIO - VIDRIO TEMPLADO
V3	4.075	1.65	1.00	ALUMINIO - VIDRIO TEMPLADO
V4	6.575	1.35	1.00	ALUMINIO - VIDRIO TEMPLADO
V5	6.55	1.35	1.00	ALUMINIO - VIDRIO TEMPLADO
V6	1.50	1.35	1.00	ALUMINIO - VIDRIO TEMPLADO
V7	0.80	0.30	2.35	ALUMINIO - VIDRIO TEMPLADO

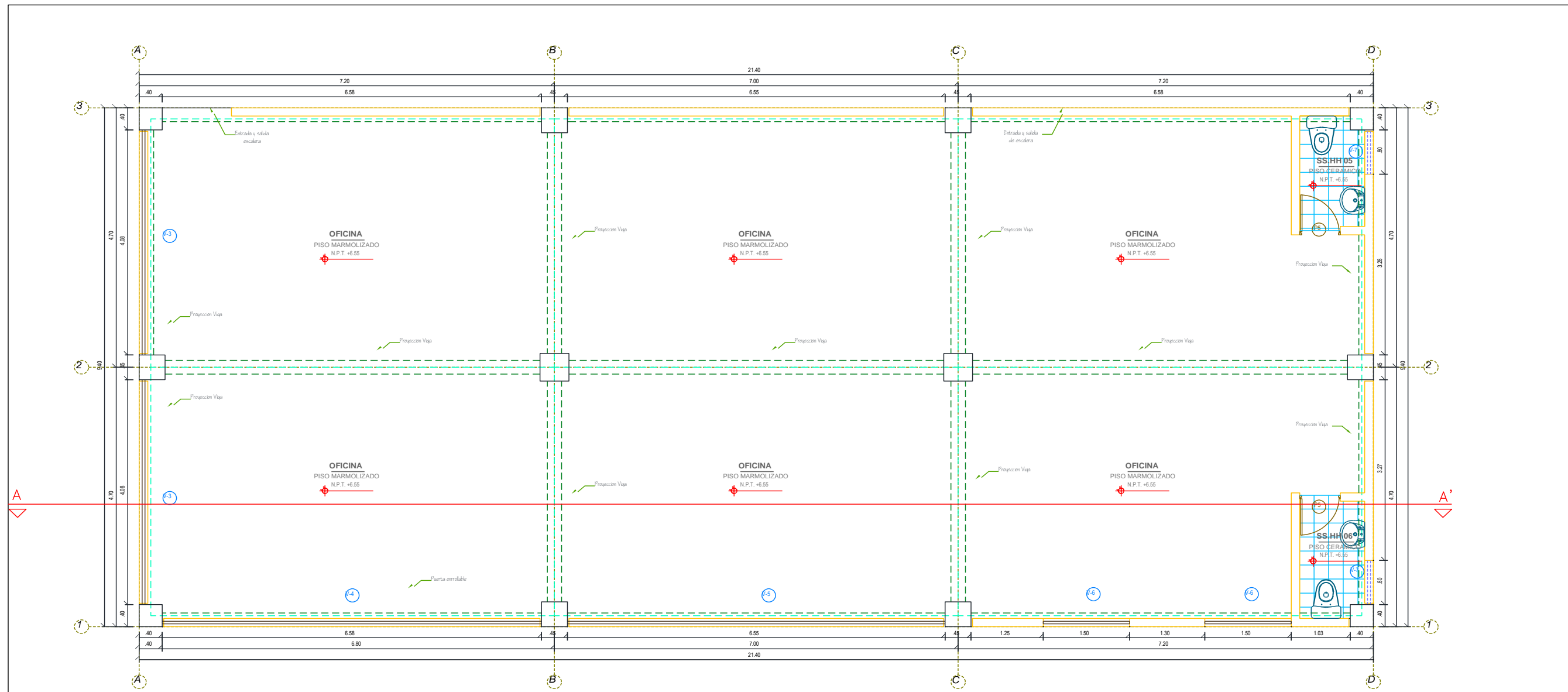
CUADRO DE VANOS-PUERTAS			
	ANCHO	ALTO	TIPO
PC1	4.075	3.05	ENROLLABLE - METAL
PC2	6.575	2.75	ENROLLABLE - METAL
PC3	6.55	2.75	ENROLLABLE - METAL
P4	0.70	3.15	MADERA CONTRAPLACADA
P5	0.70	2.75	MADERA CONTRAPLACADA

Proyecto: LOCAL COMERCIAL				
<b>TITULO DE TESIS:</b> "Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis de cálculo manual en Zapatos Aislados en los Estudiantes de Ingeniería Civil" - 2021				
Plano: PLANO DE ARQUITECTURA 1ER NIVEL		Ubicación: Dep. : Ica		
<b>TESISTA:</b> BACH. MENESES GARCIA NELSON RAÚL		Prov. : Ica		
		Dist : Tate		
		Sector : Pj.92 y Pj.93		
Estado: INDICADA	Contenido: M.G.N.R	Fecha: MAR - 2023	Elaborado: M.G.N.R	<b>A-01</b>



