

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo es el “EL MÉTODO DE CÁLCULO DE UN PUENTE DE HORMIGÓN ARMADO DE LOSA SOBRE VIGAS DE 20 METROS DE LONGITUD Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO Y EFICIENCIA DE CÁLCULO”.

Ha sido realizado en dos etapas que consistieron en el trabajo de investigación que incluye el justificativo del tema y el método que se utilizara para el cálculo de la estructura y la segunda etapa que comprende el desarrollo de la propuesta.

Por la emergencia que se ha demostrado para reemplazar el puente que existe se han realizado los respectivos análisis de criterios necesarios para la construcción del puente con una vida útil de 50 años en el cantón Naranjal cooperativa seis de julio.

La etapa que comprende el desarrollo de la propuesta se indica el método de cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas de 20 metros de longitud por medio de la utilización de programas especializados, detallando paso a paso el uso del mismo.

La realización del presente proyecto ha sido bajo los parámetros de las normas AASTHO 2004 y el Código Ecuatoriano de la Construcción CEC 2002, para controlar la ejecución de la guía.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACION:

EL MÉTODO DE CÁLCULO DE UN PUENTE DE HORMIGÓN ARMADO DE LOSA SOBRE VIGAS DE 20 METROS DE LONGITUD Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO Y EFICIENCIA DE CÁLCULO.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

Con el avance tecnológico, se ha dado origen a varios programas especializados para el análisis y diseño de estructuras que ayudan con gran facilidad en el cálculo de las estructuras convirtiendo a estas en económicas y seguras.

Al ser, el cálculo estructural, una parte vital de una estructura que busca un mejor funcionamiento de las estructuras debido a su vida útil y usuario del mismo; sin embargo existe gran complejidad para el cálculo y diseño de las diferentes estructuras con los programas especializado y la optimización de tiempo.

El programa SAP2000 es uno de los más utilizados en el campo de la ingeniería civil para todas las tareas de análisis y diseño, incluyendo pequeños problemas cotidianos, modelos complejos que pueden ser generados y entrelazados.

Las técnicas que utiliza en SAP2000 son avanzadas y permiten paso a paso demostrar un mejor análisis y diseño, pero su eficiencia depende del

buen criterio estructural y conocimiento técnico y práctico del Ingeniero Civil que lo utilice.

Los Ingenieros Civiles que se dedican al diseño de puentes de manera manual coinciden que la eficiencia del tiempo de cálculo, conlleva gran sacrificio, es por eso, que ahora con el avance tecnológico podemos utilizar software especializados debido a la ayuda que brinda en el momento de diseñar puentes de hormigón armado de losa sobre vigas.

Siendo el programa SAP2000, unos de los mejores programas del momento; existe poca información de cómo utilizar el mismo, es así como por medio de esta guía podremos utilizar para un mejor manejo del programa y la optimización del tiempo de cálculo de puentes de hormigón armado de losa sobre vigas.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

Sin duda alguna el tiempo utilizado para calcular un puente de hormigón armado de losa sobre vigas es insatisfactorio; ya que conlleva a una ineficiencia pérdida de tiempo, es por eso que hoy con la ayuda del software especializado todo el cálculo se vuelve versátil; pero debido a que no existe una guía para la utilización del programa enteramente al diseño de puentes de hormigón armado de losa sobre vigas nos vemos en la obligación de investigar el uso del programa para dar una gran ayuda en la eficiencia de cálculo de la estructura.

1.2.3 PROGNOSIS

En caso de no realizarse una guía específica de la utilización del programa SAP2000 en el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas, los usuarios se verían afectados ya que la incidencia en el tiempo y eficacia de cálculo no sería el mismo, por la optimización que la guía podría brindar, al igual que puede ser una apoyo para aquellos usuarios que van a utilizar por primera vez el programa en el cálculo de puentes.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo evitar molestias a generarse por el invierno del presente año 2022 ya que se pronostican cambios climáticos bruscos?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Cuál es la razón fundamental para que la optimización de tiempo en el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas no sea el adecuado?
- ¿Qué tan eficientes son los resultados obtenidos del programa especializado en el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas?
- ¿Alternabilidad del diseño y propuestas de modelos y diseños a desarrollar?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

Análisis y diseño de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas utilizando este análisis para seis de julio del Cantón Naranjal.

1.2.6.1 De Contenido

- Ingeniería Civil.- es la rama de la ingeniería que aplica los conocimientos de física, química, cálculo y geología a la elaboración de estructuras como pueden ser puentes.
- Proyectos Viales.- acordes con el crecimiento y desarrollo del país, cumpliendo con los programas establecidos y proporcionando los mejores niveles de servicio y de seguridad, que minimicen las externalidades negativas al medio ambiente, de tal forma de cumplir con las expectativas de los usuarios.

- Estructuras.- al ser una estructura el puente es una construcción, por lo general artificial, que permite salvar un accidente geográfico o cualquier otro obstáculo físico como un río o cualquier obstrucción.

1.2.6.2 Espacial

La investigación se realizara en los lugares idóneos para la elaboración como son la biblioteca y centros de cómputo de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica también con la ayuda de acceso a internet y la elaboración de la guía que comprende el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas.

1.2.6.3 Temporal

La presente investigación se realizará en un tiempo de 15 días, empezando desde el lunes 14 de Marzo del 2022 hasta lunes 28 de marzo del 2022.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Con la utilización del software especializado se brindara precisión al momento de calcular y sin gran demora, dando un mayor empuje para que los usuarios del programa tengan una ayuda didáctica y a la vez práctica, buscando la optimización en el cálculo de puentes de hormigón armado de losa sobre vigas y no incidir en el tiempo ni eficiencia de cálculo.

Vale destacar que la guía para la utilización del software especializado sería un aporte para los usuarios habla hispana mejorando su conocimiento y convirtiéndolo en una buena herramienta para el estudio de modelación de puentes de hormigón armado de losa sobre vigas.

Se dispondrá de los recursos necesarios para llevar a cabo el análisis y diseño de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas utilizando este análisis como ejemplo para una guía práctica, con la ayuda de los

laboratorios de computación, bibliotecas e internet para poder desarrollar la investigación.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

Desarrollar el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas y su incidencia en el tiempo y eficiencia de cálculo.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Describir la utilización del software especializado en el cálculo de puentes.
- Establecer la mejor solución para la utilización de un software especializado en el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas.
- Optimizar el tiempo de cálculo con la ayuda de la guía para la utilización del software especializado en el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas.
- Tipo de pila a utilizar según el cálculo.
- Cargas a ejecutarse en puente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

“Se ha comprobado en general que el programa de análisis y diseño de un software especializado permite analizar cualquier tipo de estructura espacial, además los resultados obtenidos son exactos y los archivos de entrada de datos son muy fáciles de manejar”.

“Por el hecho de desarrollarnos dentro de un ambiente totalmente automatizado, este software especializado es una herramienta poderosa para realizar este tipo de trabajos que se presentan a menudo dentro de la vida profesional de un ingeniero civil, tomando en cuenta que se van dejando atrás los métodos tradicionales de cálculo y diseño, esto no implica que se los deseche pero es importante contar con nuevos métodos rápidos y eficientes”.

El software especializado es de gran importancia que puede tornarse fundamental en el diseño un puente de hormigón armado de losa sobre vigas, y consecuentemente reducir el tiempo de cálculo.

Se realizó un análisis Vial previo al desarrollo del proyecto para poder delimitar las medidas del puente tantos anchos, distancias, alturas y espesores.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÒFICA

La investigación del método de cálculo se realizará en forma neutra de tal forma que sea específica, por esto la visión de la realidad de la incidencia de tiempo y eficiencia de cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas; con el propósito de dar una explicación práctica de la

utilización del SAP2000, la cual permitirá ayudar y colaborar con los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, logrando así una mayor optimización de tiempo en el cálculo del puente.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

- Este estudio va hacer realizado en base a las normas AASTHO 2004.
- Código Ecuatoriano de la Construcción CEC 2002.
- Normas Técnicas para puentes MOP-2002

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

2.4.1.1 **Cuantificación de cargas.**- la estimación de cargas que pueden aplicar a una estructura durante su periodo de vida útil consideramos las siguientes:

- **Cuantificación de carga viva (L).**- Los tipos de cargas vivas considerados en el diseño de puentes se resumen en: carga de camión y carga de vía, carga de impacto, carga peatonal y carga de frenado.
- **Cuantificación de carga muerta (D).**- Son cargas permanentes y que no son debidas al uso de la estructura. En esta categoría se pueden clasificar las cargas correspondientes al peso propio y al peso de los materiales que soporta la estructura como son vigas, losa, estribos, capa de rodadura.
- **Cuantificación de carga de Sismo (E).**- El sismo es una liberación súbita de energía en las capas interiores de la corteza terrestre que produce un movimiento ondulatorio del terreno. Este movimiento

ondulatorio se traduce en una aceleración inducida a la estructura que contando esta con su propia masa y conociendo la 2^{da} ley de Newton se convierte en una fuerza inercial sobre la estructura. Es inercial porque depende directamente de la masa de la estructura sometida al sismo.

2.4.1.2 **Combinaciones de cargas.-** el puente será diseñado por esfuerzos elásticos de última resistencia ya que esta teoría es utilizada para el desarrollo de los proyectos de puentes.

2.4.1.3 **Tipo de material.-** el material del puente y todos sus elementos estará formados por hormigón armado.

La técnica constructiva del hormigón armado consiste en la utilización de hormigón reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras.

2.4.1.4 **Grados de libertad.-** los grados de libertad estará formado de acuerdo al modelo tridimensional del diseño, por lo general se denomina grados de libertad a los componentes de desplazamiento y rotación en cada uno de los nudos.

2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

2.4.2.1 **Análisis Estructural de los elementos estructurales.-** se empezará por ingresar las secciones verdaderas de los elementos estructurales en el software especializado, y se procede al análisis de la estructura, semejando al modelo real.

En el análisis del software especializado calcula todas las posibles fallas de los elementos, relaciones de esbeltez, flechas máximas, esfuerzos permisibles, deformaciones, fuerzas internas, etc.

2.4.2.2 **Cargas de diseño.-** se procederá a determinar los siguientes datos:

- Esfuerzos máximos en las vigas.
- Esfuerzos máximos en la losa.

- Esfuerzos máximos en los estribos.

2.4.2.3 **Diseño de los elementos estructurales.**- según las solicitaciones o fuerzas internas que actúa sobre un determinado elemento estructural, se determina las siguientes secciones:

- Sección en las vigas.
- Sección en la losa.
- Sección en los estribos.

2.5 HIPÓTESIS

Se llevará a cabo la realización de una guía para el método de cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas bajo los parámetros de las normas AASTHO 2004 y el Código Ecuatoriano de la Construcción CEC 2002, para controlar la ejecución de la guía.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

Cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas de 20 metros de longitud y su incidencia en el tiempo y eficiencia de cálculo.

VARIABLE DEPENDIENTE

Determinación de esfuerzos de los elementos estructurales del puente de la infra-estructura es decir la cimentación, pantallas y muros de ala del estribo. Además la súper-estructura compuesta por las vigas de soporte y la losa.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

El proyecto cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas tiene por finalidad suplir un posible riesgo a darse por interrumpir la viabilidad de una zona; ya que existe un puente con demasiados daños estructurales de los cuales se presume el cumplimiento de su vida útil y la emergencia de tener un nuevo puente acorde a las normas ecuatorianas.

3.2 MODALIDAD BASICA DE INVESTIGACIÓN

La modalidad de la investigación empleada en el método de cálculo de la estructura, en la cual se efectuará un análisis y estudio bibliográfico y descriptivo realizando el cálculo estructural aplicando un software especializado y aportando con una guía del usuario.

Los equipos informativos obtenidos son desarrollados acorde a la zona demostrada posteriormente son tomadas de la norma de construcción.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se utilizan:

Los niveles: Explicativo, descriptivos, explicativos

La investigación exploratoria identifica posibles variables, la investigación descriptiva constata correlaciones entre variables, y la investigación explicativa intenta probar vínculos causales entre variables.

Los tipos: bibliográficos y de oficina.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para alcanzar los objetivos, del problema y la hipótesis; fueron analizadas la siguiente población que se identifica a continuación donde se obtuvieron los siguientes datos:

$$n = \frac{0,25N}{\left(\frac{\alpha}{z}\right)^2(N - 1) + 0,25}$$

Población: 710 habitantes

Donde:

N = Tamaño de Población FICM = 1200 α = Error tipo 1 = 10% z = valor del número de unidades de desviación estándar para una prueba de dos colas con una zona de rechazo igual $\alpha = 1,644853627$

0,25 = valor de p^2 que produce el máximo valor de error estándar, $p = 0,50$

n tamaño de la muestra = 62

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: CÁLCULO DE UN PUENTE DE HORMIGÓN ARMADO DE LOSA SOBRE VIGAS E INCIDENCIA EN EL TIEMPO Y EFICIENCIA DE CÁLCULO.

CONCEPTO	CATEGORIA DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Es el análisis de la estructura para encontrar el resultado correspondiente del cálculo realizado.	Normativas y códigos	AASTHO 2004	¿Cuáles son los artículos de los códigos aplicables en el cálculo y diseño?	Observación: Mediante la lectura comprensiva de los códigos.
		MOP 2002		
		Código Ecuatoriano de la construcción		
	Cuantificación de cargas	Carga viva (HS 20-44)	¿Cuál es el resultado de no cuantificar con gran precisión los diferentes tipos de cargas?	Observación: Mediante la cuantificación de cargas de la estructura.
		Carga muerta		
		Sismos		

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE: Determinación de esfuerzos de los elementos estructurales del puente.

CONCEPTO	CATEGORIA DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Software especializado de cálculo en un rango elástico lineal de las estructuras por el método de elementos finitos.	Cargas de diseño	Vigas	¿Cuáles son los esfuerzos máximos permitidos para cada uno de los elementos estructurales?	
		Losas		
		Estribos		
	Elementos estructurales	Vigas	¿Cuál será el mejor procedimiento para el cálculo de los elementos estructurales con el software especializado?	
		Losas		
		Estribos		

3.6 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Cuaderno de Notas.- Reunirá los acontecimientos e impresiones del Tema de Investigación. La utilización es recoger los datos, fuentes de información, referencias, etc. sobre el evento objeto de estudio.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.7.1 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

- Revisión crítica de la información recogida.

3.7.2 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Al concluir el trabajo de investigación, se procederá a crear la guía del método de cálculo de la estructura, que será por medio de la utilización del SAP2000, donde se describirá el cálculo del puente de hormigón armado de losa sobre vigas.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Según la información recabada en el sitio el puente en los inviernos colapsaba por un deficiente diseño ante su ejecución, para lo cual este estudio detalla lo necesario a obtener las bases requeridas de su nuevo puente.

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

Los datos obtenidos serán demostrados de acuerdo a la norma internaciones de datos que se generan para suplir con las requerimientos de estudio para su ejecución.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

- Los estudios de diseño de un puente en hormigón armado de losa sobre vigas.
- La elaboración de una guía en la utilización de software especializado, ayudara al diseño y cálculo de un puente en hormigón armado de losa sobre vigas, a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil.
- Son los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, quienes serán beneficiados y aprovecharían de mejor manera la guía en la utilización de SAP2000 en el diseño y cálculo de un puente en hormigón armado de losa sobre vigas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones expuestas, son obtenidas del estudio realizado, se concluye que se puede ayudar con la guía en la utilización de SAP2000 en el diseño y cálculo de un puente en hormigón armado de losa sobre vigas.

- El mejor método de cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas será la utilización de SAP2000.
- La guía optimizará la utilización del programa SAP2000 en el diseño y cálculo de un puente en hormigón armado de losa sobre vigas.
- A través de la guía los estudiantes tendrían mayor interés en la utilización del software especializado y a la vez ayudaría con la eficiencia y tiempo de cálculo del puente.
- El programa SAP2000 realiza el análisis de una manera rápida y segura, y ayuda a evitar errores que pueden suscitarse al realizar los cálculos manualmente.
- Los estudiantes por medio de esta guía aprenderían de mejor manera a interpretar resultados que arroja el software especializado en la determinación de esfuerzos de los elementos estructurales del puente de la infra-estructura es decir la cimentación, pantallas y muros de ala del estribo. Además la superestructura compuesta por las vigas de soporte y la losa.

5.2 RECOMENDACIONES

- Debido a las encuestas realizadas a ingenieros recomendamos interesarse en la utilización de los diferentes programas especializados para el cálculo de una estructura.
- Al ser la mayoría de los encuestados que no están familiarizados con la utilización de programas especializados que optimicen tiempo en el cálculo de un puente en hormigón armado de losa sobre vigas deberían tener en cuenta que los programas especializados son herramientas computacionales que ayudan al futuro de proyectos de Ingeniería Civil.
- Las encuestas demostraron que los profesionales, al tener pocas herramientas para la utilización de programas especializados, se

recomienda la creación de una guía con el fin de adoptar destrezas en el manejo, ya que el mismo podría ayudar al futuro Ingeniero Civil, a ser competitivo en la vida profesional.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

El programa SAP2000 es un software especializado, uno de los más utilizados en el campo de la ingeniería civil para todas las tareas de análisis y diseño, incluyendo

pequeños problemas cotidianos, modelos complejos que pueden ser generados y entrelazados.

Las técnicas que utiliza SAP2000 son avanzadas y permiten paso a paso demostrar un mejor análisis y diseño, pero su eficiencia depende del buen criterio estructural y conocimiento técnico y práctico que el Ingeniero Civil utilice.

Por esta razón en base a la investigación realizada se puede decir que la guía será útil tanto para profesionales de la construcción como para los Ingenieros Civiles debido a que el programa en dimensión está encaminado a facilitar el cálculo y diseño de estructuras propias de ingeniería, con resultados exactos y confiables.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La Constructora López cuenta con la información digital para su posterior realización, siendo este un limitante para los constructores que están en la etapa de construcción, es por ello que se plantea, elaborar un supervisor asistente que les facilite este proceso, con el que se logrará un nivel técnico altamente técnico-constructivo.

En base a la investigación realizada, se puede deducir que los constructores tienen poco conocimiento con los métodos constructivos necesarios que les permita poner en práctica los conocimientos adquiridos en el proceso constructivo de un puente en hormigón armado de losa sobre vigas; en tal virtud el conocimiento de la utilización del SAP2000.

Los resultados de la investigación realizada, señalan la necesidad que tienen los profesionales de la construcción, que para ser más competitivos en el área laboral requieren utilizar software especializados que les permita tener resultados de

estructuras en el menor tiempo posible, seguros y confiables; como es el caso de los puentes de hormigón armado de losa sobre vigas

6.3 JUSTIFICACIÓN

Con el fin de mejorar la eficiencia y exactitud en el proceso de diseño y cálculo de la estructura y llegar a la determinación de esfuerzos de los elementos estructurales del tablero y las acciones transmitidas a la infraestructura es decir la cimentación, pantallas y muros de ala del estribo.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas y su incidencia en el tiempo y eficiencia de cálculo.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la utilización del software SAP2000 en el cálculo y diseño de puentes.
- Describir el procedimiento a seguir para la utilización de SAP2000 en el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas.
- Establecer el modelo matemático de una estructura en forma detallada para la correcta interpretación de los resultados.
- Optimizar el tiempo de cálculo y diseño con la ayuda de la guía técnica en el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La Constructora López, dispone del Software en los laboratorios que utilizamos los estudiantes, en tal virtud se analizará un puente en hormigón armado de losa sobre

vigas de 20 metros de longitud y se describirá paso a paso desde la introducción del modelo matemático, las cargas permanentes y transitorias que soportara la estructura y la interpretación de resultados.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

Uno de los programas más utilizados por los diseñadores de puentes es el SAP2000 siendo un programa escrito bajo las hipótesis de la teoría de elástico: continuidad, homogeneidad, isotropía, linealidad y elasticidad. Teniendo en cuenta esta hipótesis el programa es capaz de analizar sistemas estructurales formados en base a elementos de tipo marco, cáscara, placa y sólidos tridimensionales; es decir sistemas estructurales complejos.

El programa por la facilidad que presenta en la entrada y salida de datos le permite al ingeniero no solamente construir un solo modelo y luego chequear si los supuestos verifican o no los requisitos de diseño sin tener en cuenta los fines de la ingeniería, sino construir una serie de modelos que al ser analizados nos permita elegir el modelo más adecuado y óptimo, esto es el modelo que es confiable, estético y económico.