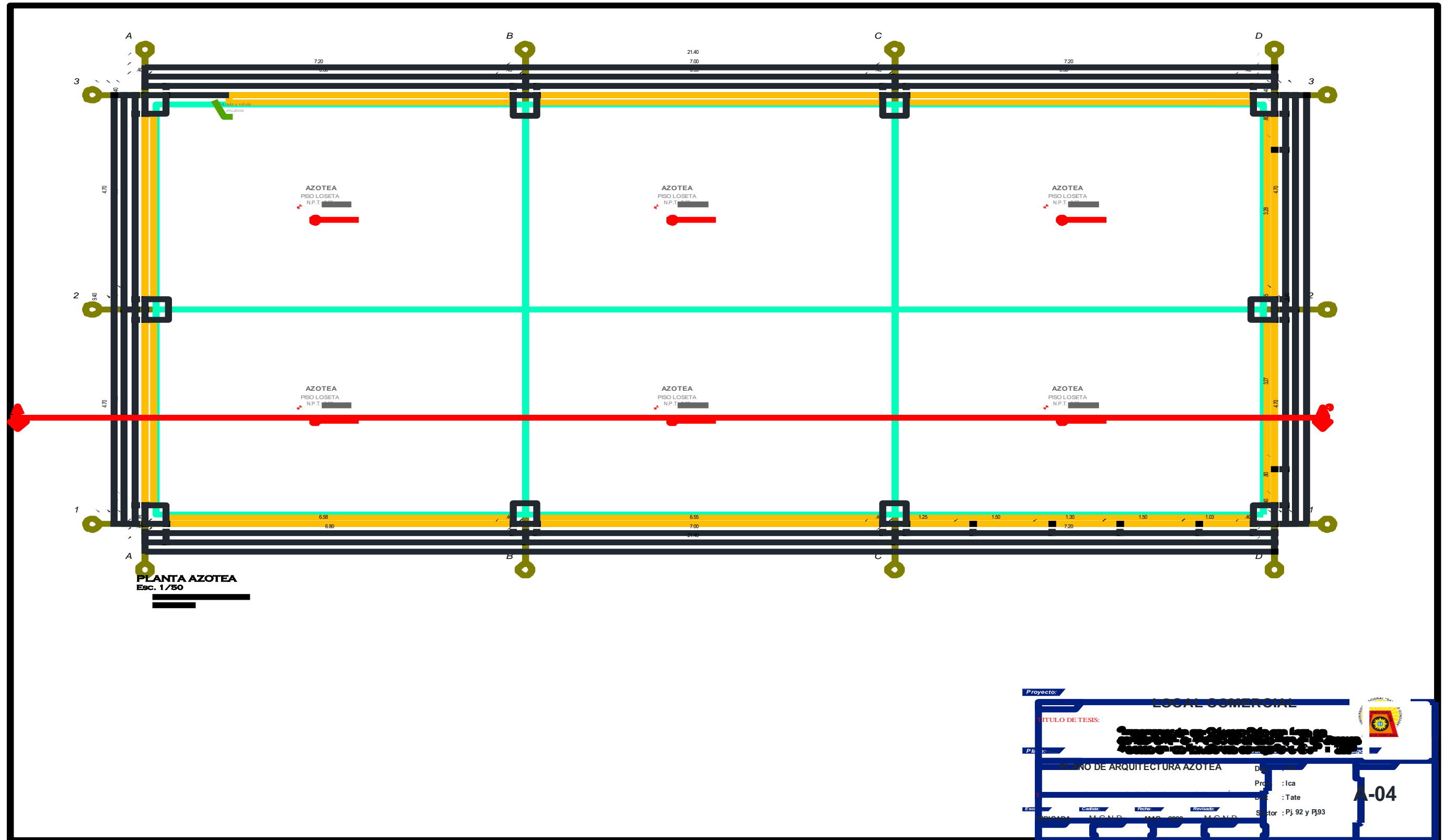
**PLANTA 2DO PISO**  
Esc. 1/50

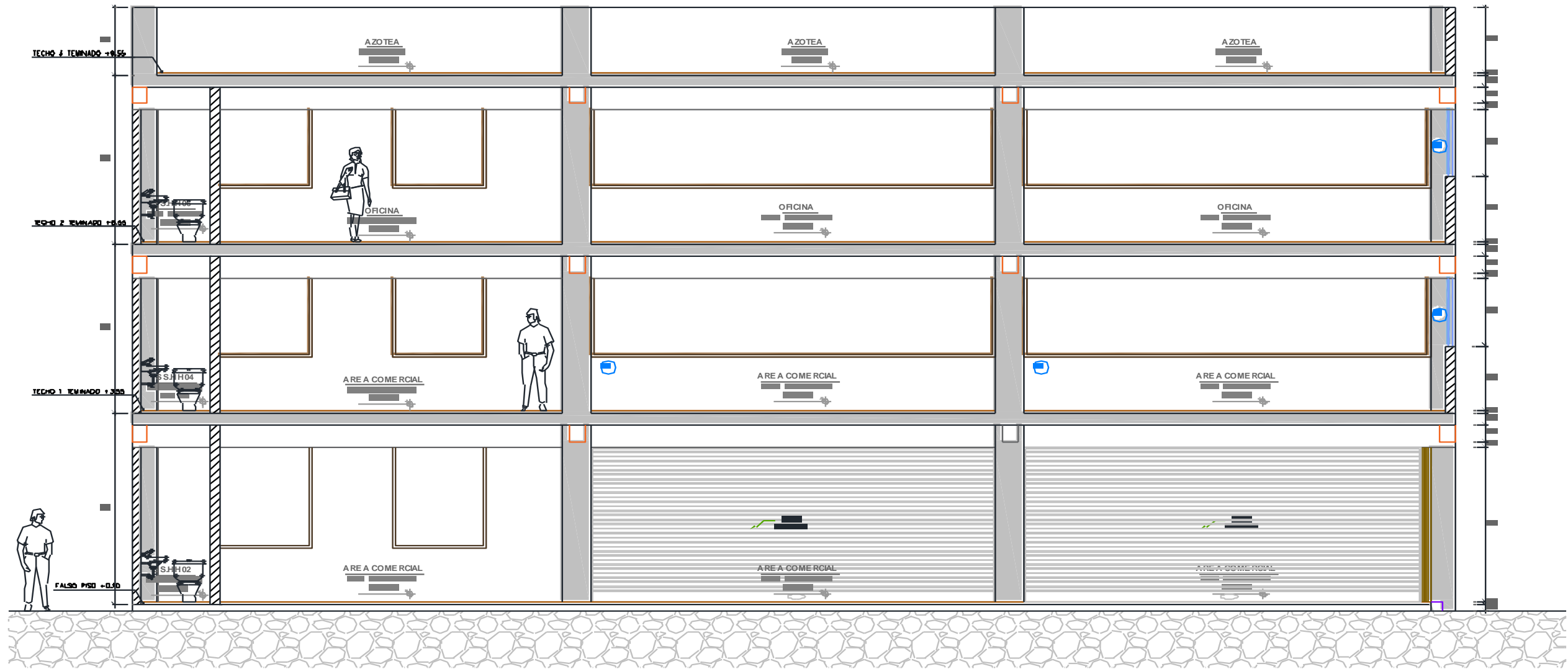
<b>Proyecto:</b>		<b>LOCAL COMERCIAL</b>		
<b>TITULO DE TESIS:</b> "Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis de cálculo manual en Zapatos Aislados en los Estudiantes de Ingeniería Civil" – 2021				
<b>Plano:</b>		<b>PLANO DE ARQUITECTURA 2DO NIVEL</b>		<b>A-02</b>
<b>TESISTA:</b> BACH. MENESES GARCIA NELSON RAÚL				
<b>Estado:</b>	<b>Ubicación:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Revisado:</b>	<b>Sector:</b>
INDICADA	M.G.N.R	MAR - 2023	M.G.N.R	Pj. 92 y Pj. 93



**PLANTA 3ER PISO**  
Esc. 1/80

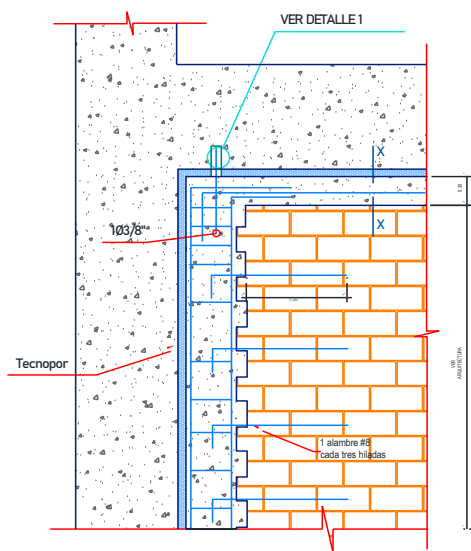
<b>Proyecto:</b>				<b>LOCAL COMERCIAL</b>		
<b>TITULO DE TESIS:</b> "Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis de cálculo manual en Zapatos Aislados en los Estudiantes de Ingeniería Civil" - 2021						
<b>Plano:</b>				<b>Ubicación:</b>		<b>A-03</b>
PLANO DE ARQUITECTURA 3ER NIVEL				Dep. : Ica		
<b>TESISTA:</b> BACH. MENESES GARCIA NELSON RAÚL				Prov. : Ica		
				Dist : Tate		
<b>Escala:</b>	<b>Carácter:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Revisado:</b>	<b>Sector :</b> Pj. 92 y Pj. 93		
INDICADA	M.G.N.R	MAR - 2023	M.G.N.R			