Tendremos en cuenta las siguientes etapas:

La primera etapa consiste en la recopilación de la información básica que comprenden los estudios topográficos, hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geotécnicos, viales y tráfico, y de impacto ambiental.

La segunda etapa consiste en una inspección del lugar donde se proyecta la ubicación de un puente y en el reconocimiento general de su zona de influencia.

En la tercera etapa se definirá el grado de importancia de la estructura por su costo y por su ubicación dentro de la red vial. Debido a que en el país cuando falla un puente son pocas las vías alternas.

La cuarta etapa consiste en definir la geometría del puente tales como su sección transversal, los gálibos horizontales y verticales, las barandas y las barreras de seguridad.

La quinta etapa consiste en determinar el tipo de superestructura a utilizar, ya sea éste, hormigón o acero estructural. Para el efecto, se deberá considerar una serie de parámetros técnicos (ie., ubicación, longitud de tramos, cargas de diseño, proceso constructivo, etc.) y económicos (ie., costos y tiempos de construcción, costos de mantenimiento, etc.).

La sexta etapa consiste en elaborar el anteproyecto de diseño con el fin de establecer la ubicación del puente y sus elementos, el número de los tramos, y de realizar un pre dimensionamiento general de los elementos estructurales, tanto de la superestructura, como de la infraestructura. Para este pre dimensionamiento, se deberá analizar el uso de diferentes materiales tales como hormigón, acero estructural, o combinación de ambos, o cualquier otro material que cumpla con las exigencias esfuerzo, deformación y durabilidad requeridas por el diseño.

La séptima etapa consiste en el diseño definitivo de todos los elementos de la infraestructura y de la superestructura.

6.8 ADMINISTRACIÓN

Para que la propuesta tenga mejores resultados en la realización de una guía para la utilización del SAP2000 en el cálculo de un puente de hormigón armado de losa sobre vigas, básicamente se necesitan recursos económicos, técnicos y administrativos.

6.8.1 RECURSOS ECONÓMICOS

RUBROS DE GASTOS	COSTO (\$)
☐ Materiales de Oficina	130
☐ Materiales bibliográficos	150

<input type="checkbox"/> Mantenimiento y uso del computador	50
<input type="checkbox"/> Transcripción del informe	200
<input type="checkbox"/> Uso del internet	40
<input type="checkbox"/> Imprevistos	57
TOTAL:	627

6.8.1 RECURSOS TÉCNICOS

RUBROS DE GASTOS	COSTO (\$)
<input type="checkbox"/> Director de Proyecto	600
<input type="checkbox"/> Ayudante	50
TOTAL:	650

CAPÍTULO VII

7.1 DESARROLLO DE LA UTILIZACIÓN DE SAP2000 EN EL CÁLCULO DE UN PUENTE EN HORMIGÓN ARMADO DE LOSA SOBRE VIGAS DE 20 METROS DE LONGITUD.

Para iniciar el cálculo del puente tomaremos en cuenta ciertos aspectos:

Desde el inicio en que se dispone de los estudios preliminares básicos hasta la ejecución de los planos, las memorias y las especificaciones técnicas.

La primera etapa consiste en la recopilación de la información básica que comprenden los estudios topográficos, hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geotécnicos, viales y tráfico, y de impacto ambiental.

La segunda etapa consiste en una inspección del lugar donde se proyecta la ubicación de un puente y en el reconocimiento general de su zona de influencia.

En la tercera etapa se definirá el grado de importancia de la estructura por su costo y por su ubicación dentro de la red vial. Debido a que en el país cuando falla un puente son pocas las vías alternas.

La cuarta etapa consiste en definir la geometría del puente tales como su sección transversal, los gálibos horizontales y verticales, las barandas y las barreras de seguridad.

La quinta etapa consiste en determinar el tipo de superestructura a utilizar, ya sea éste, hormigón o acero estructural. Para el efecto, se deberá considerar una serie de parámetros técnicos (ie., ubicación, longitud de tramos, cargas de diseño, proceso constructivo, etc.) y económicos (ie., costos y tiempos de construcción, costos de mantenimiento, etc.).

La sexta etapa consiste en elaborar el anteproyecto de diseño con el fin de establecer la ubicación del puente y sus elementos, el número de los tramos, y de realizar un pre dimensionamiento general de los elementos estructurales, tanto de la superestructura, como de la infraestructura. Para este pre dimensionamiento, se deberá analizar el uso de diferentes materiales tales como hormigón, acero estructural, o combinación de ambos, o cualquier otro material que cumpla con las exigencias esfuerzo, deformación y durabilidad requeridos por el diseño.

La séptima etapa consiste en el diseño definitivo de todos los elementos de la infraestructura y de la superestructura respecto a la infraestructura, ésta comprende los estribos, los muros de ala, las pilas y los cabezales, los mismos que pueden ser cimentados en forma directa sobre zapatas o profunda sobre pilotes, ya sean éstos hincados o barrenados, dependiendo de la cota de ubicación del estrato de suelo resistente, de las posibilidades de socavación y requisitos sísmicos. La superestructura se refiere al tablero del puente que comprende las vigas, las barandas, y los diafragmas horizontales (losa) y verticales.

7.2 INFORMACIÓN BÁSICA:

La información básica consiste en los siguientes puntos:

- Ubicación del puente
- La topografía y cartografía
- Estudios hidrológicos e hidráulicos
- Estudios geotécnicos y geológicos
- Diseño vial
- Recomendaciones del estudio de impacto ambiental.

Ubicación del puente.- con un equipo técnico multi-disciplinario tendrán que seleccionar cuidadosamente el sitio de cruce de las corrientes fluviales, para reducir al mínimo los costos de construcción y mantenimiento con el objeto de reducir los problemas de erosión y deterioro de las estructura, se deberá recomendar la ubicación más adecuada de la cimentación tomando en cuenta posibles ensanchamientos de los cauces para evitar cambios en su curso, o socavaciones perjudiciales.

La misma será detallada en la lámina de ubicación del plano H1 con sus respectivos datos topográficos y dimensiones.

Topografía y Cartografía.- se revisa los mapas topográficos incluyendo el del diseño vial, las secciones transversales del cauce en la ubicación seleccionada, fotografías áreas, y la información sobre el comportamiento de otros puentes cercanos y en servicio en la zona de estudio.

Hidrológicos & Hidráulicos.- las recomendaciones de los estudios hidrológicos e hidráulicos que comprenden la recopilación de datos sobre avenidas para estimar el caudal máximo en el cruce, la estimación de remansos y velocidades medias para diferentes luces tentativas del puente; y la estimación de la profundidad de socavación en pilas y estribos para una variedad de dimensiones y formas de estos elementos.

Los datos sobre los niveles de agua máximas extraordinarias (NAME) con sus fecha de ocurrencia, datos sobre materiales flotantes y estabilidad del cauce, y los factores que afecten el nivel de las aguas.

Geológicos & Geotécnicos.- los estudios geotécnicos que comprenden todos los ensayos de laboratorio y de campo realizados; entre ellas, las perforaciones, que pueden ser sobre los márgenes y/o en el cauce. Donde obtendremos el coeficiente de balasto y capacidad portante del suelo, para encontrar el nivel de cimentación dependiendo de los dos datos anteriores

Diseño Vial.- son las recomendaciones de los estudios del diseño vial que comprende la sección transversal, la planimetría, la altimetría de la vía y las cotas en los puntos de conexión con la estructura del puente. Estas consideraciones son muy importantes por cuanto la estructura del puente debe integrarse al diseño vial.

Impacto ambiental.- el diseñador de puentes recibirá las recomendaciones de los estudios del impacto ambiental que comprende aspectos descriptivos del entorno del proyecto, de aspectos socio-económicos y de impactos potenciales– recomendaciones que deben ser tomadas en cuenta en el diseño estructural, en la programación y en los procesos constructivos de la obra, así como en su aspecto estético final.

7.3 ASPECTOS GEOMETRICOS:

En todo diseño de puente, ciertos aspectos geométricos deben ser definidos; entre ellos se encuentran los siguientes:

- La sección transversal.
- Los gálibos horizontales y verticales
- Los espaldones de puentes
- Las barandas
- Las barreras de seguridad.

Sección Transversal.- se debe tener presente respecto al ancho libre del tablero de un puente es que éste debe ser igual al ancho de la calzada más los espaldones de la carretera para la cual es parte.

Gálibo Horizontal y Vertical.- se entiende por gálibo al espacio libre necesario que se debe disponer para facilitar la circulación de las personas y los productos. En puentes sobre agua, el gálibo vertical medido desde el nivel de las aguas máximas extraordinarias y el borde inferior de la superestructura no deberán ser menor de 2.00m. Esta deberá incrementarse en 0.50m más en zonas donde la corriente puede arrastrar árboles, con el objeto de dar espacio suficiente para su paso sin que perjudique la estabilidad de la estructura.

Espaldones de Puentes.- en todo puente debe conservarse esta zona, no sólo por la seguridad de conductores, peatones y ciclistas, la comodidad y la emergencia para el uso de los vehículos accidentados o detenidos, sino también con el objeto de evitar la disminución de la velocidad de circulación y de la capacidad de tránsito de la carretera. Los anchos de los espaldones de puentes están ya incluidos en la especificación del ancho libre del tablero y no serán reducidos.

Barandas.- se debe considerar la instalación de barandas en ambos lados de la estructura del puente para la protección tanto del tránsito como de los peatones y ciclistas. Detalles de barandas estándar de hormigón armado se ilustran en la figura 7.1.



Figura 7.1: Detalles de barandas y barreras de seguridad

Barreras de seguridad.- a fin de reducir la severidad del impacto, en caso de colisiones de los vehículos contra la estructura del puente, se colocarán barreras de seguridad de acuerdo a lo indicado en la Figura 7.2. Consistirán de de acero en forma de W, montados en postes metálicos tipo H espaciados cada 2.00 m y empotrados en el terreno.

indicado
perfiles

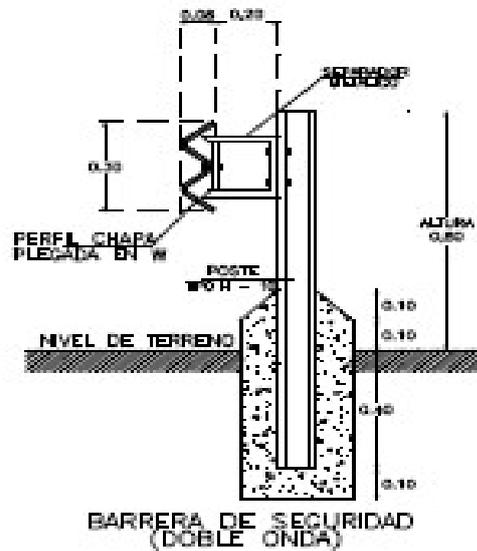


Figura 7.2: Detalles de barandas yarreras de seguridad

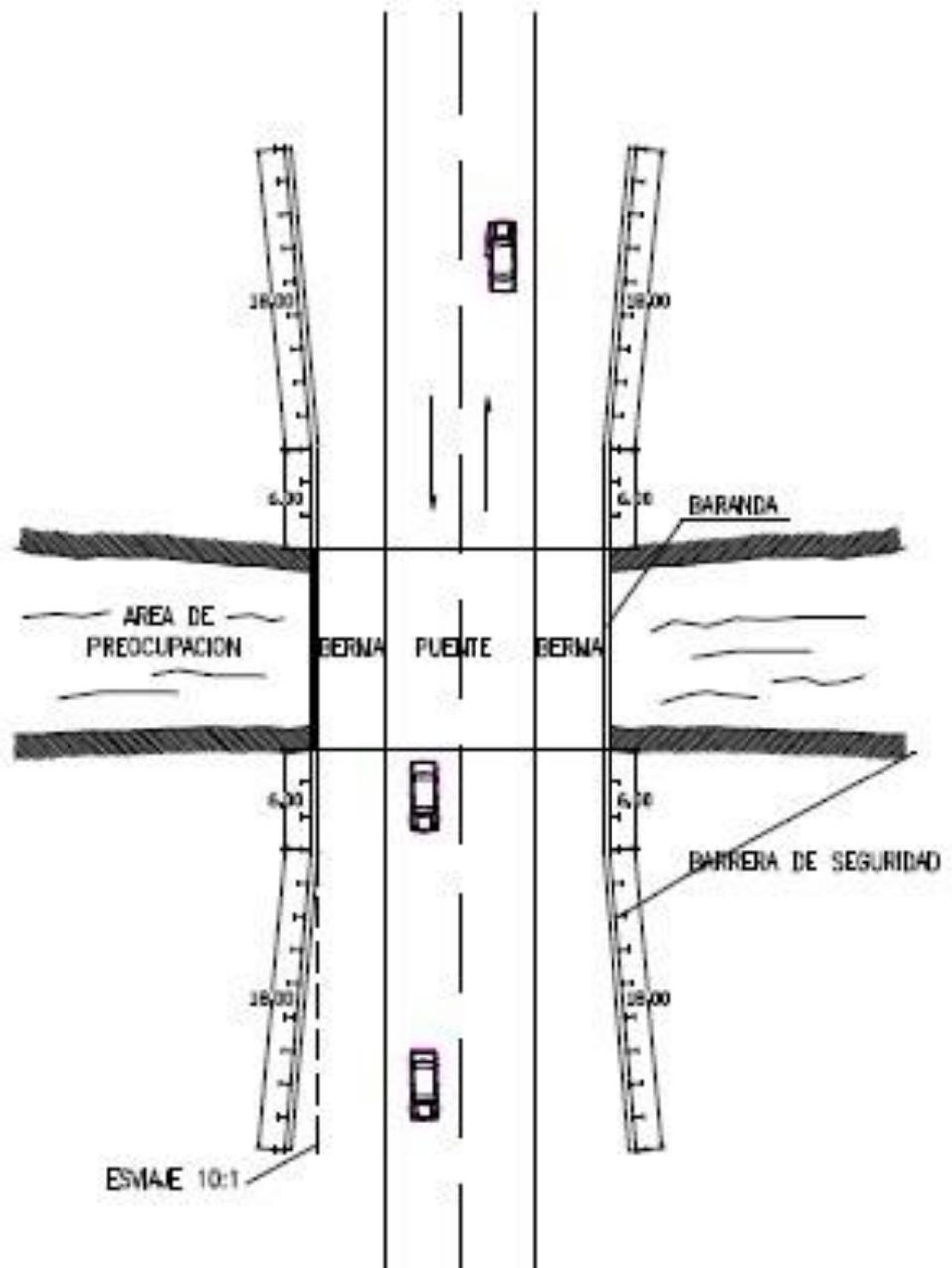


Figura 7.3: Detalles de barandas y barreras de seguridad

7.4. CARGAS

Carga muerta (D).- consiste en el peso permanente de la estructura en su totalidad, incluidos las vigas, barandas, diafragmas, pilas y otros servicios públicos. Se evitará

el uso de carpetas asfálticas sobre la superficie de los puentes por lo que no se exigirá su utilización.

Carga viva (L).- consiste en el peso de las cargas móviles de los camiones, autos y peatones. Las cargas vivas a considerarse sobre la calzada de los puentes serán las establecidas por el método ASSHTO 2004, y que la carga HS20-44 sea incrementada por un factor de sobrepeso igual a 1.25, tal como lo ilustra la Figura 7.4.

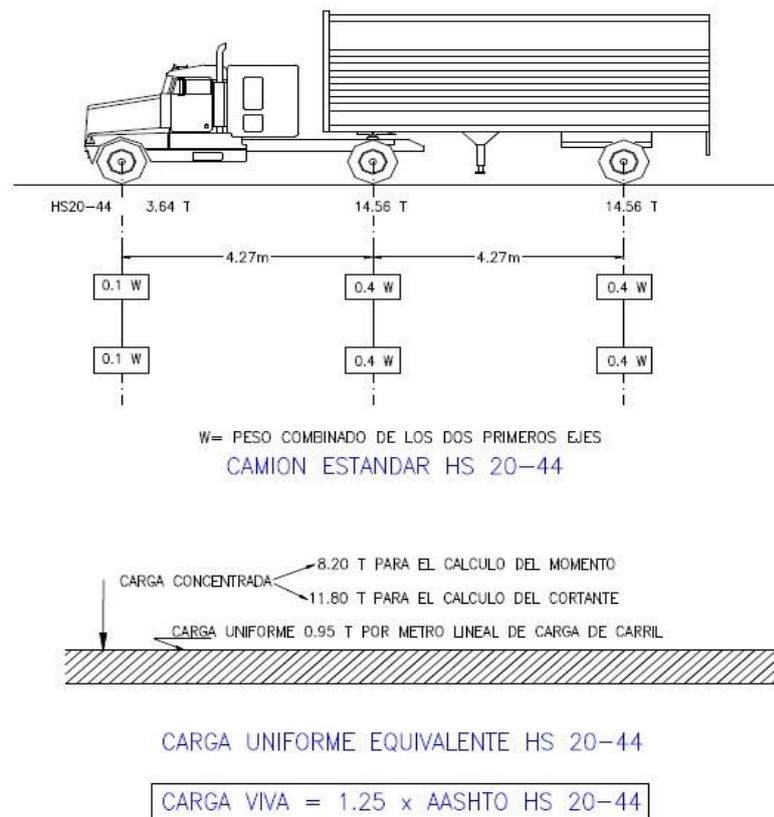


Figura 7.4: Camión HS 20-44

Aplicación de la Carga Viva.- sobre los carriles de circulación se ubicarán las cargas vivas de tal forma que se produzcan los mayores esfuerzos para el diseño. Se aclara además que no se permitirá el uso de algún factor de reducción de intensidad de carga.

Combinación de Cargas.- cada componente de la estructura o cimentación sobre la cual se apoye, se diseñará estructuralmente para resistir con seguridad todos los grupos de combinaciones de esas fuerzas que puedan aplicarse a dicho elemento en particular.

7.5 PREDISEÑO

Al realizar el pre diseño se debe definir la geometría de soporte de la estructura como es:

INFRA-ESTRUCTURA

Se comprende como infraestructura de puentes, a todos los elementos estructurales pilas, estribos, muros de retención, y cimientos que son diseñados para soportar cargas transmitidas por la superestructura (cargas muertas, de montaje, vivas, de viento); cargas debido a la corriente, a los efectos de temperatura y contracción; y cargas laterales debido a presiones de tierra, de agua, por causas de colisión, y por causas sísmicas.

Cimientos.- la cimentación debe estar diseñada para soportar todas las solicitaciones permanentes y temporales. El diseño debe realizarse con referencia a la carga de servicio y esfuerzos permisibles en el método de carga de servicio o, con referencia a los factores de carga y a la resistencia reducida por factores de seguridad en el método de resistencia última.

Estribos.- los estribos se diseñarán para resistir el empuje de tierra, el peso propio del estribo mismo y de la superestructura, la carga viva sobre la superestructura o relleno de acceso, fuerzas de viento y fuerzas longitudinales. Cuando los apoyos son fijos; y fuerzas longitudinales debido a la resistencia a la fricción o cortante de los apoyos. El diseño será realizado para la combinación de esas fuerzas que genere la condición de carga más desfavorable.

SUPERESTRUCTURA:

La superestructura comprende todos los elementos estructurales superiores, losa, vigas y otros que están soportados por elementos de la infraestructura sean estos últimos cabezales, pilas o estribos. Dentro de la superestructura se encuentran también los elementos complementarios tales como bordillos, aceras (en zonas urbanas),

espaldones de puentes, barandas, etc. También se la refiere como el tablero del puente.

Existe una gran variedad de tipos de superestructura, dependiendo del material, proceso de fabricación y sistema estructural; siendo las más importantes las que corresponden a elementos de hormigón y de acero. La elección del tipo de superestructura estará sujeto a los requisitos técnicos dados de los estudios hidrológicos e hidráulicos y sobre todo a los aspectos económicos de la obra.

Diafragmas Verticales.- diafragmas verticales deberán ser utilizados en los extremos de los tramos de vigas T y vigas cajón a menos que otros recursos sean provistos para resistir las fuerzas laterales y mantener la sección geométrica del tablero. Diafragmas verticales intermedios suelen especificarse, aunque se establece que pueden ser omitidos donde pruebas o análisis estructurales demuestren que existe una adecuada distribución y resistencia sin su inclusión.

Espesor de losa y alma.- el espesor de las losas de piso será diseñado en concordancia con AASHTO 2004 del artículo 9.7.1.1 a menos que se apruebe una altura menor, la altura de un tablero de hormigón, excluyendo cualquier tolerancia para pulido, texturado o superficie sacrificable deberá ser mayor o igual que 175 mm.

Existiendo los diferentes tipos de losas.

4.6.2.2.1 Aplicación

- El ancho del tablero es constante;
- A menos que se especifique lo contrario, el número de vigas no es menor que cuatro;
- Las vigas son paralelas y tienen aproximadamente la misma rigidez;
- A menos que se especifique lo contrario, la parte de vuelo correspondiente a la calzada, *de*, no es mayor que 910 mm;
- El ancho del puente no debe ser menor que el ancho de la sección de la carretera de acceso, incluyendo las banquetas o cordones, las cunetas y las aceras.

3.6.1.1.1 Número de Carriles de Diseño

En general, el número de carriles de diseño se debería determinar tomando la parte entera de la relación $w/3600$, siendo w el ancho libre de calzada entre cordones y/o barreras, en mm. También se deberían considerar posibles cambios futuros en las características físicas o funcionales del ancho libre de calzada.

En aquellos casos en los cuales los carriles de circulación tienen menos de 3600 mm de ancho, el número de carriles de diseño deberá ser igual al número de carriles de circulación, y el ancho del carril de diseño se deberá tomar igual al ancho del carril de circulación.

Los anchos de calzada comprendidos entre 6000 y 7200 mm deberán tener dos carriles de diseño, cada uno de ellos de ancho igual a la mitad del ancho de calzada.

7.6 PUENTE DE HORMIGÓN ARMADO DE LOSAS SOBRE VIGAS DE 20 METROS DE LONGITUD.

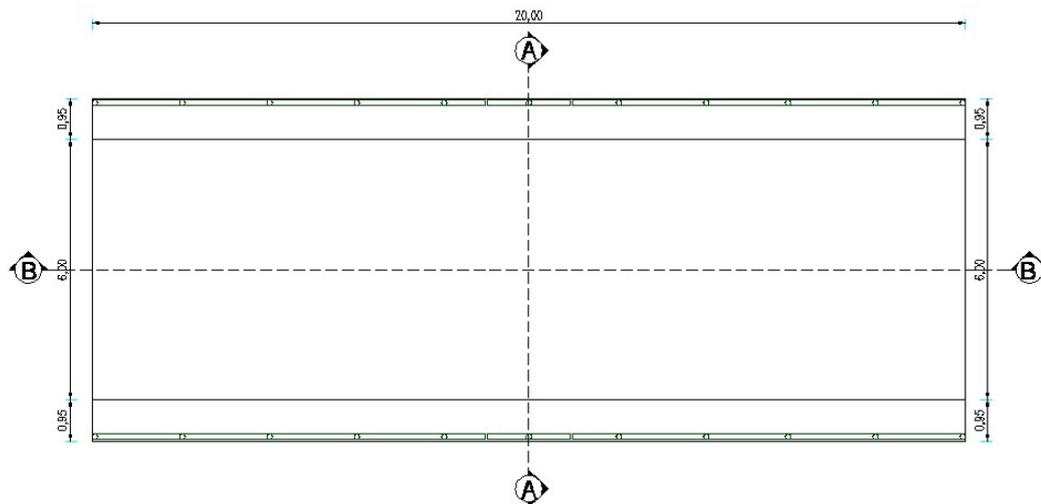


Figura 7.5: Planta del puente

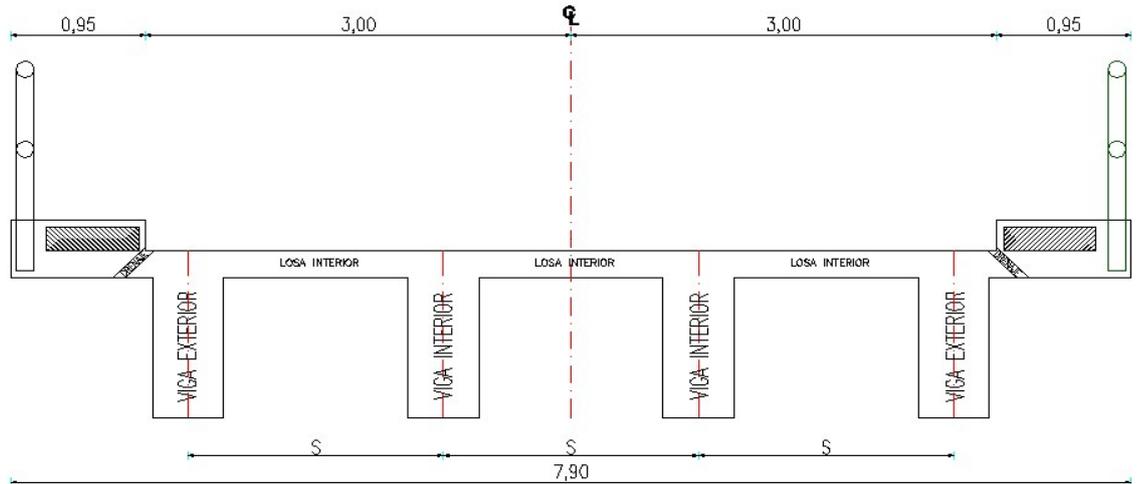


Figura 7.6: Sección transversal típica corte A-A

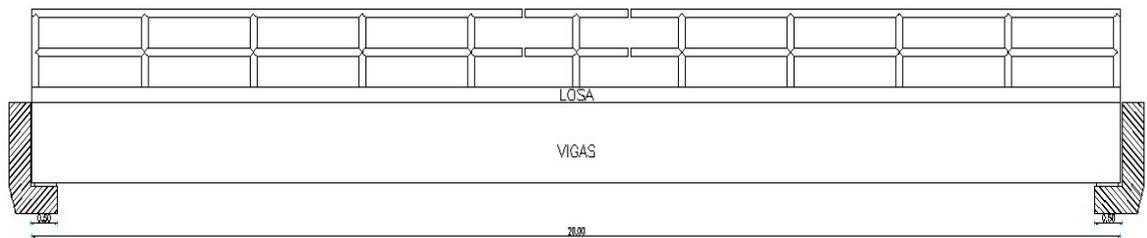


Figura 7.7: Corte longitudinal B-B

DATOS:

Longitud= 20.00 m

CV= HS 20-44 (camión de diseño)

Número de carriles= 2

Resistencia del hormigón $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$
(Tabla C5.4.2.1-1/AASHTO 2004)

Límite de fluencia del acero $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$

$\gamma_{HA} = 2.4 \text{ Tn/m}^3$ (Peso específico del hormigón armado)

$\gamma_{HS} = 2.3 \text{ Tn/m}^3$ (Peso específico del hormigón simple)

Espesor promedio capa de rodadura $e = 3\text{cm} = 0.3\text{m}$
PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

Distancia entre ejes de viga (S)

Para determinar el espaciamiento S entre vigas se buscará que el factor de distribución de carga de las vigas interiores (FD) sea semejante al factor de distribución de carga de las vigas exteriores (f_e), para que los momentos solicitantes por carga viva sean similares en todas las vigas.

Asumimos $S = 1.80\text{m}$ para dos carriles

- Para la viga interior (FD)

Cálculo FD, dos carriles (TABLA 7.1)

$S \leq 3.05\text{m}$

$$FD = S/1.829$$

$$FD = 1.30/1.829$$

$$1.80 \leq 3.05\text{m OK}$$

- Para viga exterior

Para vigas exteriores se cumple el primer caso, es decir cuando en la viga exterior actúan una fila de llantas.

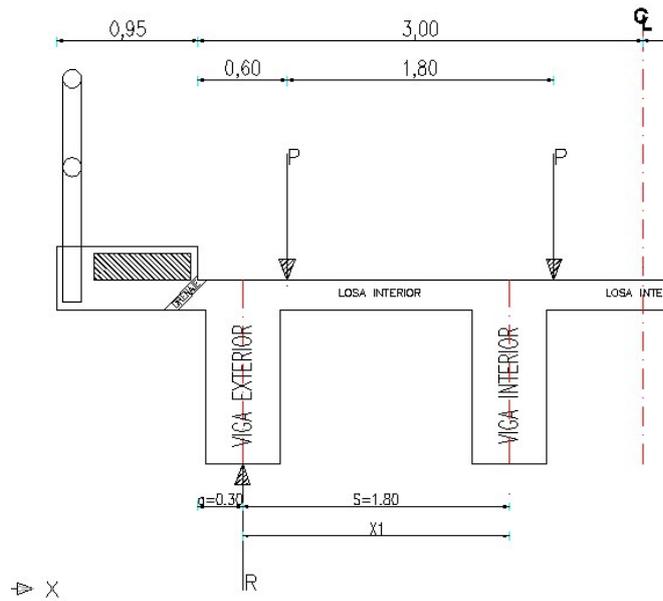


Figura 7.8

Cálculo f_e :

$$X1 = S + a - 0.60$$

$$X1 = 1.80 + (0.30 - 0.60)$$

$$X1 = 1.20\text{m}$$

$$f_e = \frac{X1}{S}$$

$$f_e = \frac{1.20}{1.80}$$

$$f_e = 0.667$$

$$\text{Entonces: } FD = f_e = 0.71$$

Para este caso si tomamos $f_e = 0.666$ la viga exterior sería menos reforzada que la viga interior lo cual es impropio por tanto $f_e = 0.71$ CÁLCULO DEL ESPACIAMIENTO S ENTRE VIGAS

$$FD = fe$$

$$\frac{S}{1.829} = \frac{X1}{S}$$

$$S^2 = 1.829 * 1.20$$

$$S = 1.50 \text{ m.}$$

S calculado no difiere mayormente del asumido entonces S=1.80m

GEOMETRÍA DE LA VIGA

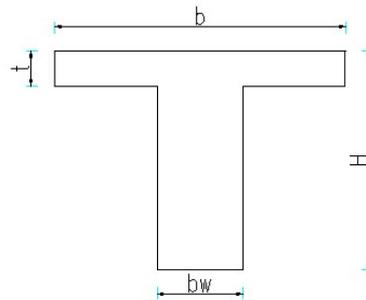


Figura 7.9

Donde:

H = peralte de la viga t =
peralte del ala de la viga b
= ancho del ala bw =
ancho del alma

Para el diseño geométrico de vigas T en hormigón armado se sugiere que se rija en los parámetros y recomendaciones siguientes:

$$t_{asumido} = 20 \text{ cm}$$

$$Lo = 19.06$$

- Peralte H se sugiere:

$$H \leq \frac{L_o}{10} \quad \therefore H \leq \frac{19.06}{10}$$

$$H \leq 1.906$$

- De acuerdo a la AASTHO, para no calcular deflexiones el peralte H puede ser:

$$H \leq \frac{L_o + 2.75}{18} \quad \therefore H \leq \frac{19.06 + 2.75}{18}$$

$$H \leq 1.21$$

H = 1.25 metros Como:

$$1.25 \leq 2.50, H = 1.25m$$

- Ancho del alma (bw)
 $bw_{asumido} = 50 \text{ cm}$

$$\frac{H}{3} \leq bw \leq \frac{H}{2}$$

$$\frac{1.25}{3} \leq bw \leq \frac{1.25}{2}$$

$$0.42 \leq bw \leq 0.62$$

Como se cumple la condición bw=50cm

- Ancho del ala (b)

Debe tomarse el menor valor de las siguientes expresiones:

- $b \leq \text{luz entre ejes de vigas}$

$$b \leq 1.80 \text{ m}$$

- $b \leq \frac{L_0}{4}$

$$b \leq \frac{19.50}{4}$$

$$b \leq 4.875$$

- $b \leq 12 * t + bw$

$$b \leq (12 * 0.20) + 0.50$$

$$b \leq 2.90 \text{ m}$$

Por lo tanto $b = 1.80\text{m}$

DISEÑO DE LOSA INTERIOR

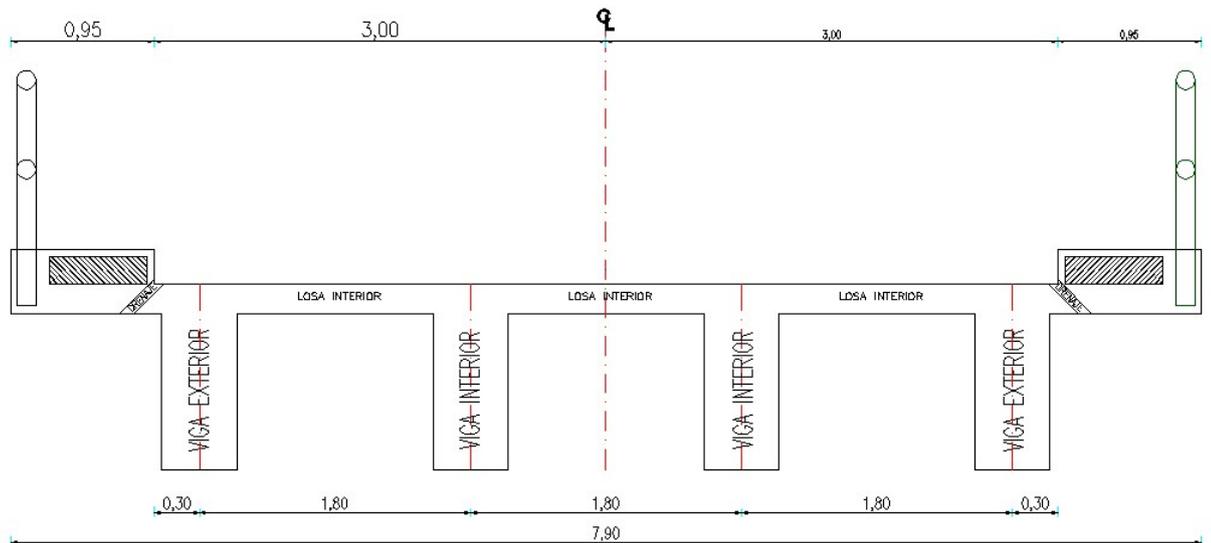


Figura 7.10

La losa tiene el siguiente modelo matemático:

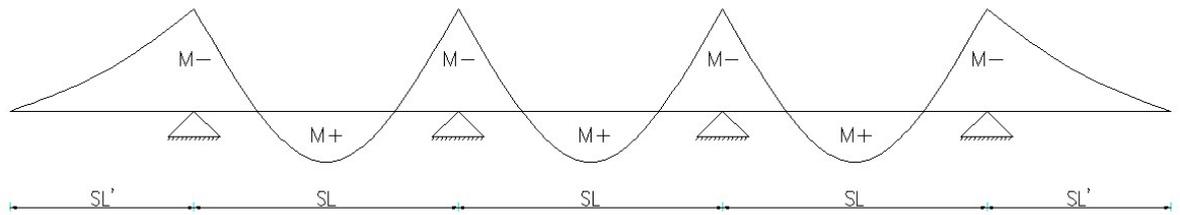


Figura 7.11 Donde:

SL= luz libre entre vigas

SL= luz libre entre vigas – ancho de alma (bw)

SL= 1.80 – 0.50

SL= 1.30 m

- Peralte de losa (t)

Losa Interior

$$t = \frac{SL + 3.05}{30} \geq 0.165m$$

$$t = \frac{1.30 + 3.05}{30} \geq 0.165m$$

$$t = 0.145m < 0.165m$$

$$t_{asumida} = 0.165m$$

Losa Exterior

$$t' = \frac{SL'}{8} \geq 0.165m$$

$$t' = \frac{1.25}{8} \geq 0.165m$$

$$t = 0.156m < 0.165m$$

$$t_{asumida} = 0.165m$$

$$t = t = 0.20m$$

SUPERESTRUCTURA

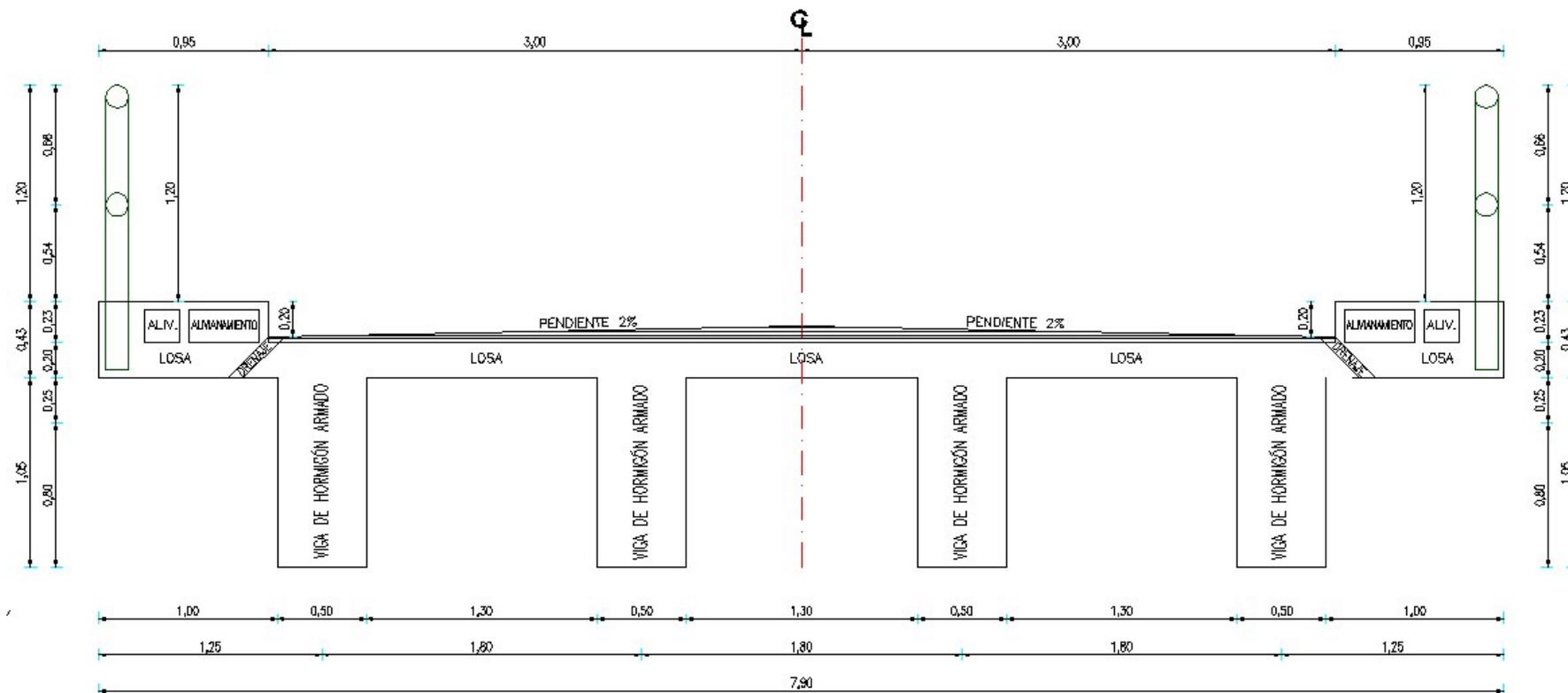


Figura 7.12

Luego de definir la geometría procedemos a realizar una implantación preliminar ya que la misma servirá para despejarnos de posibles problemas constructivos.

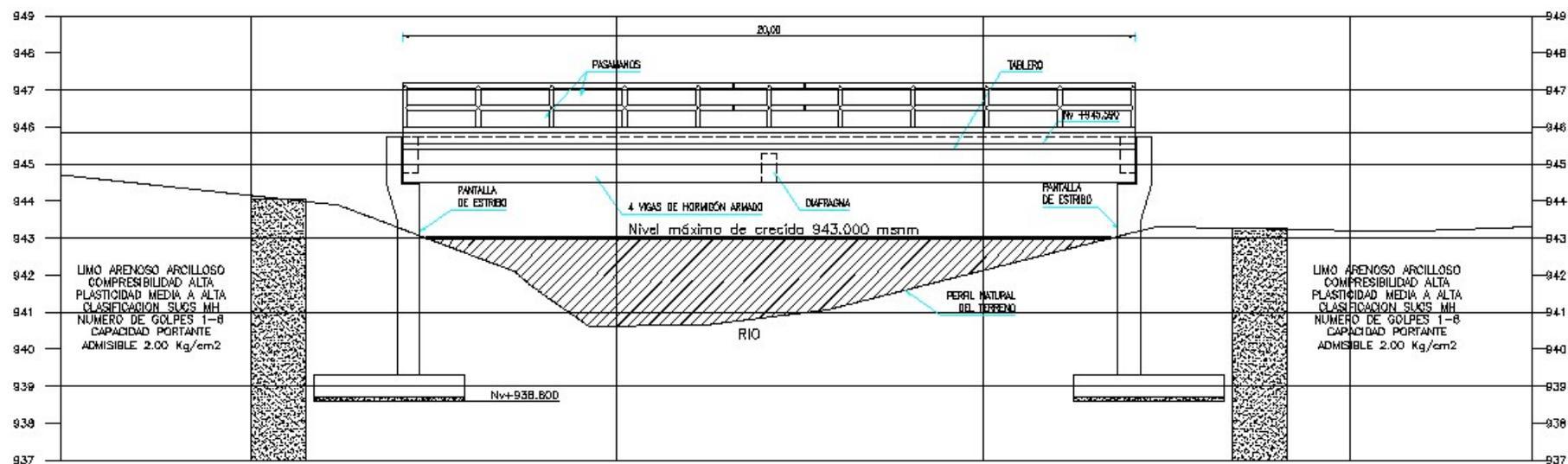


Figura 7.13

7.7 ANÁLISIS

PUENTES DE HORMIGON ARMADO

Hormigón.- la resistencia a la compresión simple del hormigón $f'c$, de cada parte de la estructura, debe aparecer en todos los planos de detalles. Los requisitos para $f'c$ serán comprobados a través de pruebas de cilindros de acuerdo a las especificaciones técnicas.