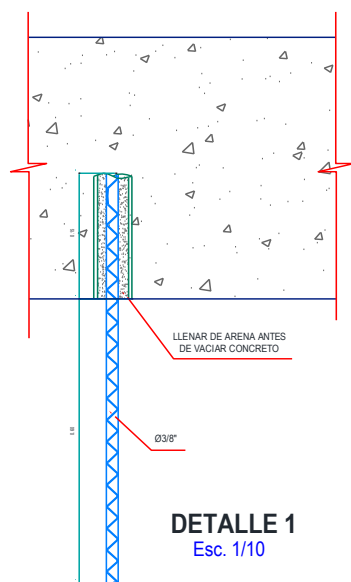


**CORTE LONGITUDINAL A' - A**  
**Esc. 1/50**

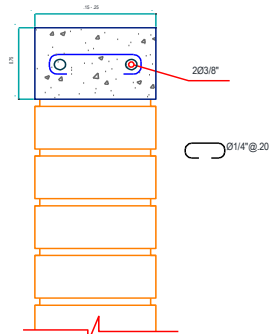
<b>Proyecto:</b>		<b>LOCAL COMERCIAL</b>		
<b>Título de Tesis:</b>		"Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis de cálculo manual en Zapatos Aislados en los Estudiantes de Ingeniería Civil" - 2021		
<b>Plano:</b>		PLANO DE CORTE LONGITUDINAL		<b>A-05</b>
<b>Tesisista:</b>		BACH. MENESES GARCIA NELSON RAÚL		
<b>INDICADA</b>	M.G.NR	MAR - 2023	M.G.NR	
<b>Ubicación:</b>		Dep. : Ica	Prov. : Ica	Sector : Pj. 92 y Pj.93
<b>Código:</b>		Dist. : Talcahuano		



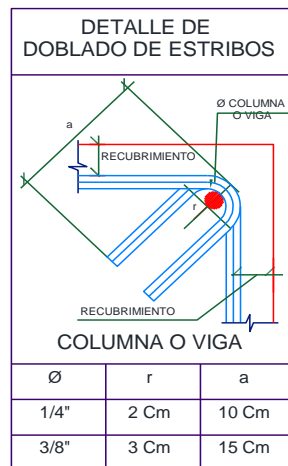
**ANCLAJE DE COLUMNETAS DE TABIQUES EN VIGA Y/O LOSA**  
Esc. 1/25



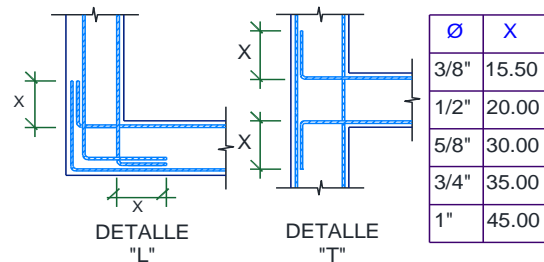
**DETALLE 1**  
Esc. 1/10



**CORTE X**  
Esc. 1/10



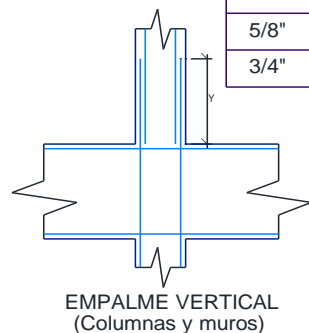
Ø	r	a
1/4"	2 Cm	10 Cm
3/8"	3 Cm	15 Cm



ESC. 1/50

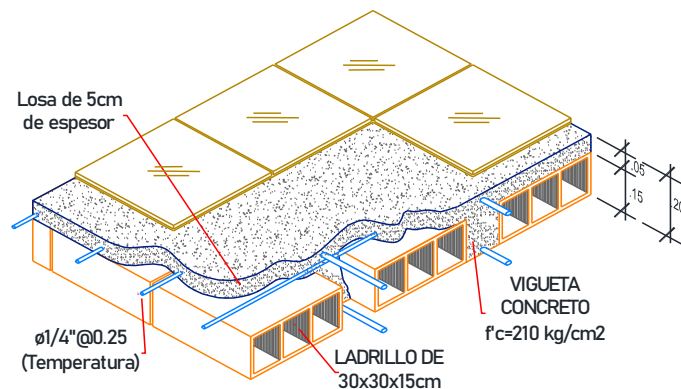
**LONGITUD DE EMPALME**

Ø	X	Y
1/4"	0.30	0.30
3/8"	0.40	0.40
1/2"	0.50	0.50
5/8"	0.70	0.60
3/4"	0.90	0.80

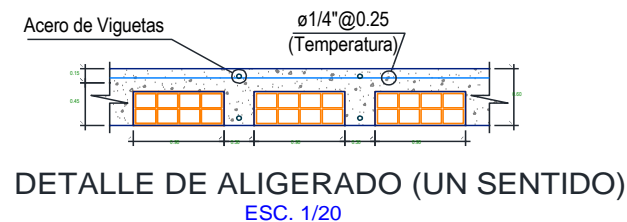


**EMPALME HORIZONTAL**  
(Vigas y losas)

**EMPALME VERTICAL**  
(Columnas y muros)



**DETALLE ISOMÉTRICO DE LOSA ALIGERADA**  
ESC. 1/20



**DETALLE DE ALIGERADO (UN SENTIDO)**  
ESC. 1/20

**TRASLAPES Y EMPALMES PARA VIGAS Y ALIGERADOS**

NOTAS  
1.- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA DE UNA MISMA SECCION  
2.- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70 %  
3.- PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 CM. PARA FIERRO DE 3/8" Y 35 CM. PARA 1/2" O 5/8"

**VALORES DE M**

Ø	REFUERZO INFERIOR		REFUERZO SUPERIOR	
	h CUALQUIERA	h < 0.30	h < 0.30	h > 0.30
3/8"	0.40	0.40	0.45	0.45
1/2"	0.40	0.40	0.50	0.50
5/8"	0.50	0.45	0.60	0.60
3/4"	0.60	0.55	0.75	0.75
1"	1.15	1.00	1.30	1.30

**CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADAS**

NOTA:  
EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y LOSA DE CIMENTACION, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALOJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

Ø	G(cm)
1/4"	15
3/8"	20
1/2"	25
5/8"	35
3/4"	45

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**CONCRETO SIMPLE**  
CIMENTOS CORRIDOS: CONCRETO CICLOPEO 1:10 (CEMENTO-HORMIGON MAS 30% PG (Fmax))  
CONCRETO fc = 140kg/cm2 : SOBRECIMIENTO SIMPLE

**CONCRETO ARMADO**  
CONCRETO fc = 210kg/cm2 : ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION  
CONCRETO fc = 210kg/cm2 : COLUMNAS, VIGAS, LOSA ALIGERADA  
ACERO REFUERZO : fy = 4200 Kg/cm2

**RECUBRIMIENTOS**

COLUMNAS	: 3.0 Cm
VIGAS CHATAS	: 3.0 Cm
VIGAS Y COLUMNAS PERALTADAS	: 4.0 Cm
ESCALERAS Y ALIGERADOS	: 3.0 Cm
ZAPATAS	: 7.5 Cm

**SOBRECARGAS :**

1°PISO, 2°PISO, 3°PISO	: 300 Kg / m2
ESCALERA	: 200 Kg / m2

**LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPES DE ARMADURAS:**

Ø	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	
5/8"	0.60	0.75	
3/4"	0.70	0.80	

**TERRENO**  
CAPACIDAD PORTANTE: 0.9 Kg/cm2

**OBSERVACIONES :**  
LOS MUROS PORTANTES SERAN DE LADRILLO TIPO IV , DE 18 HUECOS , CON PORCENTAJE DE DE VACIOS < 30% .  
LOS MUROS NO PORTANTES SE LEVANTARAN A SU ALTURA TOTAL DESPUES DEL DESENCOFRADO DEL TECHO , CON LADRILLO PANDERETA

**CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA CONFINADA :**  
UNIDAD ( LADRILLO TIPO IV ) : fm 45 Kg / Cm2  
ESPESOR MINIMO : e min. = 0.13m , 0.23m  
% MAXIMO DE VACIOS : 30 %  
MORTERO : 1:4 (CEMENTO : ARENA)  
ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO : e min. = 0.9 Cm  
e max. = 1.5 Cm  
Si tiene Alveolos estos no excederan el 25% del Volumen

Esc. 1/50

**PARAMETROS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE**

Z=0.45	U=1.0	S2=1.05
FACTOR DE REDUCCIÓN: PORTICOS		Rx= 8
FACTOR DE REDUCCIÓN: PORTICOS		Ry= 8

**LEYENDA - ESTRUCTURAS**

	Columna o muro de concreto
	Columneta para aislar de tabiques o muros no portantes.
	Cimiento: Zapata, cimiento corrido simple o armado, etc.
	Tabiqueria
	Muro portante de albañileria
	Losa aligerada en una dirección
	Acero superior visto en planta
	Acero inferior visto en planta

Nota:  
1. Los muros no portantes de albañileria se asentaran despues del desencofrado de la losa correspondiente.  
2. Para medidas no indicadas, ver arquitectura.

**LOCAL COMERCIAL**

TITULO DE TESIS: "Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis de cálculo manual en Zapatas Aisladas en los Estudiantes de Ingeniería Civil" – 2021

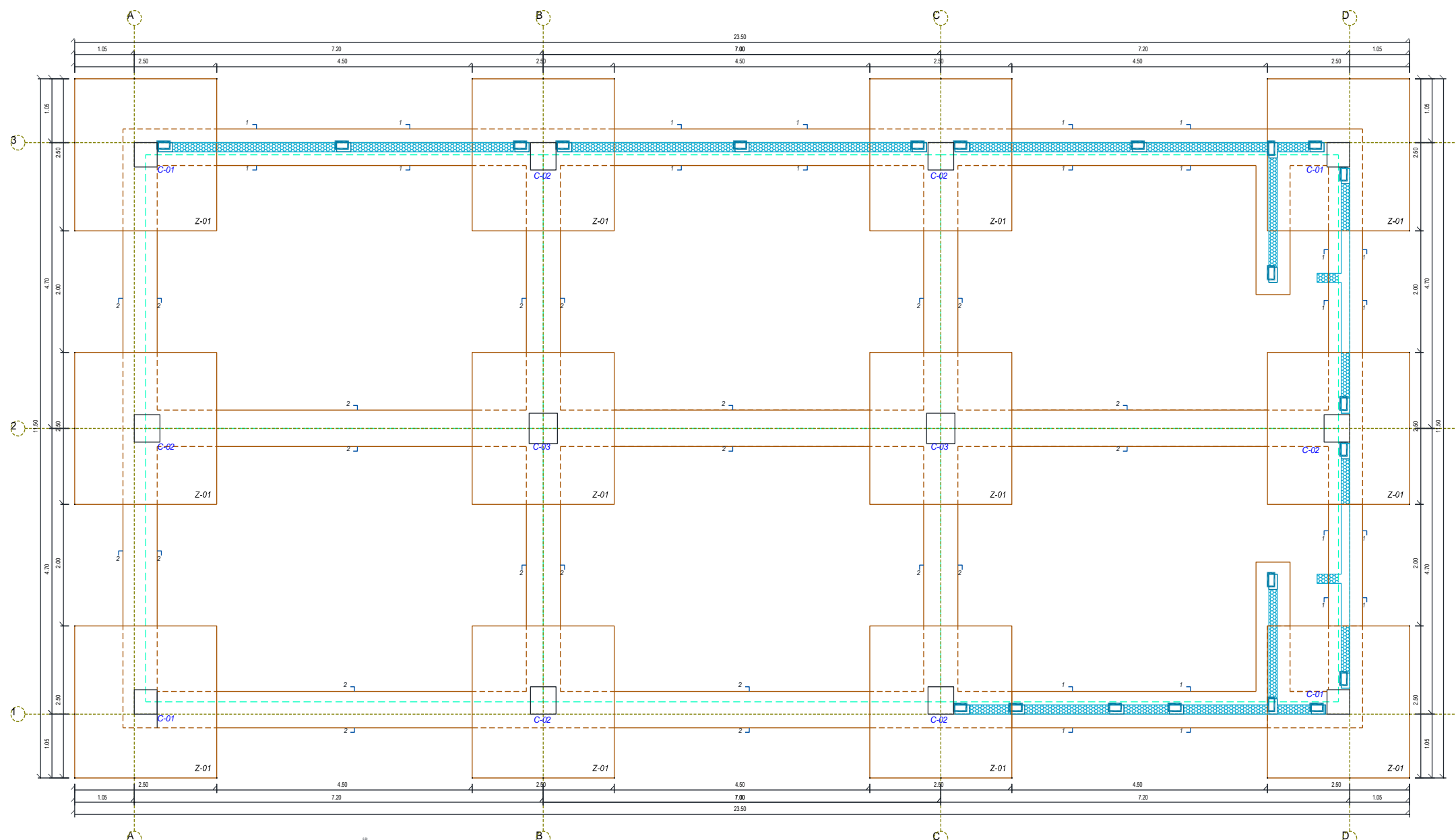
**ESPECIFICACIONES GENERALES**

TESISTA: BACH. MENESES GARCIA NELSON RAÚL

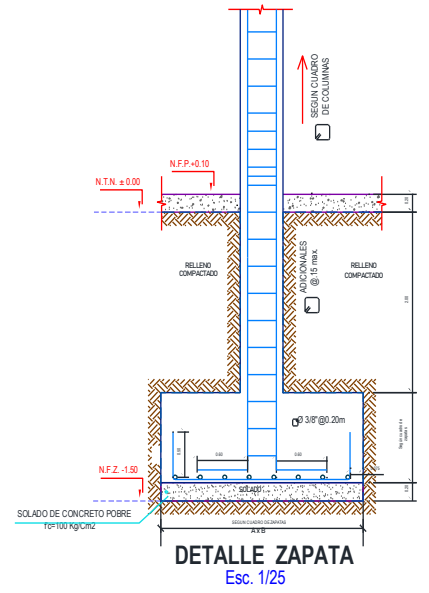
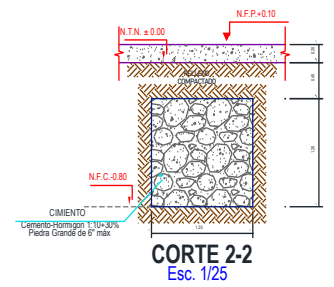
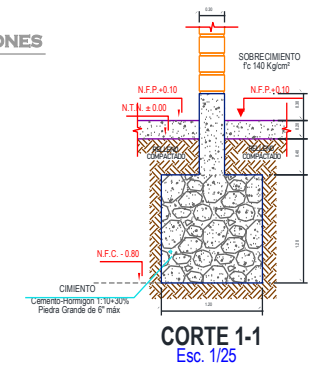
Dep. : Ica  
Prov. : Ica  
Dist : Tate

Sector : Pj. 92 y Pj. 93

**E-01**



**PLANO DE CIMENTACIONES**  
Esc. 1/50



CUADRO DE ZAPATAS				
TIPO	DIMENSION AXI	ALTURA	CANTIDAD	PARRILLA
Z-01	2.50m x 2.50m	0.60m	12	85# @ 15 AE

Esc. 1/50

LEYENDA - ESTRUCTURAS	
	Columna o muro de concreto
	Columneta para aislar de tabiques o muros no portantes.
	Cimiento: Zapata, cimiento corrido simple o armado, etc.
	Tabiquería
	Muro portante de albañilería
	Losa aligerada en una dirección
	Acero superior visto en planta
	Acero inferior visto en planta

Nota:  
1. Los muros no portantes de albañilería se asentarán después del desencofrado de la losa correspondiente.  
2. Para medidas no indicadas, ver arquitectura.