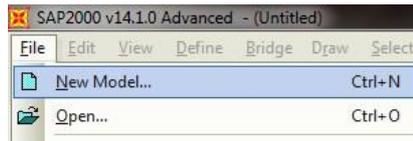
Acero de Refuerzo.- la resistencia a la fluencia del acero de refuerzo F_y , debe aparecer en todos los planos de detalles. Las varillas de refuerzo que necesiten ser soldadas, deben ser indicadas claramente en los planos con su respectivo tipo y proceso de soldadura a utilizarse, si la circunstancia así lo requiere se utilizarán conectores.

Análisis.- todos los miembros continuos y estructuras de marcos rígidos, deben ser diseñados para los máximos efectos de las cargas especificadas.

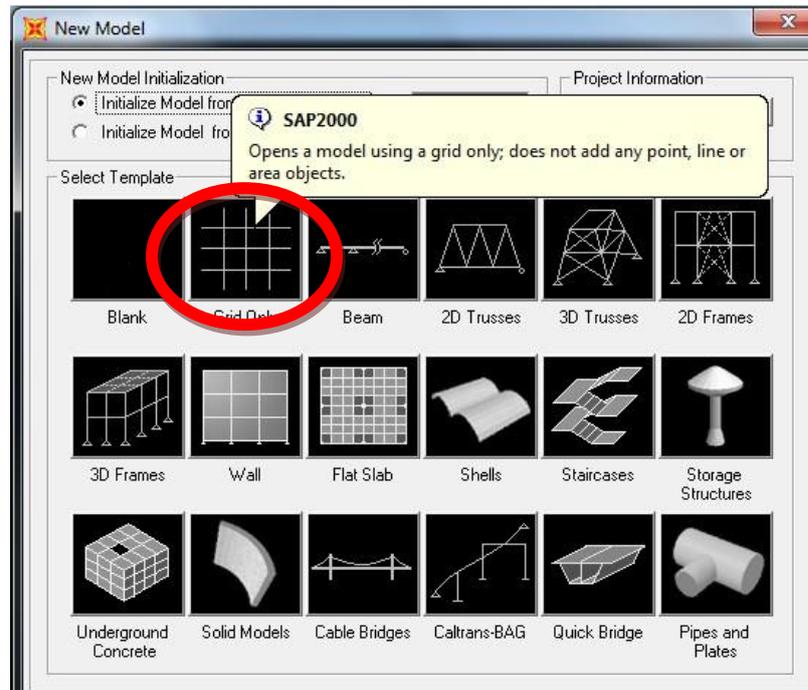
Para empezar con el cálculo y diseño del puente de hormigón de losa sobre vigas de 20 metros abrir el programa SAP2000 y proceder a cambiar las unidades:



Luego crear un nuevo modelo



Seleccionar GRID ONLY, la malla ayudará a guiarse mejor en la geometría del puente.



PROCEDIMIENTO PARA CREAR LOS EJES

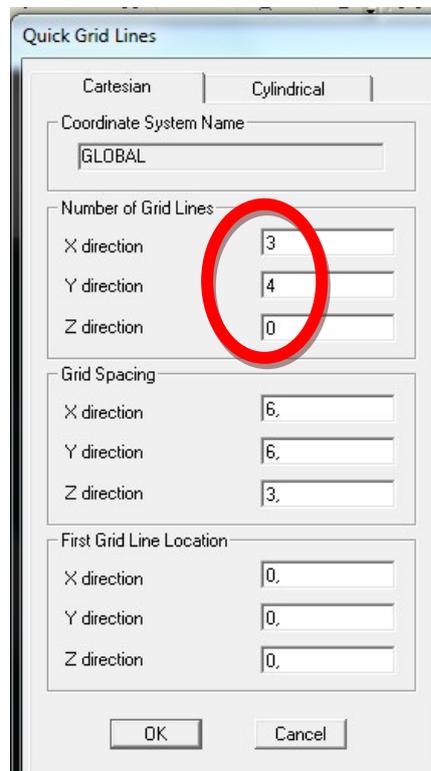
Una vez seleccionado poner el número de ejes que se va a utilizar de acuerdo a la estructura del puente en este caso:

Número de ejes en las diferentes direcciones:

Dirección en X serán 3 debido al inicio, mitad y final del puente.

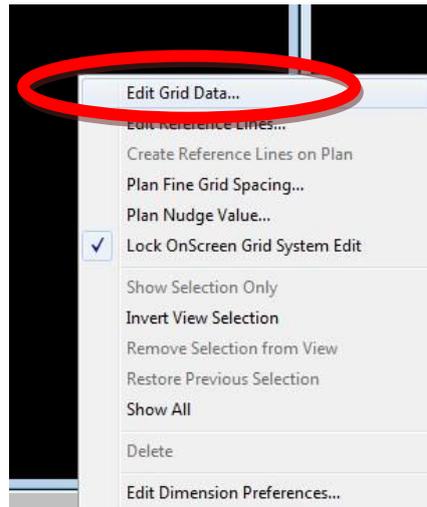
Dirección en Y serán 4 porque se necesitara 4 ejes para dibujar las vigas.

En el espaciamiento de la malla (GRID SPACING) no se cambiara nada, más adelante se editara la malla con EDIT GRID DATA.

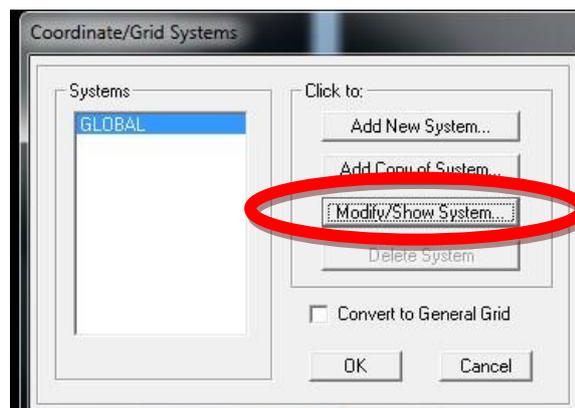


Se debe editar la malla según la estructura:

- Clic derecho en la pantalla de modelación y elegir la opción:



- Aparecerá la siguiente pantalla y clic en la opción:



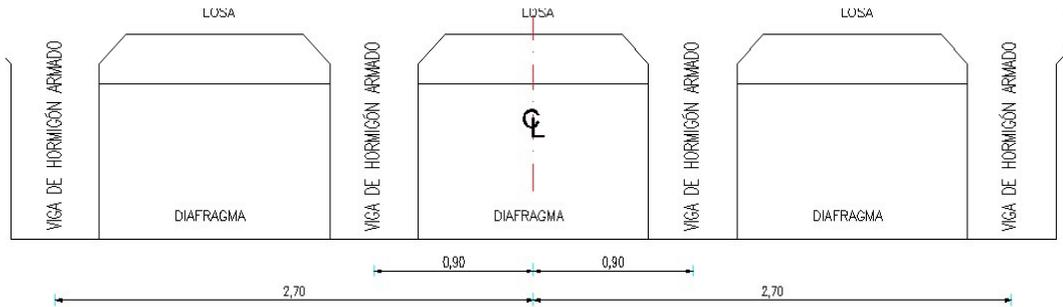
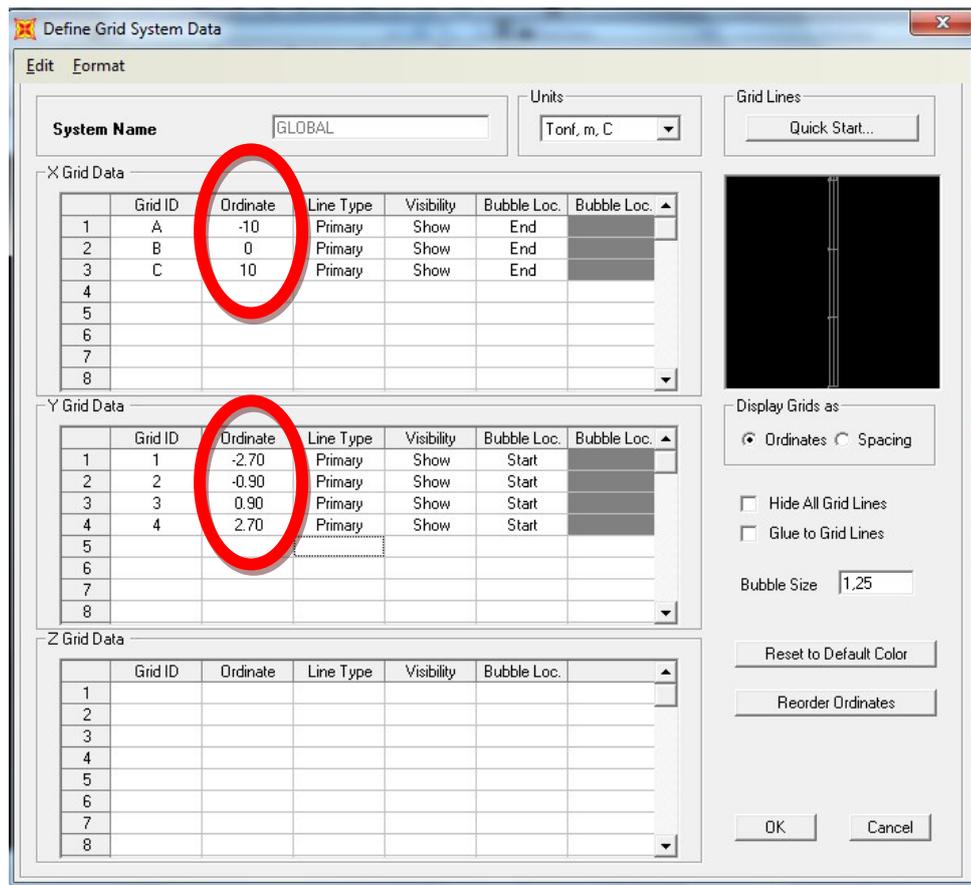
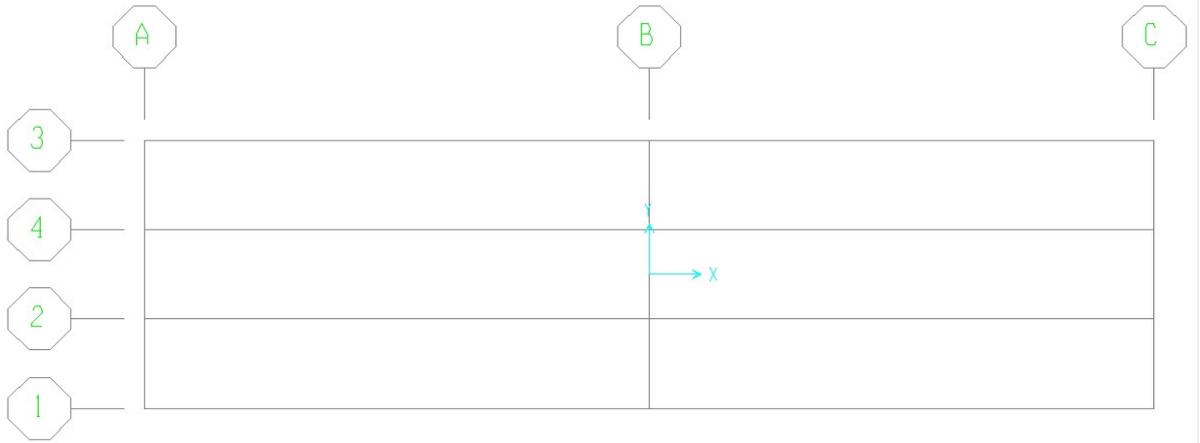


Figura 7.14: Distancia de las vigas desde el centro de la estructura.

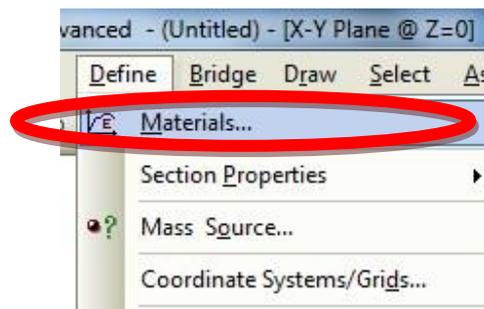
En X se tiene 3 ejes pondremos -10, 0 y 10 debido a que el puente es de 20 metros y en los datos de la malla Y pondremos las distancia que tienen las vigas desde el centro de la estructura como se muestra en la figura anterior:



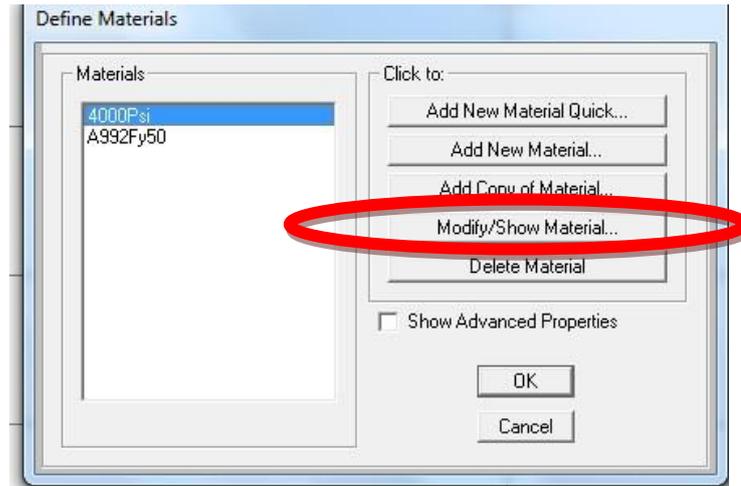
OK y luego aparecerá los ejes de las vigas y la longitud del puente:



PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LOS MATERIALES



Clic en modificar el material para cambiar el nombre y la resistencia:



Para definir las propiedades del hormigón con las fórmulas del AASHTO 2004:

Coeficiente de Expansión Térmica

El coeficiente de expansión térmica se debería determinar realizando ensayos en laboratorio sobre la mezcla específica a utilizar.

En ausencia de datos más precisos, el coeficiente de expansión térmica se puede tomar como:

- Para hormigón de densidad normal: $10,8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, y
- Para hormigón de baja densidad: $9,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Módulo de Elasticidad

En ausencia de información más precisa, el módulo de elasticidad, E_c , para hormigones cuya densidad está comprendida entre 1440 y 2500 kg/m³ se puede tomar como:

$$E_c = 0,043 \gamma_c^{1,5} \sqrt{f'_c} \quad (5)$$

donde:

γ_c = densidad del hormigón (kg/m³)

f'_c = resistencia especificada del hormigón (MPa)

Coefficiente de Poisson

A menos que se determine mediante ensayos físicos, se puede asumir que el coeficiente de Poisson es igual a 0,2.

Módulo de Rotura

A menos que se determine mediante ensayos físicos, el módulo de rotura, f_r , en MPa, se puede tomar como:

- Para hormigón de densidad normal:

$$0,63 \sqrt{f'_c}$$

- Para hormigón de agregados livianos y arena:

$$0,52 \sqrt{f'_c}$$

En este caso las propiedades del hormigón se dieron mediante estudios donde los resultados fueron:

$$E = 2534.5$$

$$U = 0.2$$

$$A = 9.900E-06$$

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: f'c 240 

Material Type: Concrete

Material Notes:

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2.4

Mass per Unit Volume: 0,2447

Units: Tonf, m, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2534,5

Poisson's Ratio, ν : 0,2

Coefficient of Thermal Expansion, α : 9,900E-06

Shear Modulus, G: 1056,0417

Other Properties for Concrete Materials

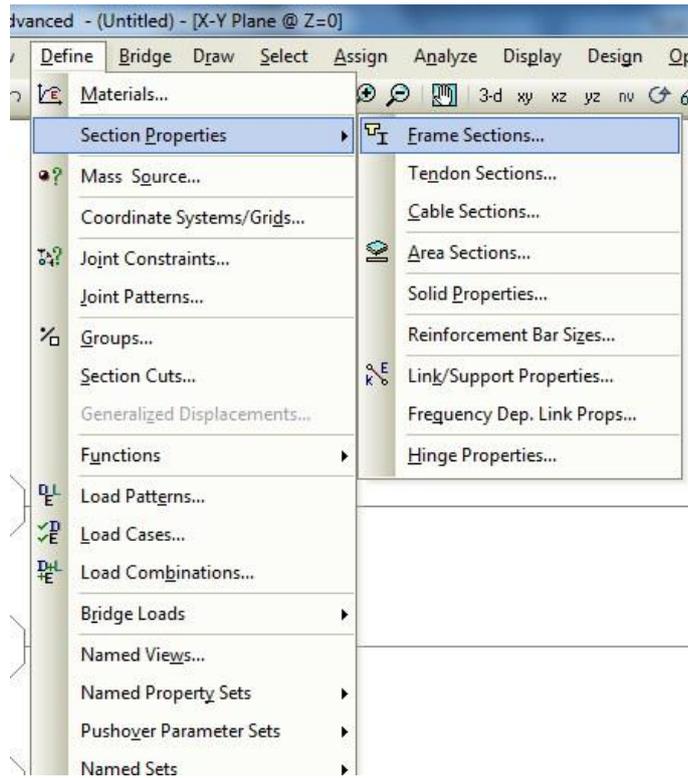
Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 2400,

Lightweight Concrete

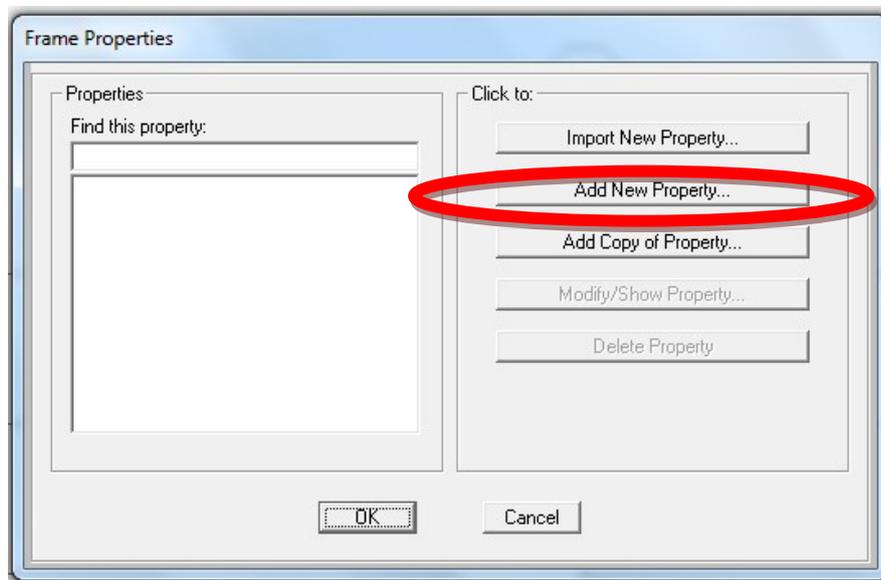
Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

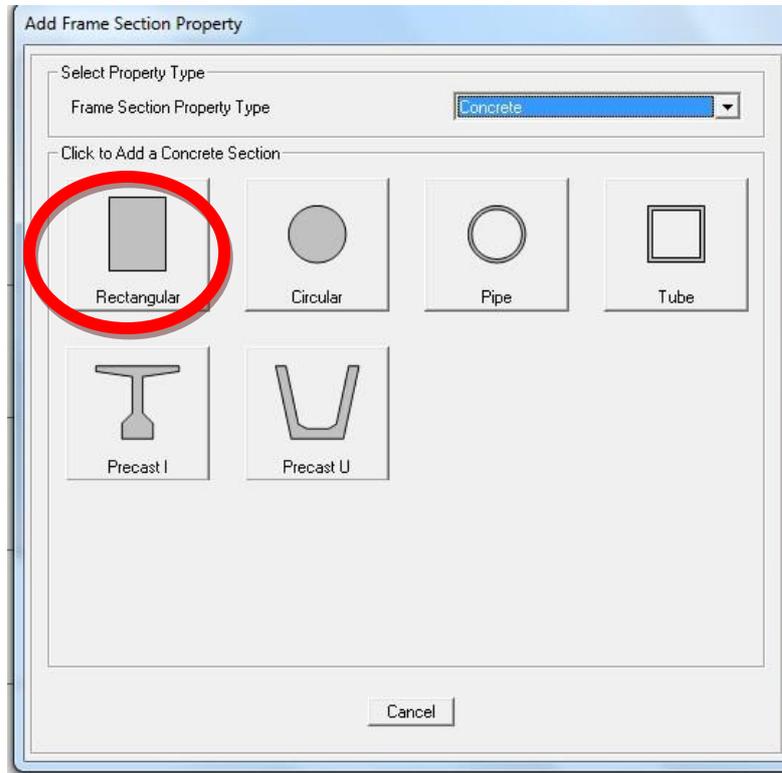
PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LAS SECCION VIGA



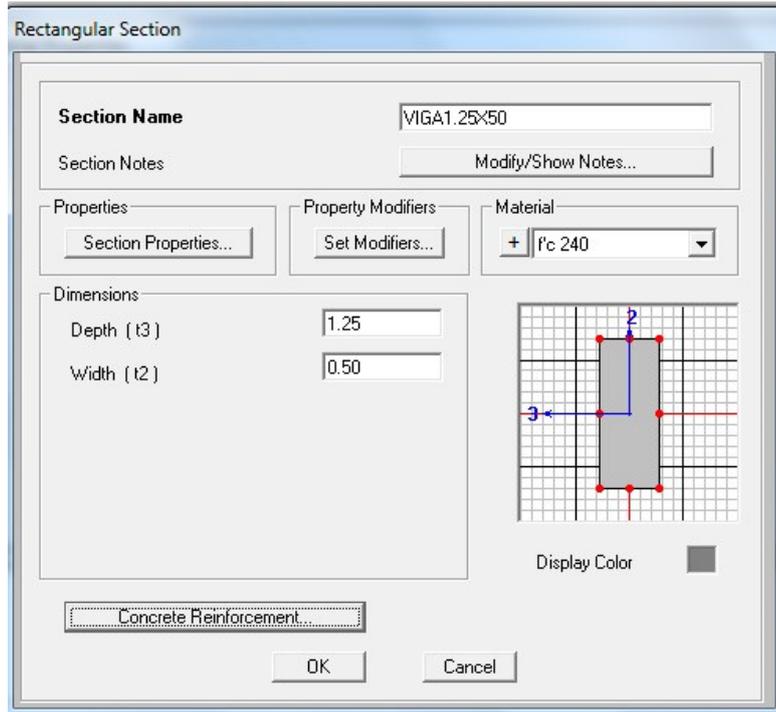
Agregar una nueva sección.



Propiedad del material concreto y la sección rectangular.



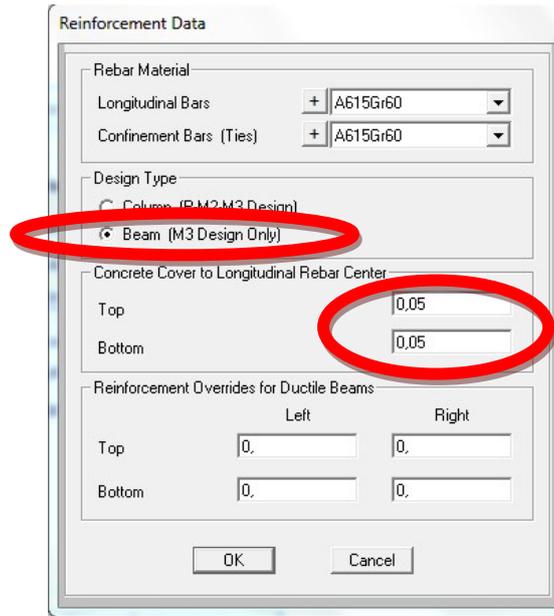
Nombre de la sección al igual que sus dimensiones.



En la misma ventana, clic en CONCRETE REINFORCEMENT.



Se despliega la siguiente ventana donde se dirá que es una viga y el valor del recubrimiento de 0.05 m. (TOP/SUPERIOR) (BOTTON/INFERIOR).

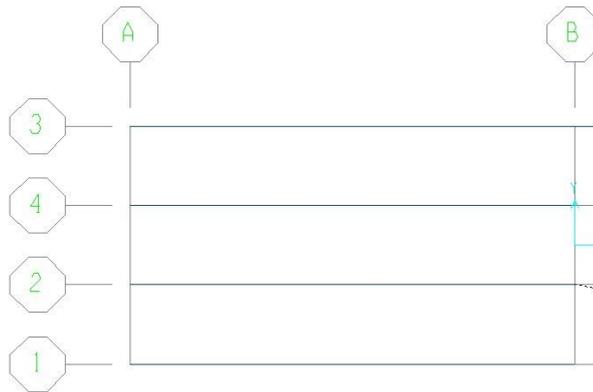
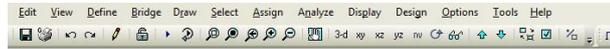
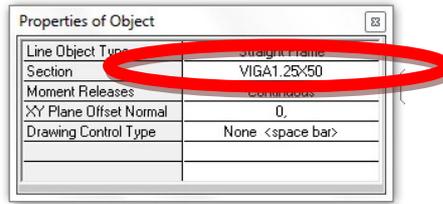


Utilizamos el material A615Gr60 ya que las propiedades corresponden a la aleación típica de la acero de refuerzo que se utiliza en el Ecuador

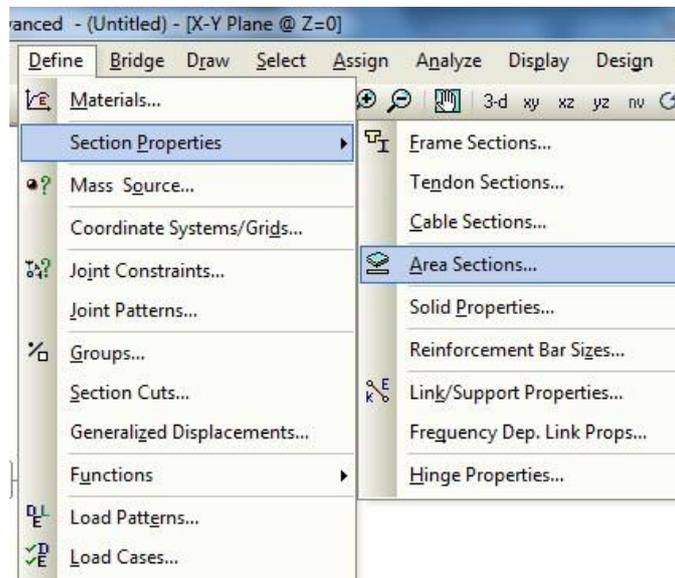
PROCEDIMIENTO PARA DIBUJAR LAS VIGAS.

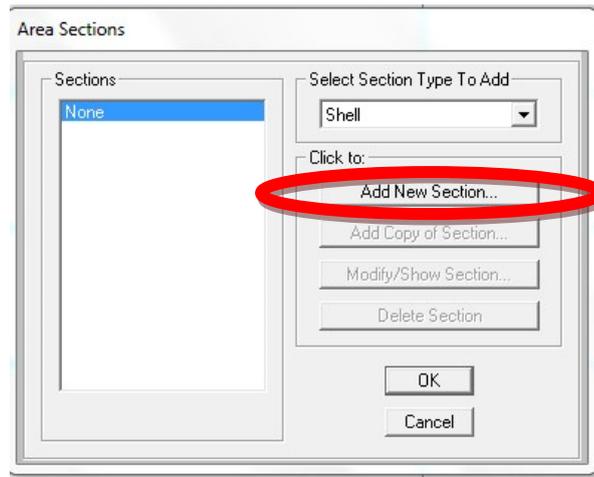


Observar que en la siguiente pantalla diga VIGA1.25X.50 y dibujar las vigas solo la mitad de la losa.



PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LAS SECCIONES DE ÁREA PARA CREAR LA LOSA.





Cambiar el nombre a LOSA y los espesores de la membrana y flexión
(0.20).

The image shows a software dialog box titled "Shell Section Data". It contains several sections for configuring a shell section:

- Section Name:** A text box containing "LDSA".
- Section Notes:** A button labeled "Modify/Show..." and a "Display Color" checkbox.
- Type:** A group box containing radio buttons for "Shell - Thin" (selected), "Shell - Thick", "Plate - Thin", "Plate Thick", "Membrane", and "Shell - Layered/Nonlinear". Below these is a "Modify/Show Layer Definition..." button.
- Material:** A "Material Name" dropdown menu showing "f'c 240" and a "Material Angle" text box with "0".
- Thickness:** Two text boxes: "Membrane" with "0.20" and "Bending" with "0.20". These two boxes are circled in red.
- Concrete Shell Section Design Parameters:** A button labeled "Modify/Show Shell Design Parameters..."
- Stiffness Modifiers:** A button labeled "Set Modifiers..."
- Temp Dependent Properties:** A button labeled "Thermal Properties..."
- Buttons:** "OK" and "Cancel" buttons at the bottom.

Shell-Thin.- se utiliza para tomar en cuenta todos grados de libertad y esfuerzos que generan dichos grados. Es decir Torsión, momento, cortante y carga axial en la placa. (Placa Delgada)

Shell-Thick.- se utiliza para limitar los grados de libertad y esfuerzos que generan dichos grados. Es decir no se toma en cuenta el efecto de torsión en la placa. (Placa Guesa)

Plate-Thin.- se utiliza para limitar los grados de libertad y esfuerzos que generan dichos grados. Es decir no se toma en cuenta el efecto de torsión y momento en la placa. (Lamina Delgada)

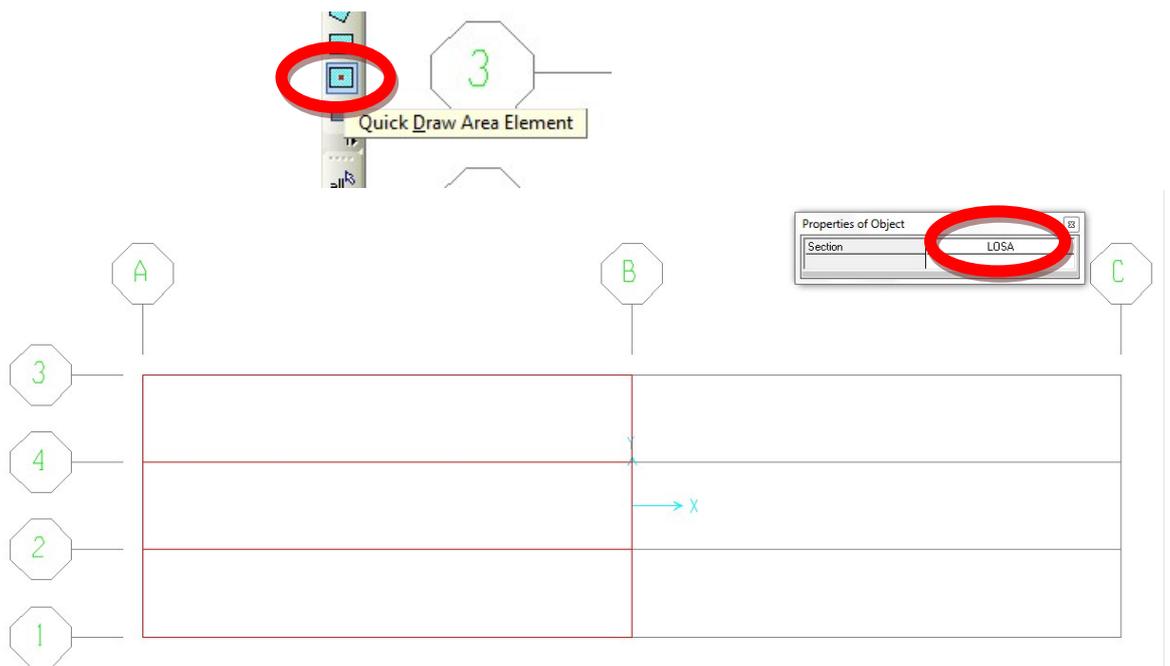
Plate - Thick.- se utiliza para limitar los grados de libertad y esfuerzos que generan dichos grados. Es decir no se toma en

cuenta el efecto de torsión, momento y cortante en la placa.
(Lamina Gruesa)

Membrane.- se utiliza para limitar los grados de libertad y esfuerzos que generan dichos grados. Es decir solo se toma en cuenta el efecto de la carga axial en la placa. (Membrana)

Shell-Layered/No linear.- se utiliza para tomar en cuenta todos grados de libertad y esfuerzos que generan dichos grados. Es decir Torsión, momento, cortante y carga axial en la placa. Además de que nos brinda la posibilidad de hacer análisis y diseño en rango inelástico.

PROCEDIMIENTO PARA DIBUJAR LA LOSA

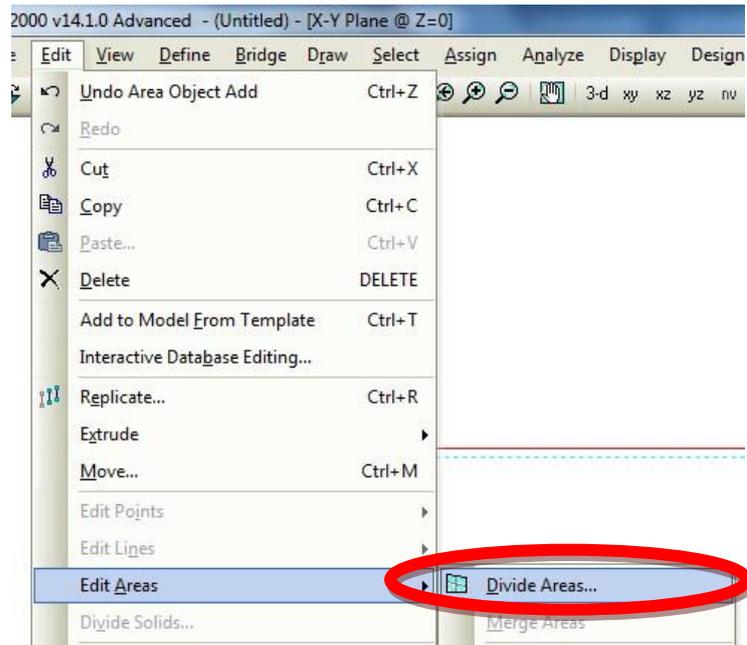


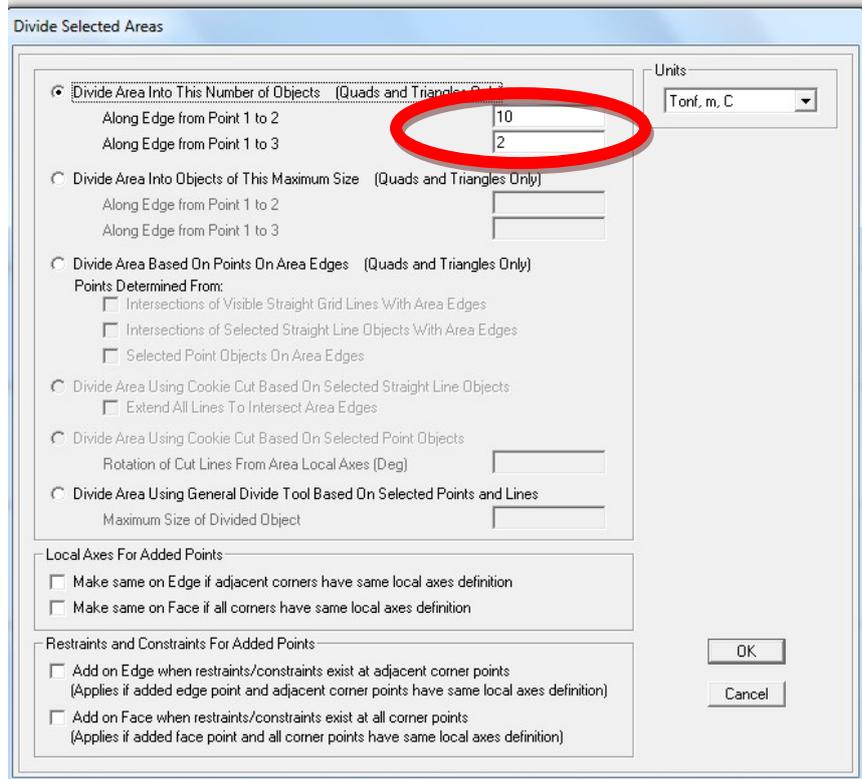
PROCEDIMIENTO PARA DISCRETIZAR

Las discretización entrega resultados con mayor exactitud de acuerdo al manual Técnico del Sap2000 mientras más pequeñas

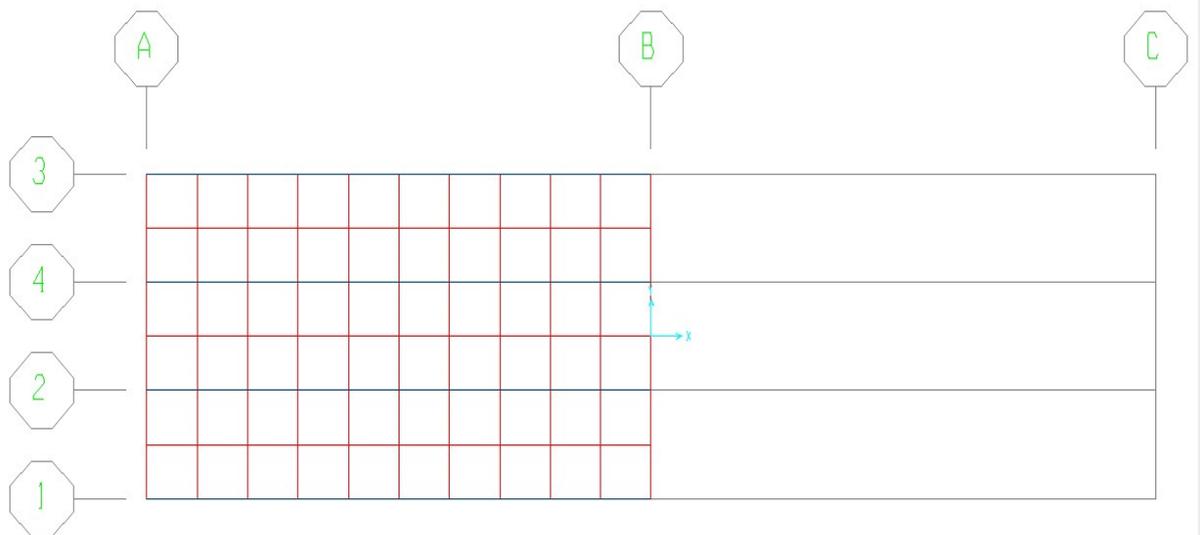
sean las áreas discretizadas los resultados tienen mayor precisión, pero tampoco es recomendable hacer áreas muy pequeñas ya que el análisis se vuelve lento.