CUADRO DE COLUMNAS			
TIPO	C-01 (40x40)	C-02 (45x45)	C-03 (50x50)
ACERO	803#	803#	1203#
ESTRIBO	10# @ 175m AE R#0 175m AE	10# @ 175m AE R#0 20m AE	10# @ 175m AE R#0 175m AE
DO Y SER NIVEL			
TIPO	C-01 (40x40)	C-02 (45x45)	C-03 (50x50)
ACERO	803#	803#	1203#
ESTRIBO	10# @ 175m AE R#0 175m AE	10# @ 175m AE R#0 20m AE	10# @ 175m AE R#0 175m AE
ER NIVEL			

**Proyecto:** LOCAL COMERCIAL

**TITULO DE TESIS:** "Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis de cálculo manual en Zapatas Aisladas en los Estudiantes de Ingeniería Civil" - 2021

**Plano:** PLANOS DE CIMENTACIONES

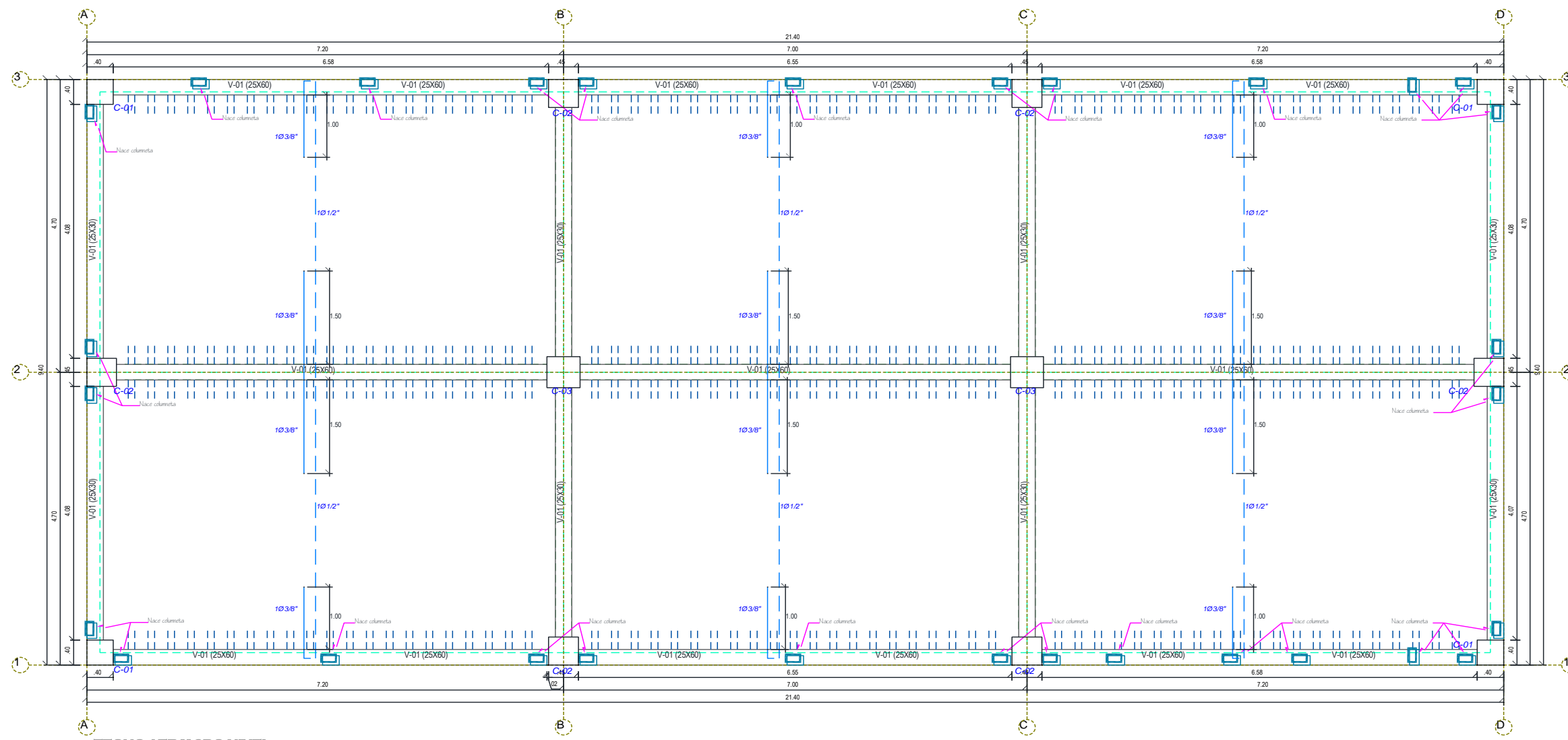
**TESISISTA:** BACH. MENESES GARCIA NELSON RAÚL