- Seleccionar la sección que se va a discretizar y en EDIT



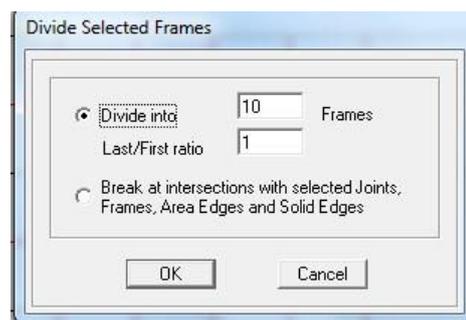
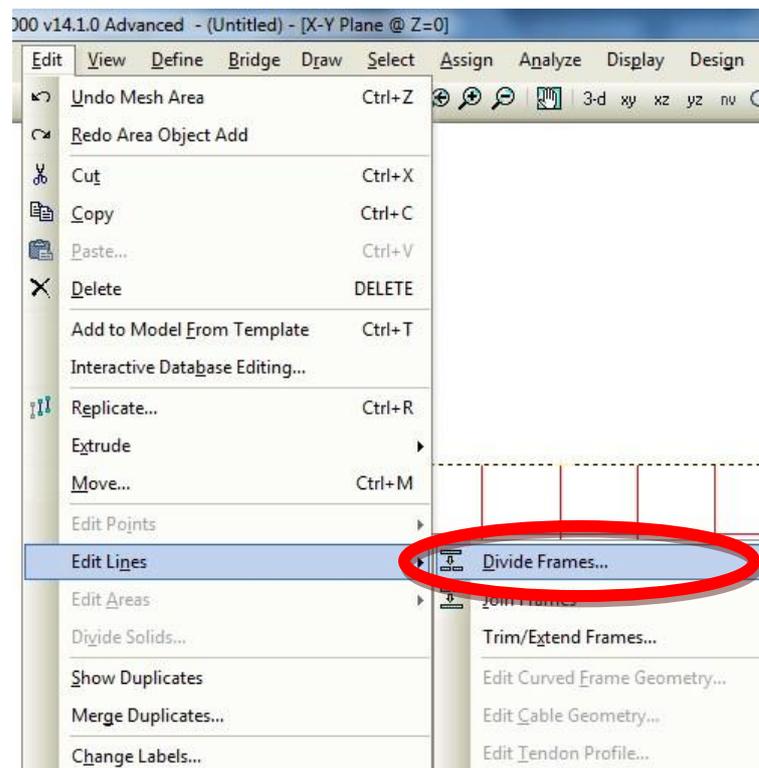


OK y la losa ya estará dividida o discretizada como se presenta en la siguiente figura.



Realizar el mismo procedimiento con las vigas.

- Seleccionar las vigas y en EDIT.



PROCEDIMIENTO PARA CREAR EJES AUXILIARES

En la geometría de la estructura se observa que existe una distancia de 30 cm entre la vereda y el eje de la viga la cual se debe dibujar. Crear unos ejes auxiliares con la opción de EDIT GRID DATA mencionado anteriormente.

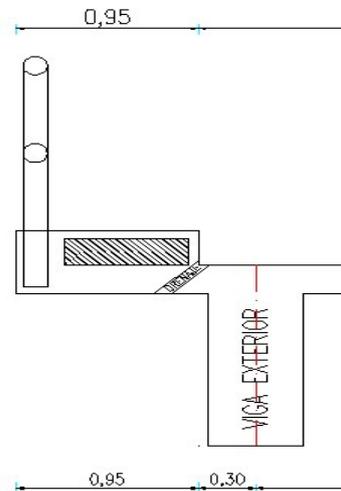


Figura 7.15

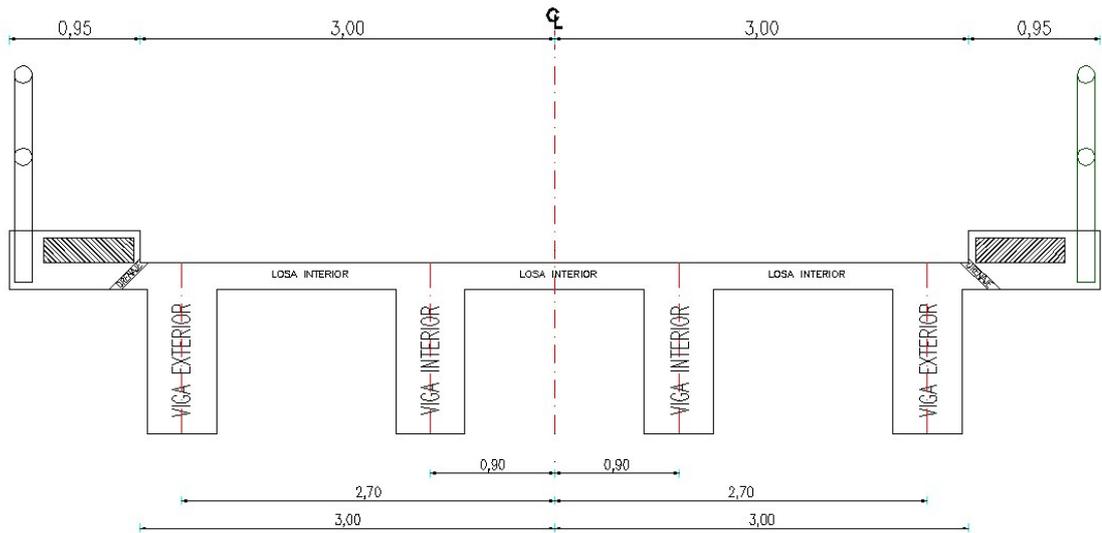
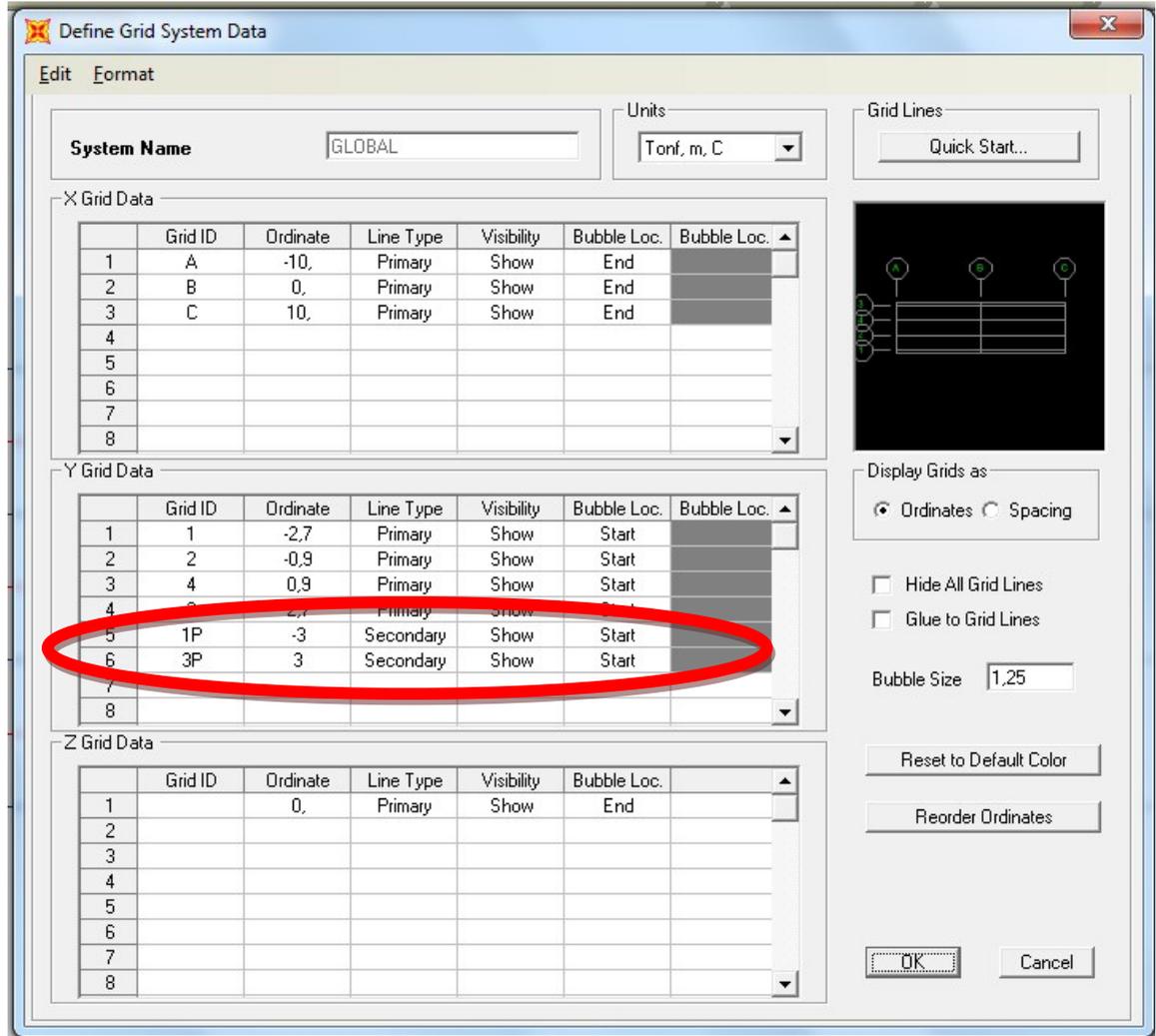
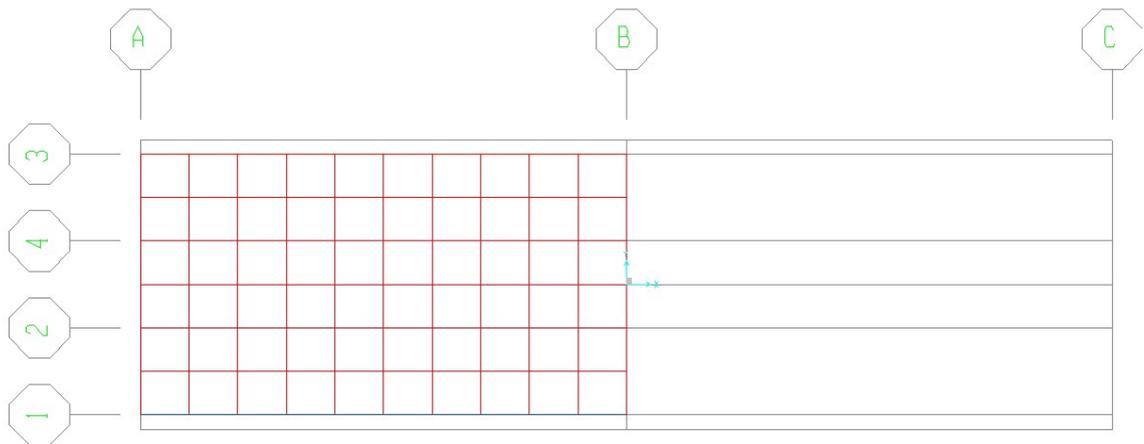


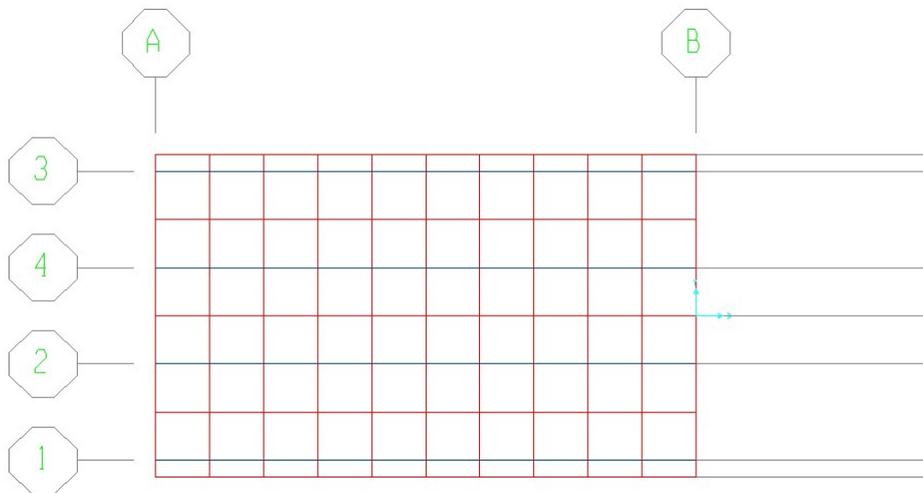
Figura 7.16



Se observa los ejes secundarios.



Dibujar la parte faltante de la losa y discretizar:



PROCEDIMIENTO PARA CREAR EJES SECUNDARIOS

Crear los otros ejes secundarios con el fin de dibujar la parte de la vereda, se debe tomar la distancia total desde el centro de la estructura ingresar 3.95 y $- 3.95$:

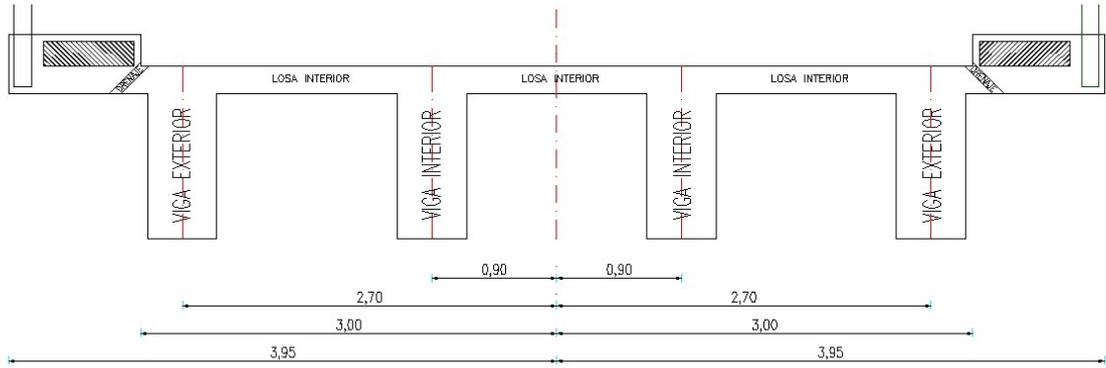


Figura 7.17

Define Grid System Data

System Name: GLOBAL Units: Intl. m. C

Grid Lines: Quick Start...

X Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc.
1	A	-10	Primary	Show	End	
2	B	0	Primary	Show	End	
3	C	10	Primary	Show	End	
4						
5						
6						
7						
8						

Y Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc.
1	1P	-3	Secondary	Show	Start	
2	1	-2.7	Primary	Show	Start	
3	2	-0.9	Primary	Show	Start	
4	1AP	-3.95	Secondary	Show	Start	
5	4	0.9	Primary	Show	Start	
6	3	2.7	Primary	Show	Start	
7	3P	3	Secondary	Show	Start	
8	3AP	3.95	Secondary	Show	Start	

Z Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc.
1		0	Primary	Show	End	
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Display Grids as: Ordinates Spacing

Hide All Grid Lines

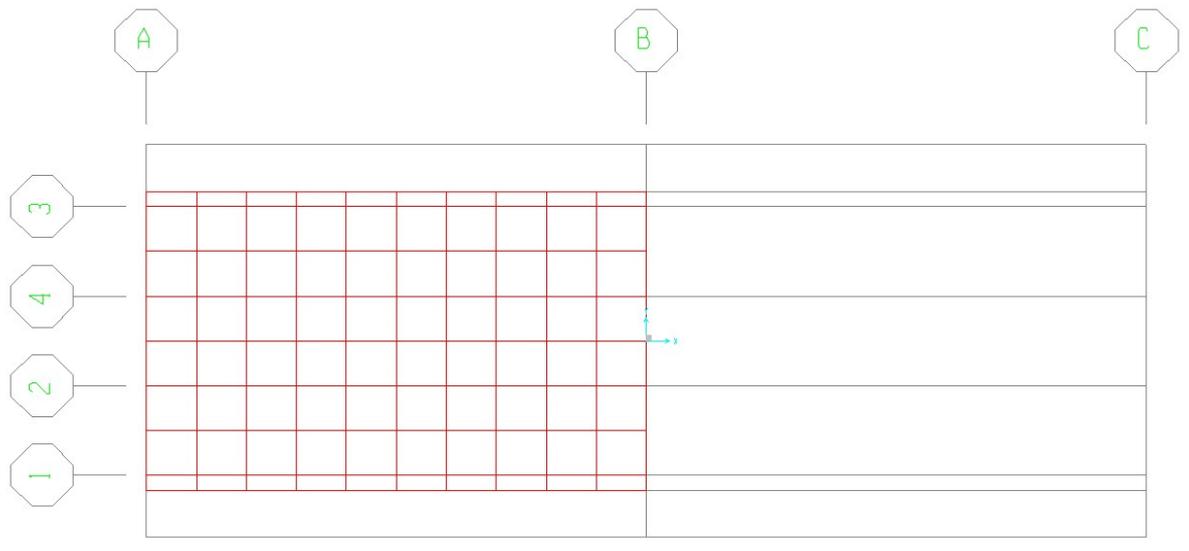
Glue to Grid Lines

Bubble Size: 1.25

Reset to Default Color

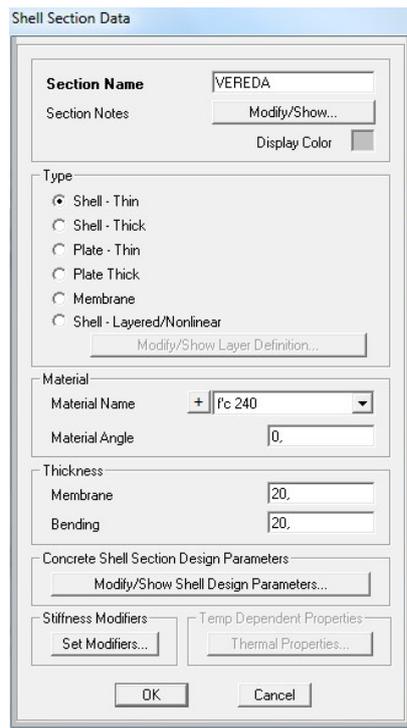
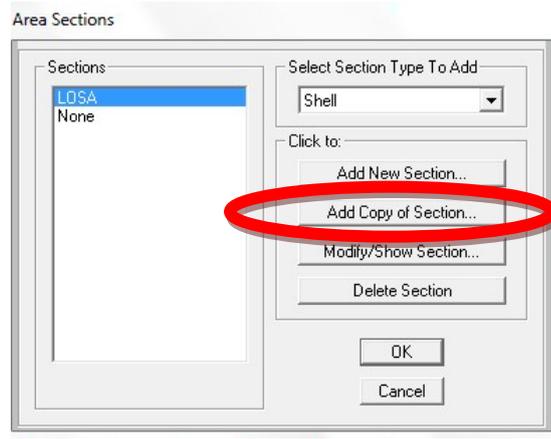
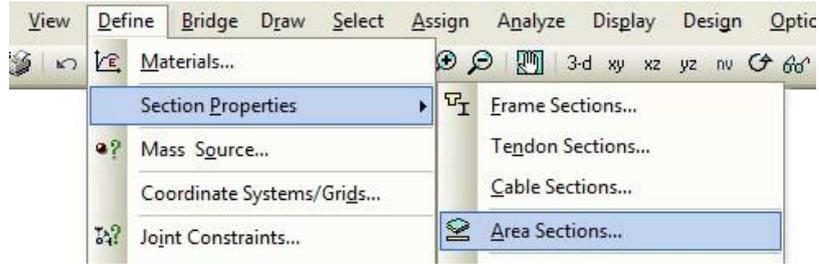
Reorder Ordinates

OK Cancel

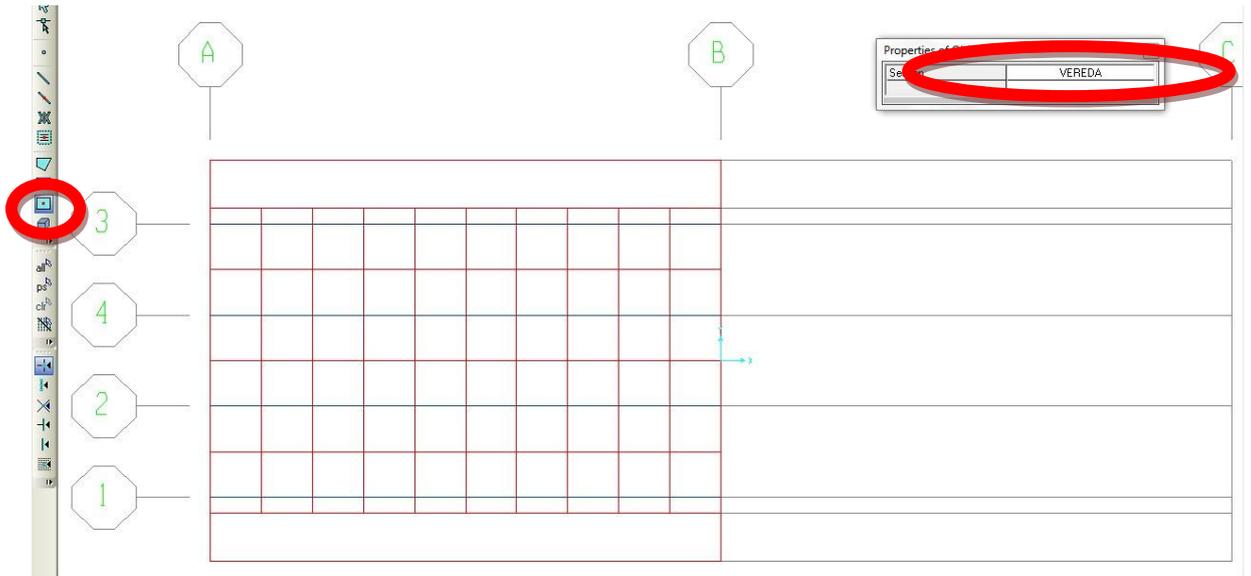


PROCEDIMIENTO PARA AÑADIR UNA NUEVA SECCIÓN

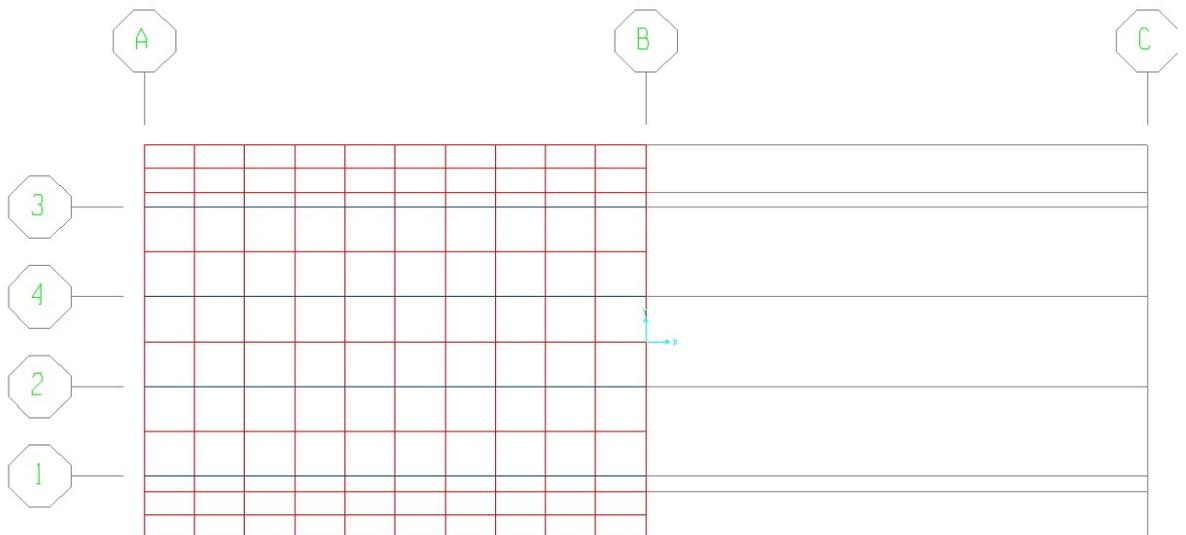
Añadir una nueva sección VEREDA, porque esta nueva sección no será la misma que la LOSA ya que la vereda no tendrá la misma carga.