**INDICADA:** M.G.N.R.    **MAR - 2023**    **M.G.N.R.**

**Ubicación:** Dep. : Ica  
Prov. : Ica  
Dist. : Tate

**Código:** E-02

**Sector :** Pj. 92 y Pj. 93

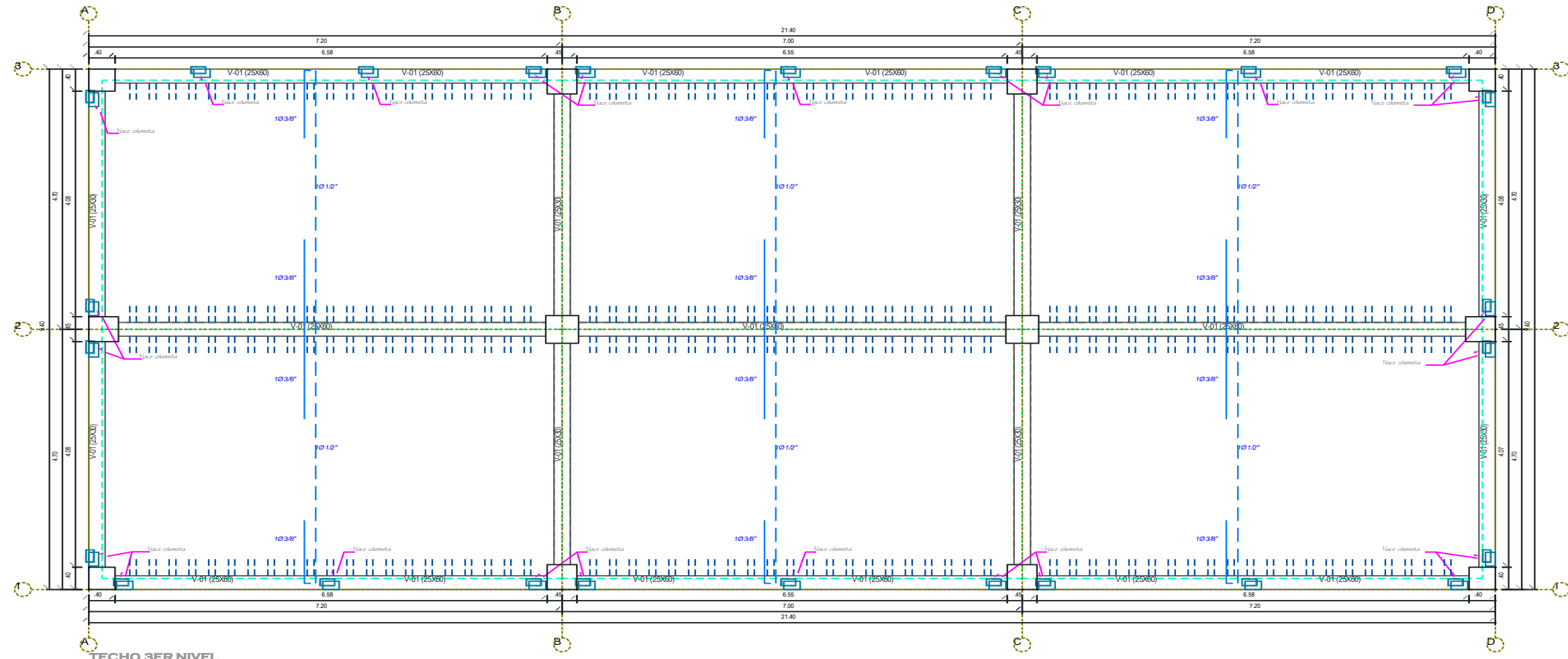


**TECHO 1ER Y 2DO NIVEL**  
**ESC. 1/750**

LEYENDA - ESTRUCTURAS	
	Columna o muro de concreto
	Columneta para aislar de tabiquería o muros no portantes.
	Cimiento: Zapata, cimiento corrido simple o armado, etc.
	Tabiquería
	Muro portante de albañilería
	Losa aligerada en una dirección
	Acero superior visto en planta
	Acero inferior visto en planta

Nota:  
 1. Los muros no portantes de albañilería se asentarán después del desencofrado de la losa correspondiente.  
 2. Para medidas no indicadas, ver arquitectura.

<b>Proyecto:</b>		<b>LOCAL COMERCIAL</b>		
<b>TÍTULO DE TESIS:</b>		"Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis de cálculo manual en Zapatos Aislados en los Estudiantes de Ingeniería Civil" – 2021		
<b>Plano:</b>		<b>PLANO DE TECHO 1ER Y 2DO NIVEL</b>		<b>E-03</b>
<b>TESISTA:</b>		BACH. MENESES GARCIA NELSON RAÚL		
<b>INDICADA</b>		M.G.N.R		
<b>Ubicación:</b>		Dep. : Ica Prov. : Ica Dist : Tate		
<b>Código:</b>		Sector : Pj. 92 y Pj. 93		
<b>Fecha:</b>	<b>Revisado:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Revisado:</b>	
MAR - 2023	M.G.N.R	MAR - 2023	M.G.N.R	



**TECHO 3ER NIVEL**  
ESC. 1/50

LEYENDA - ESTRUCTURAS	
	Columna o muro de concreto
	Columneta para aislar de tabiques o muros no portantes.
	Cimiento: Zapata, cimiento corrido simple o armado, etc.
	Tabiquería
	Muro portante de albañilería
	Losa aligerada en una dirección
	Acero superior visto en planta
	Acero inferior visto en planta

Nota:  
 1. Los muros no portantes de albañilería se asentarán después del desencofrado de la losa correspondiente.  
 2. Para medidas no indicadas, ver arquitectura.

<b>LOCAL COMERCIAL</b>			
TÍTULO DE TESIS: "Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis de cálculo manual en Zopotas Aislados en los Estudiantes de Ingeniería Civil" - 2021			
<b>PLANO DE TECHO 3ER NIVEL</b>		Dep. : Ica	 <b>E-04</b>
TESISTA: BACH. MENESES GARCIA NELSON RAÚL		Prov. : Ica	
INDICADA		Dist : Tate	
M.G.N.R	MAR - 2023	M.G.N.R	Sector : Pj. 92 y Pj. 93



**INFORME**

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM 6913**

**PROYECTO:** Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis y Diseño de cálculo manual en Zapatas Aisladas en los Estudiantes de Ingeniería Civil

**SOLICITA:** Nelson Raul Meneses García

**UBICACIÓN:** Caserío Casa Blanca, distrito Santiago, provincia Ica - Ica

**ENSAYADO POR :** Tec. C. Borda

**FECHA:** Marzo del 2,023

**N° DE CERTIFICADO :** LEM-AGT-23.03-033

**N° CALICATA:** Calicata N° 01 / muestra 01

**MÉTODO DE SECADO :** Al horno

**PROFUNDIDAD:** 0.00m - 1.00m **RESOLUCIÓN DE ENSAYO (g):** 675.50

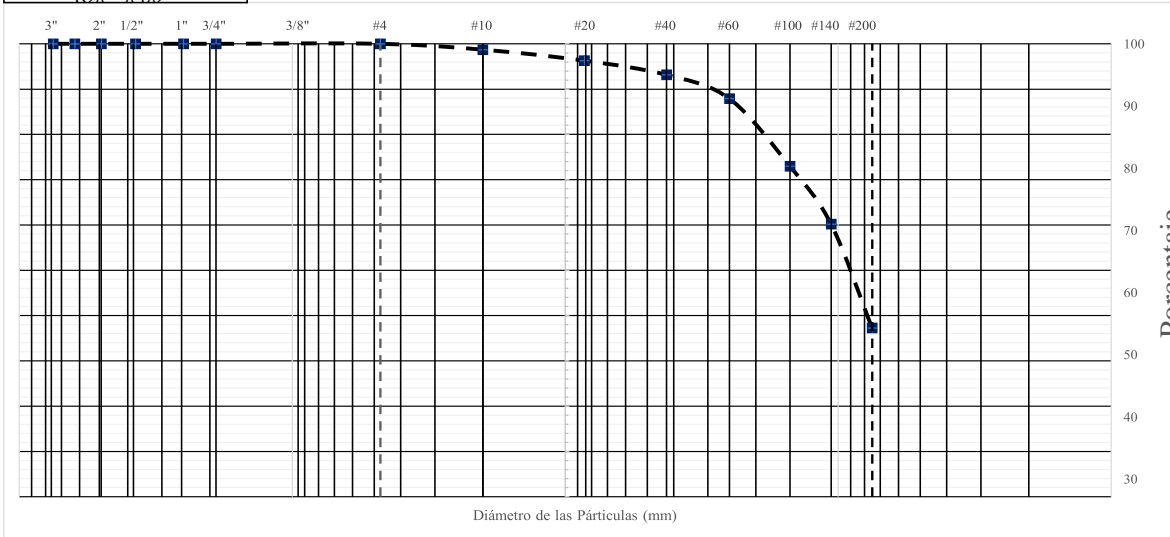
ABERTURA DE TAMICES		Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación	
Nombre	m(m)					Mínimo	Máximo
3 in	75.000 mm		0.00	0.00	100.00		
2 in	50.800 mm		0.00	0.00	100.00		
1 1/2 in	38.100 mm		0.00	0.00	100.00		
1 in	25.400 mm		0.00	0.00	100.00		
3/4 in	19.000 mm		0.00	0.00	100.00		
3/8 in	9.500 mm		0.00	0.00	100.00		
<b>No. 4</b>	<b>4.750 mm</b>		0.00	0.00	100.00		
No. 10	2.000 mm	8.70	1.29	1.29	98.71		
No. 20	0.840 mm	16.40	2.43	3.72	96.28		
No. 40	0.425 mm	21.20	3.14	6.85	93.15		
No. 60	0.250 mm	35.60	5.27	12.12	87.88		
No. 100	0.150 mm	100.80	14.92	27.05	72.95		
No. 140	0.106 mm	86.40	12.79	39.84	60.16		

COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS	
Grava :	0.00 %
Arena :	62.75 %
Fines :	37.25 %

DATOS	
% Humedad :	5.13 %
Limite Liquido :	23 %
Limite Plastico :	20 %

CLASIFICACIÓN	
<b>Arena Limosa de baja plasticidad</b>	
<b>SUCS :</b>	<b>SM</b>

Diámetros efectivos	Coefficientes
D10 : 0.020	Cu : 5.23
D30 : 0.060	Cc : 1.71
D60 : 0.106	



**INFORME**

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM 6913**

**PROYECTO:** Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis y Diseño de cálculo manual en Zapatas Aisladas en los Estudiantes de Ingeniería Civil

**SOLICITA:** Nelson Raul Meneses García

**UBICACIÓN:** Caserío Casa Blanca, distrito Santiago, provincia Ica - Ica

**ENSAYADO POR :** Tec. C. Borda

**FECHA:** Marzo del 2,023

**N° DE CERTIFICADO :** LEM-AGT-23.03-0.35

**N° CALICATA:** Calicata N° 01 / muestra 02

**MÉTODO DE SECADO :** Al horno

**PROFUNDIDAD:** 1.00m - 2.00m **RESOLUCIÓN DE ENSAYO (g):** 528.40

ABERTURA DE TAMICES		Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación	
Nombre	m(m)					Mínimo	Máximo
3 in	75.000 mm		0.00	0.00	100.00		
2 in	50.800 mm		0.00	0.00	100.00		
1 1/2 in	38.100 mm		0.00	0.00	100.00		
1 in	25.400 mm		0.00	0.00	100.00		
3/4 in	19.000 mm		0.00	0.00	100.00		
3/8 in	9.500 mm		0.00	0.00	100.00		
<b>No. 4</b>	<b>4.750 mm</b>		0.00	0.00	100.00		
No. 10	2.000 mm		0.00	0.00	100.00		
No. 20	0.840 mm		0.00	0.00	100.00		
No. 40	0.425 mm	35.70	6.63	6.63	93.37		
No. 60	0.250 mm	213.30	39.62	46.25	53.75		
No. 100	0.150 mm	89.80	16.68	62.93	37.07		
No. 140	0.106 mm	89.10	16.55	79.48	20.52		

**COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS**

Grava : 0.00 %  
 Arena : 96.38 %  
 Fines : 2.62 %

**DATOS**

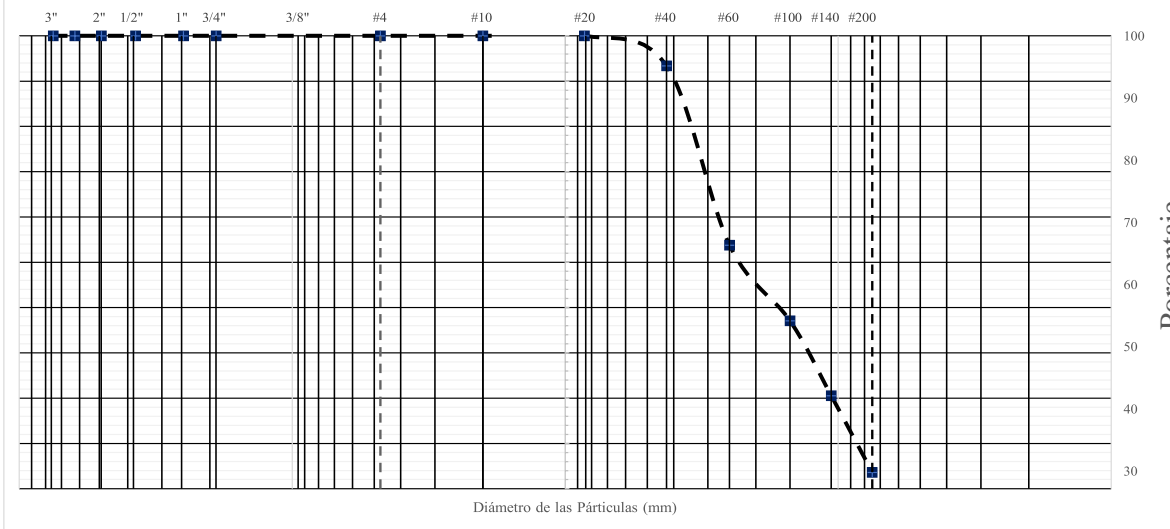
% Humedad : 2.16 %  
 Limite Liquido : N.P. %  
 Limite Plastico : N.P. %

**CLASIFICACIÓN**

**Arena pobremente gradada con grava**

**SUCS : SP**

Diámetros efectivos	Coefficientes
D10 : 0.087	Cu : 3.20
D30 : 0.131	Cc : 0.72
D60 : 0.250	



**INFORME**

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM 6913**

**PROYECTO:** Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis y Diseño de cálculo manual en Zapatas Aisladas en los Estudiantes de Ingeniería Civil

**SOLICITA:** Nelson Raul Meneses García

**UBICACIÓN:** Caserío Casa Blanca, distrito Santiago, provincia Ica - Ica

**ENSAYADO POR :** Tec. C. Borda

**FECHA:** Marzo del 2,023

**N° DE CERTIFICADO :** LEM-AGT-23.03-034

**N° CALICATA:** Calicata N° 02 / muestra 01

**MÉTODO DE SECADO :** Al horno

**PROFUNDIDAD:** 0.00 m - 1.20 m **RESOLUCIÓN DE ENSAYO (g):** 710.80

ABERTURA DE TAMICES		Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificacion	
Nombre	m(m)					Mínimo	Máximo
3 in	75.000 mm		0.00	0.00	100.00		
2 in	50.800 mm		0.00	0.00	100.00		
1 1/2 in	38.100 mm		0.00	0.00	100.00		
1 in	25.400 mm		0.00	0.00	100.00		
3/4 in	19.000 mm		0.00	0.00	100.00		
3/8 in	9.500 mm		0.00	0.00	100.00		
<b>No. 4</b>	<b>4.750 mm</b>	5.10	0.71	0.71	99.29		
No. 10	2.000 mm	11.50	1.60	2.31	97.69		
No. 20	0.840 mm	21.30	2.96	5.27	94.73		
No. 40	0.425 mm	24.50	3.40	8.67	91.33		
No. 60	0.250 mm	26.10	3.63	12.30	87.70		
No. 100	0.150 mm	102.90	14.30	26.59	73.41		
No. 140	0.106 mm	98.10	13.63	40.22	59.78		

**COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS**

Grava : 0.71 %  
 Arena : 61.48 %  
 Fines : 37.82 %

**DATOS**

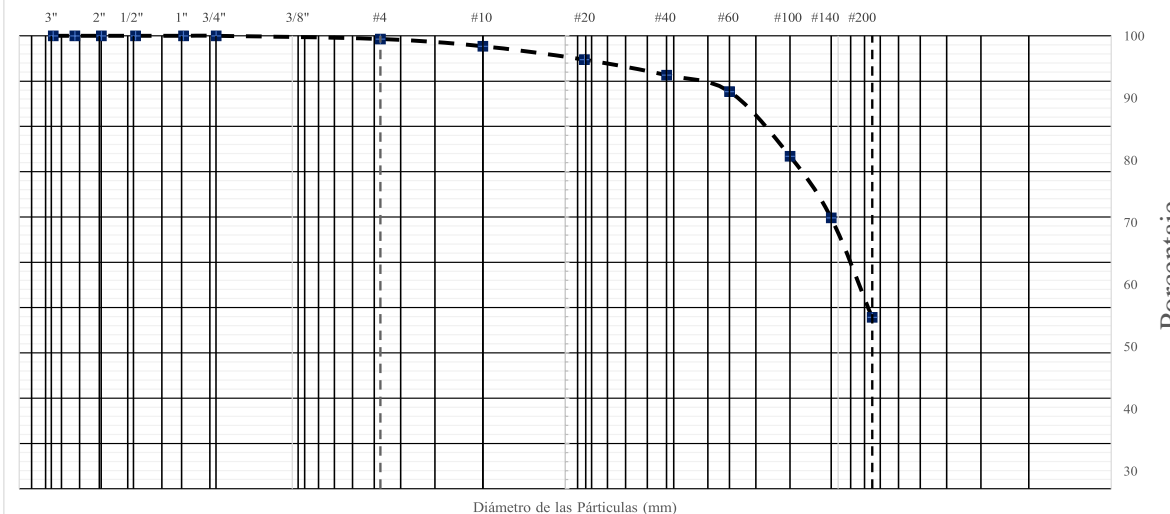
% Humedad : 6.31 %  
 Limite Liquido : 24 %  
 Limite Plastico : 21 %

**CLASIFICACIÓN**

**Arena Limosa de baja plasticidad**

**SUCS : SM**

Diámetros efectivos	Coefficientes
D10 : 0.020	Cu : 5.36
D30 : 0.060	Cc : 1.67
D60 : 0.105	



**INFORME**

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM 6913**

**PROYECTO:** Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis y Diseño de cálculo manual en Zapatas Aisladas en los Estudiantes de Ingeniería Civil

**SOLICITA:** Nelson Raul Meneses García

**UBICACIÓN:** Caserío Casa Blanca, distrito Santiago, provincia Ica - Ica

**ENSAYADO POR :** Tec. C. Borda

**FECHA:** Marzo del 2,023

**N° DE CERTIFICADO :** LEM-AGT-23.03-0.36

**N° CALICATA:** Calicata N° 02 / muestra 02

**MÉTODO DE SECADO :** Al horno

**PROFUNDIDAD:** 1.20m - 2.00m **RESOLUCIÓN DE ENSAYO (g):** 540.40

ABERTURA DE TAMICES		Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación	
Nombre	m(m)					Mínimo	Máximo
3 in	75.000 mm		0.00	0.00	100.00		
2 in	50.800 mm		0.00	0.00	100.00		
1 1/2 in	38.100 mm		0.00	0.00	100.00		
1 in	25.400 mm		0.00	0.00	100.00		
3/4 in	19.000 mm		0.00	0.00	100.00		
3/8 in	9.500 mm		0.00	0.00	100.00		
<b>No. 4</b>	<b>4.750 mm</b>		0.00	0.00	100.00		
No. 10	2.000 mm		0.00	0.00	100.00		
No. 20	0.840 mm		0.00	0.00	100.00		
No. 40	0.425 mm	39.70	7.23	7.23	92.77		
No. 60	0.250 mm	197.20	35.89	43.12	56.88		
No. 100	0.150 mm	89.80	16.35	59.46	40.54		
No. 140	0.106 mm	93.20	16.96	76.43	23.57		

**COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS**

Grava : 0.00 %  
 Arena : 95.72 %  
 Fines : 1.28 %

**DATOS**

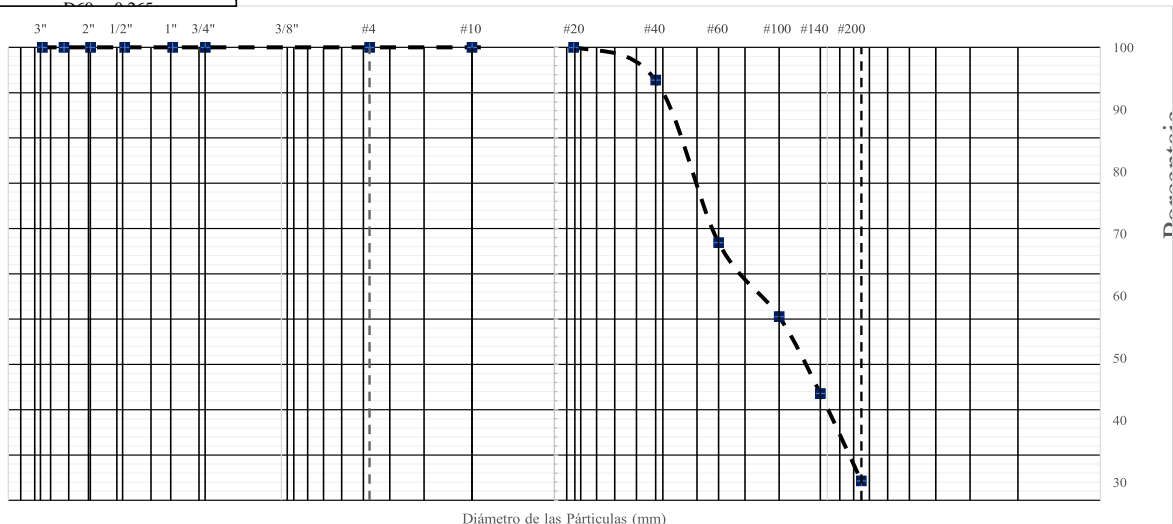
% Humedad : 2.57 %  
 Limite Liquido : N.P. %  
 Limite Plastico : N.P. %

**CLASIFICACIÓN**

**Arena pobremente gradada con grava**

**SUCS : SP**

Diámetros efectivos	Coefficientes
D10 : 0.084	Cu : 3.15
D30 : 0.123	Cc : 0.67



## INFORME

### PERFIL ESTRATIGRÁFICO N° 01

#### Calicatas y trincheras

**PROYECTO** : Implementación del Software Safe con fines de complementar el Análisis y Diseño de cálculo manual en Zapatas Aisladas en los Estudiantes de Ingeniería Civil

**SOLICITANTE** : Nelson Raul Meneses García

**UBICACIÓN** : Caserío Casa Blanca, distrito Santiago, provincia Ica - Ica

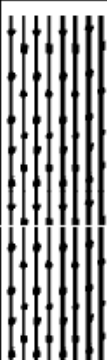

**FECHA** : Marzo del 2,023

**Material** : Terreno Natural

**Profundidad** : 3.00 m

**Sondaje** : C-1

**Nivel Freático** : N.P.

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DE SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		OBSERVACIONES
				AASHTO	SUCS	
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00		Estrato conformado por Arenas Limosas, color marrón oscuro, de consistencia medianamente denso a suelto, de baja plasticidad, presenta 37.25% de finos, en estado ligeramente húmedo.	E-1 / M-1	A-4 (0)	SM	
1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00		Entre la profundidad de 1.00 a 3.00 m., el perfil del terreno se encuentra constituida por Arenas Pobrementemente Graduadas, no presentan plasticidad, color gris, en condición de poca humedad y de consistencia suelta. Presenta 3.62% de finos  No se encontro el nivel freatico hasta la profundidad de exploracion.  Las catacteristicas y propiedades de este estrato continuan mas allá de la profundidad explorada.	E-2 / M-2	A-3 (0)	SP	