Dibujar la VEREDA en donde se aumentó los ejes secundarios.

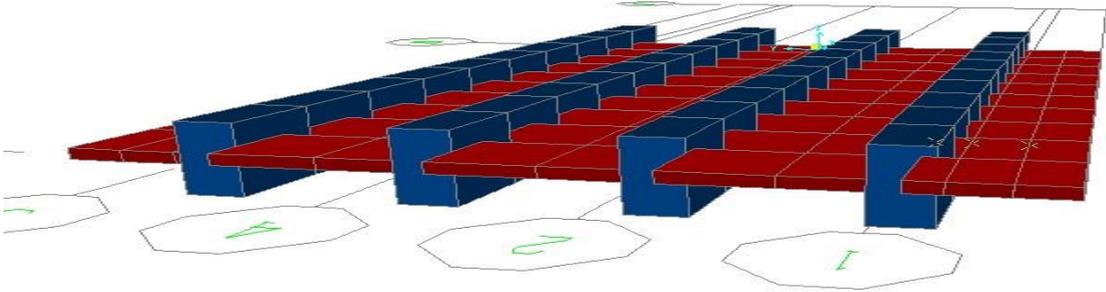


Y discretizar al igual que todas las secciones.

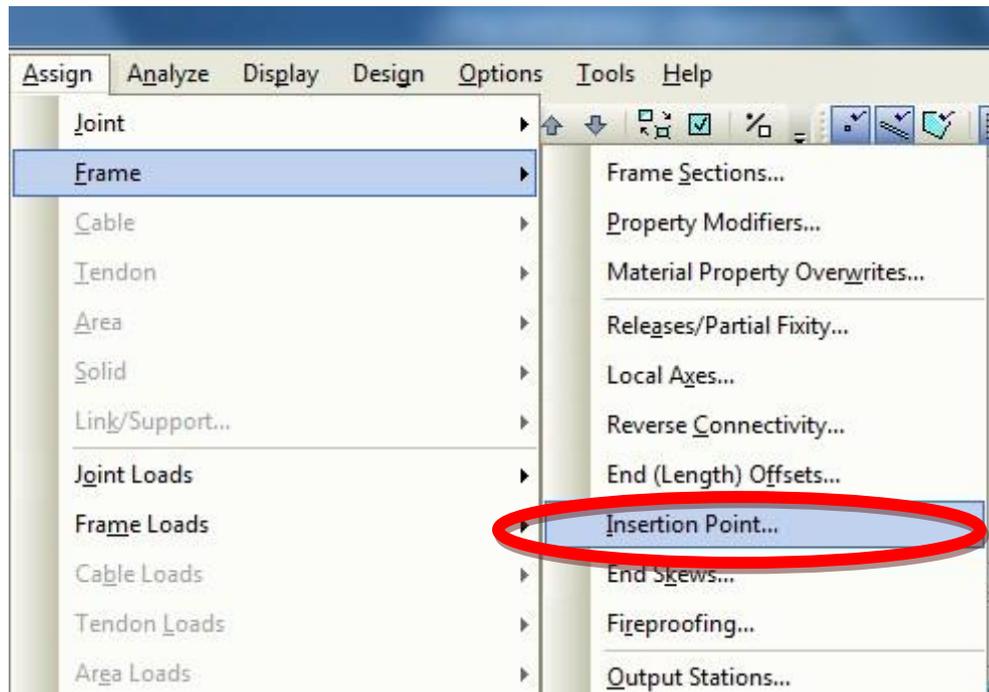


PROCEDIMIENTO PARA COLOCAR LAS VIGAS EN EL LUGAR CORRECTO

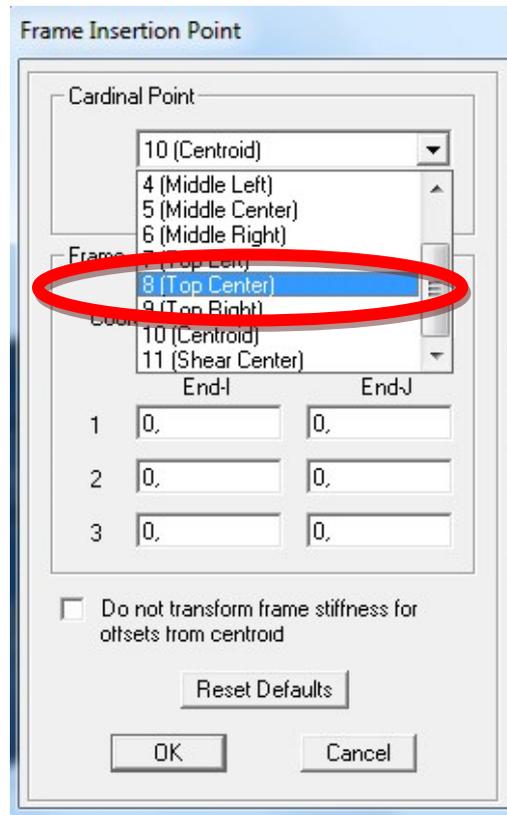
Como se observa en el gráfico en 3D y hecho un EXTRUDE VIEW; en el gráfico las vigas se encuentra en la mitad de la losa, entonces proceder a colocar en el lugar correcto la viga.



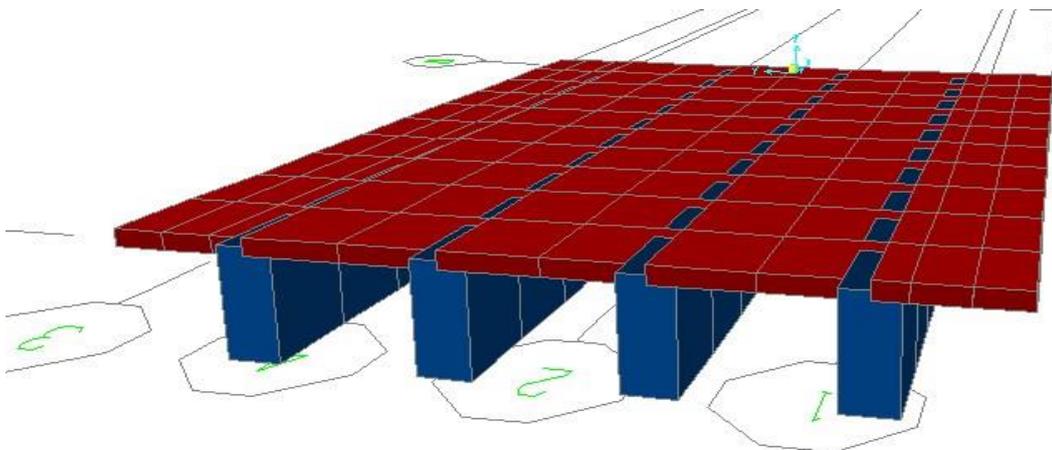
Seleccionar solamente las vigas y en ASSIGN.



Se desplegará la ventana siguiente donde se escogerá TOP CENTER que significa arriba y en el centro. Y donde deben estar ubicadas las vigas.



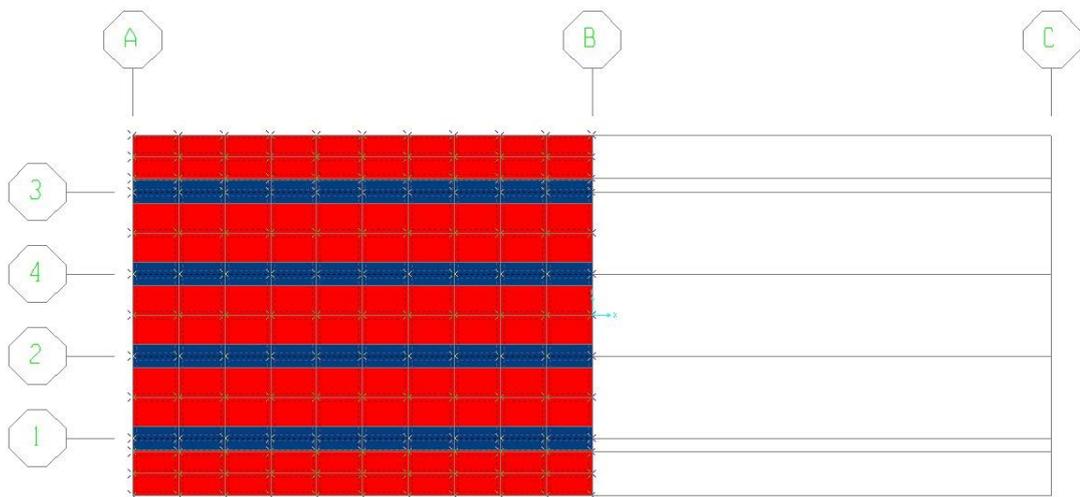
Y vista en 3D y observar la losa como se muestra.



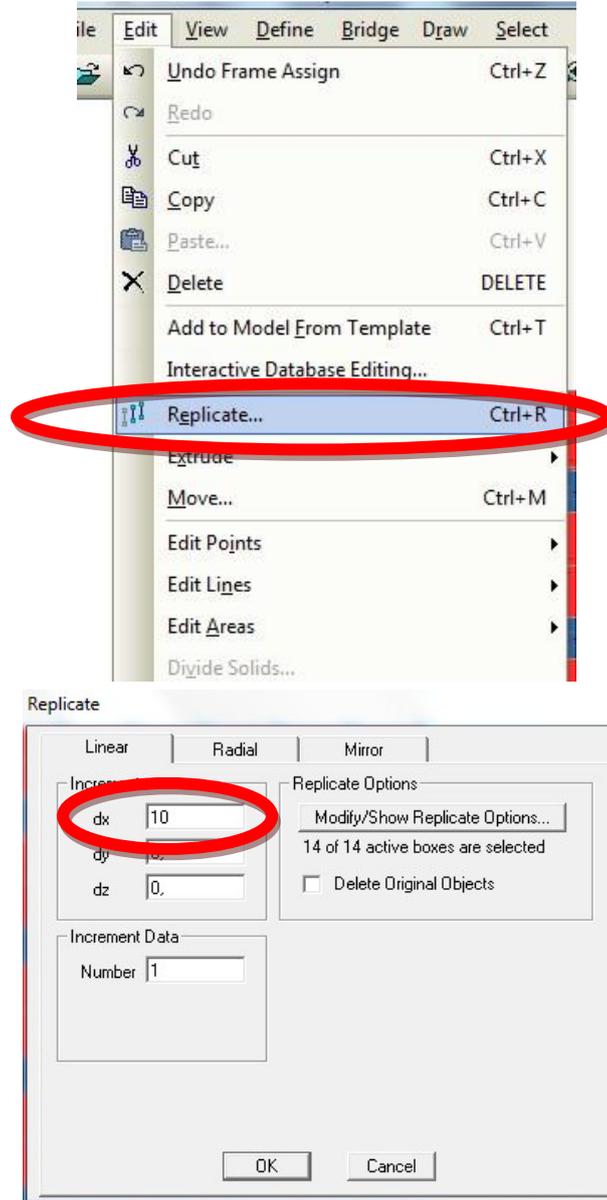
PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN (REPLICATE)

Como se visualiza en la figura solo esta dibujado la mitad del puente se procede a replicar de la siguiente manera.

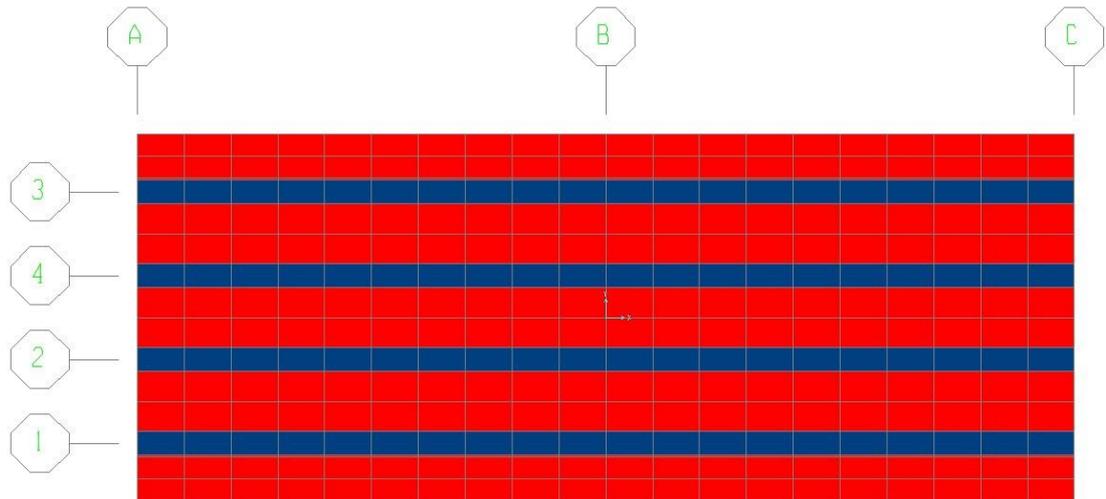
- Seleccionar la losa y las vigas en XY



- En la pestaña EDIT

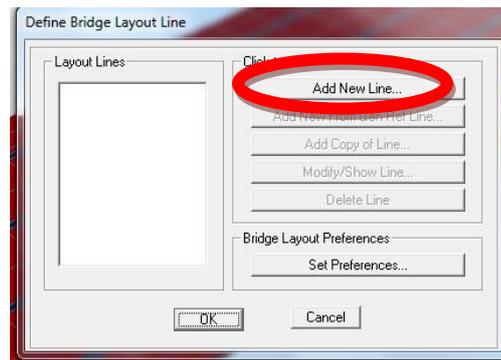
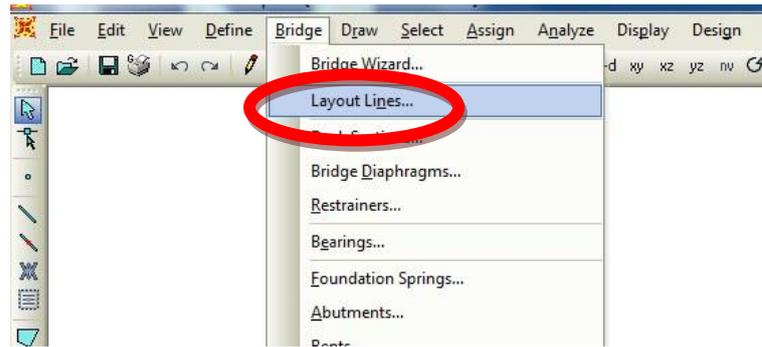


La figura con la losa total.



PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LA LÍNEA DEL PUENTE (LAYOUT LINES).

LAYOUT LINES.- las líneas de Layout son líneas de referencia usadas para definir la longitud de los tramos del puente, como también su alineación vertical y horizontal.

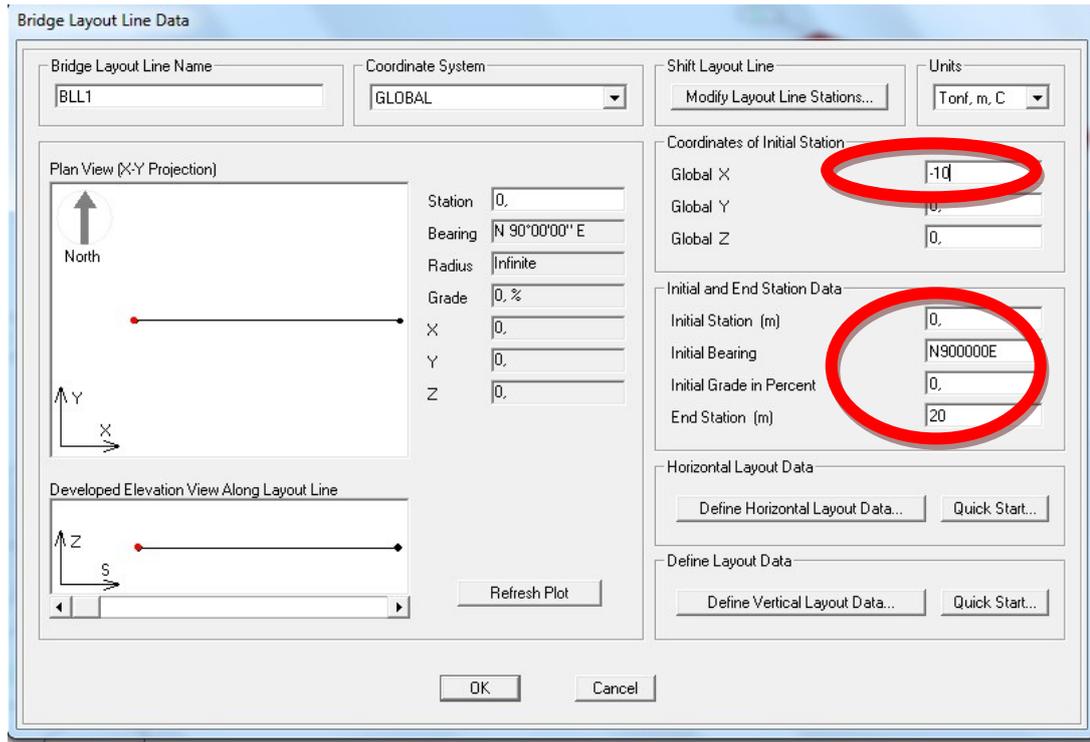


De acuerdo a la malla de ejes se empezó en -10 entonces la coordenada del inicio del puente será en $X = -10$ (GLOBAL X) y en (INITIAL AND END STATION DATA) es decir el inicio y final de la línea empezaremos en 0 (INITIAL STATION) y terminaremos en 20 (END STATION)

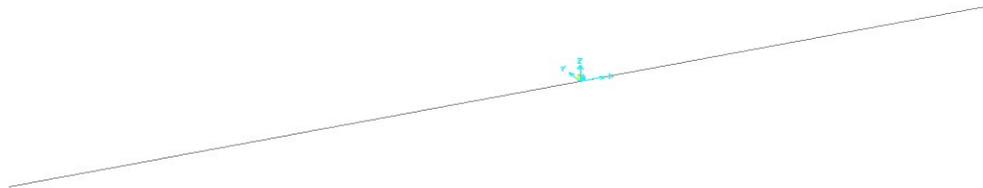
Coordinates of initial station: estas coordenadas definen donde inicia la estación inicial del "Layout".

Initial Station: modifica la estación inicial las demás se quedan igual.

EndStation: modifica la estación final sin alterar las demás estaciones.

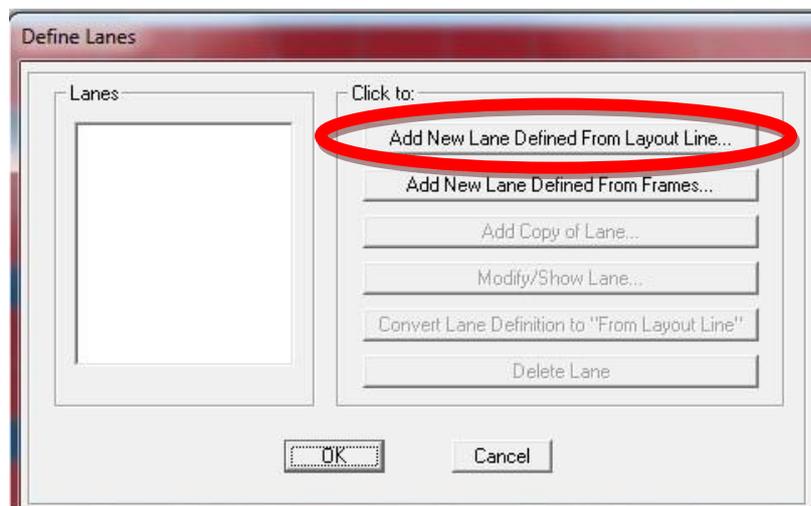
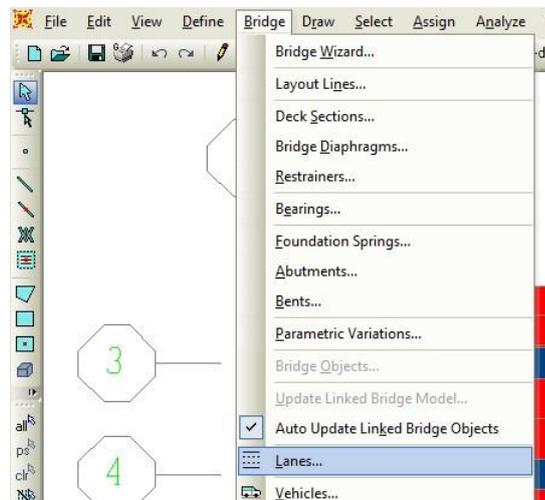


Línea del puente (LAYOUT LINES).



PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LOS CARRILES (LANE).

Los carriles se definen para el análisis del modelo bajo la carga viva. La carga viva vehicular pasa directamente sobre el Lane/Carril definido y se puede definir uno o más carriles.



Para definir el eje longitudinal del LANE, el primer carril saldrá desde los 0 metros hasta los 20 metros y el tren de cargas será de 1.80 metros de ancho y su eje será desplazado lateralmente desde el eje longitudinal a 1.35 metros como se muestra la Figura 7.18.

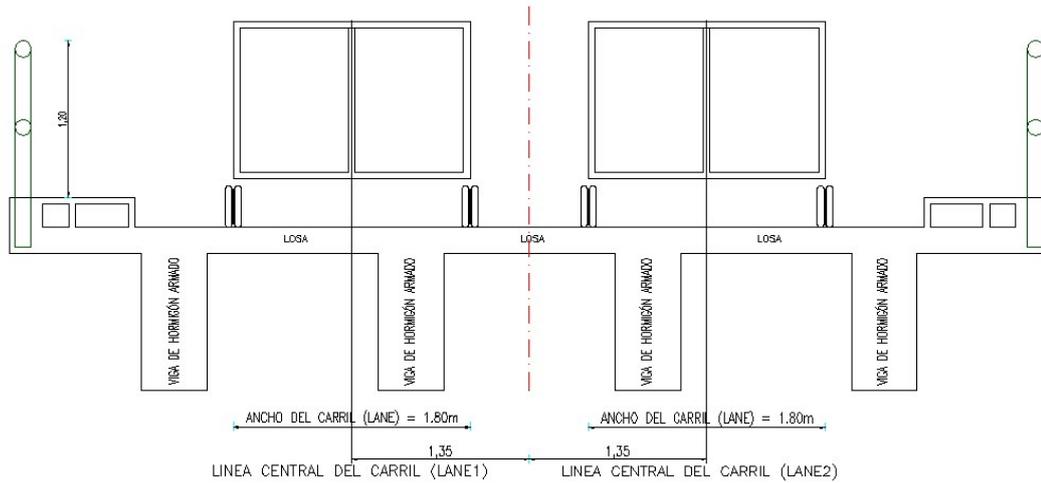


Figura 7.18

Bridge Lane Data

Lane Name: LANE1 Coordinate System: GLOBAL Units: Tonf, m, C

Maximum Lane Load Discretization Lengths:
 Along Lane: 3,048
 Across Lane: 3,048

Additional Lane Load Discretization Parameters Along Lane:
 Discretization Length Not Greater Than 1/ 4, of Span Length
 Discretization Length Not Greater Than 1/ 10, of Lane Length

Bridge Layout Line	Station m	Centerline Offset m	Lane Width m
BLL1	0,	1,35	1,8
BLL1	0,	1,35	1,8
BLL1	20,	1,35	1,8

Plan View (X-Y Projection)

Layout Line: _____
 Station: _____
 Bearing: _____
 Radius: _____
 Grade: _____
 X: _____
 Y: _____
 Z: _____

Snap To Layout Line
 Snap To Lane

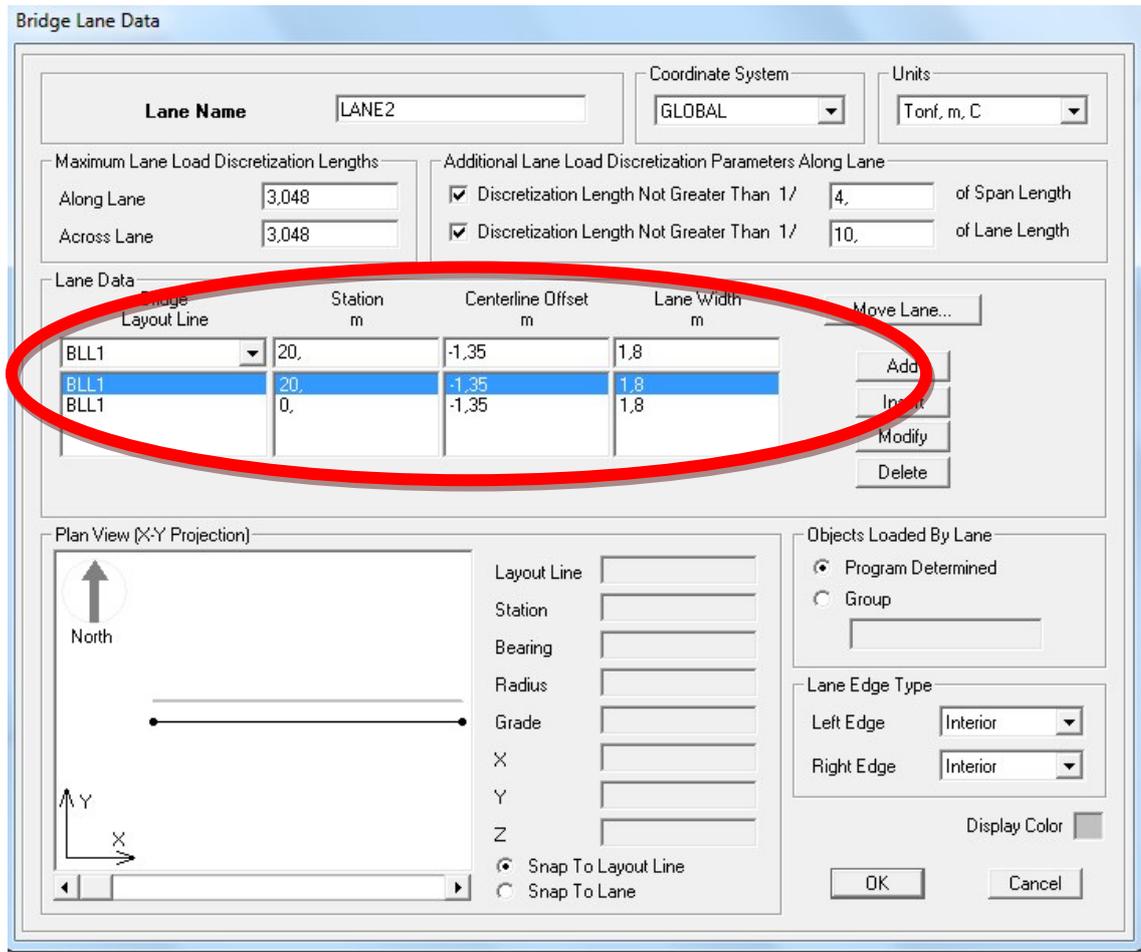
Objects Loaded By Lane:
 Program Determined
 Group

Lane Edge Type:
 Left Edge: Interior
 Right Edge: Interior

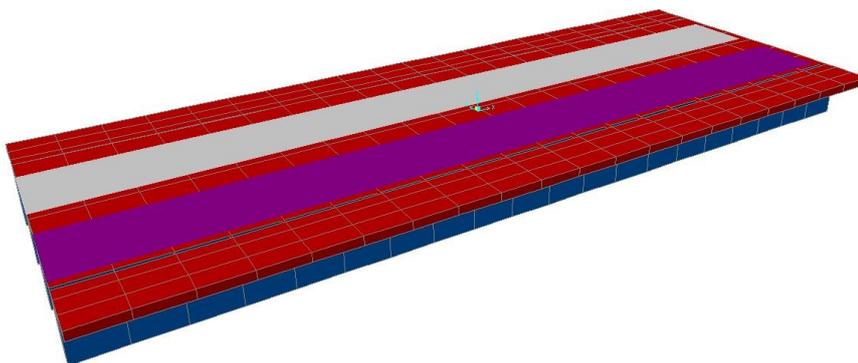
Display Color:

OK Cancel

El segundo carril saldrá desde los 20 metros y llegará a los 0 metros ya que viene en el otro sentido, y el tren de cargas será de 1.80 metros de ancho y su eje será desplazado lateralmente desde el eje longitudinal a -1.35 metros.



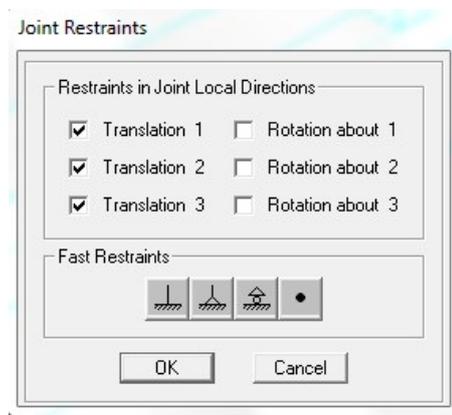
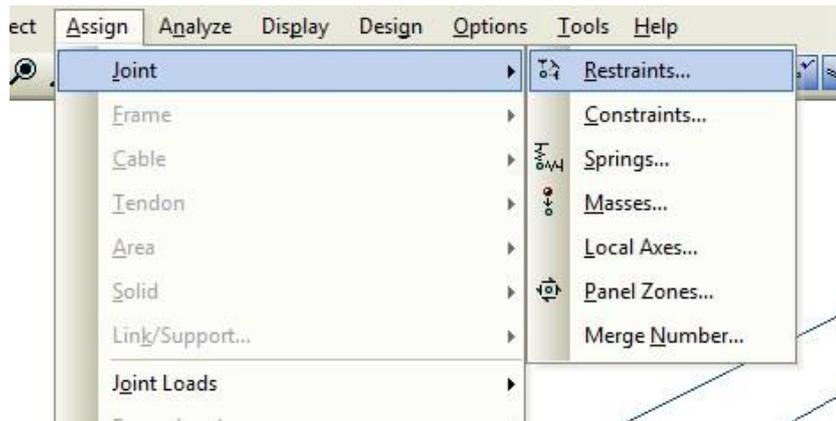
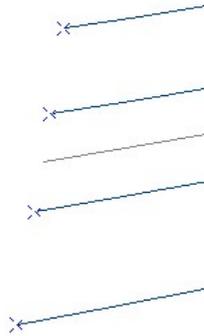
Ok en las ventanas de conversación y observar los carriles.



PROCEDIMIENTO PARA ASIGNAR LOS APOYOS DE LAS VIGAS

El un lado de las vigas serán fijos es decir que no tenga traslaciones X, Y, Z. con el objetivo de dar una idealización de un sistema isostático que brinda un mejor comportamiento en caso de un sismo.

Seleccionar el un extremo de las vigas.

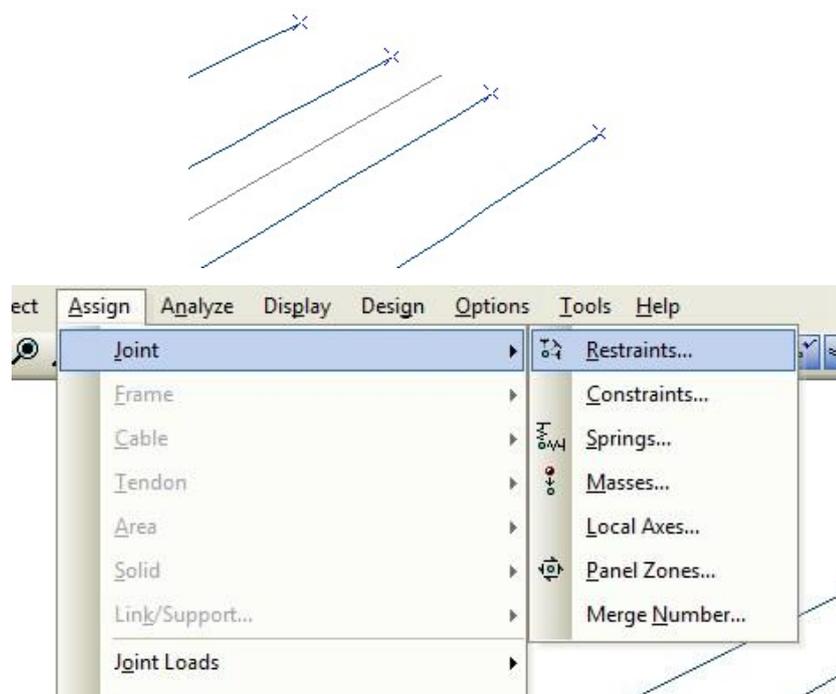


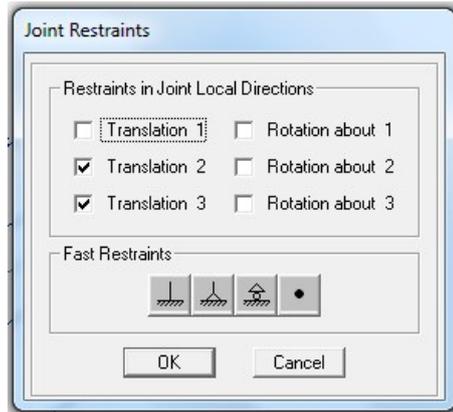
Apoyos fijos.



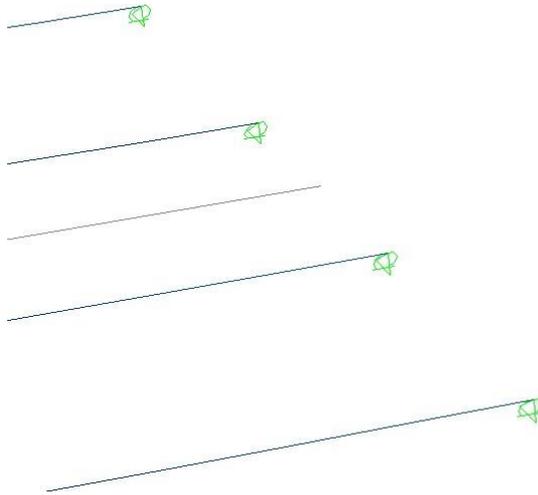
Los apoyos del otro extremo de las vigas serán móviles es decir que tenga traslaciones X.

Seleccionar el otro extremo de las vigas.

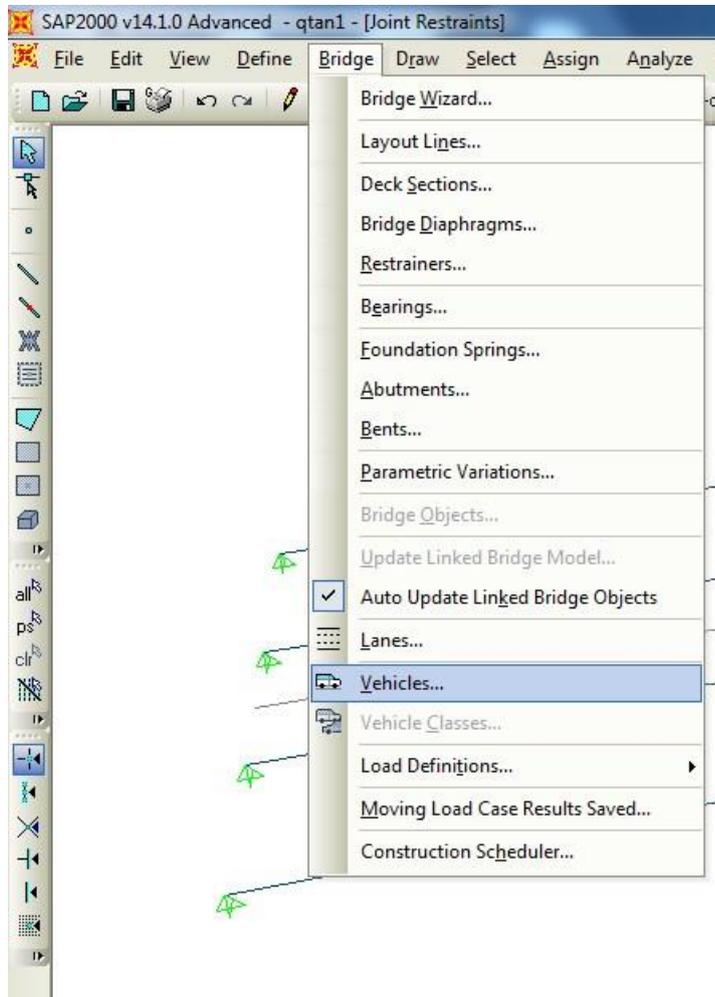


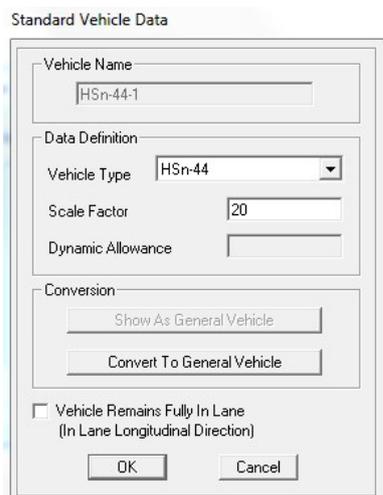
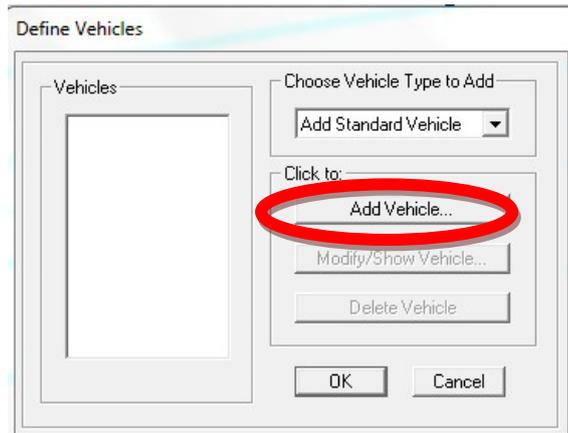


Se observa los apoyos móviles.



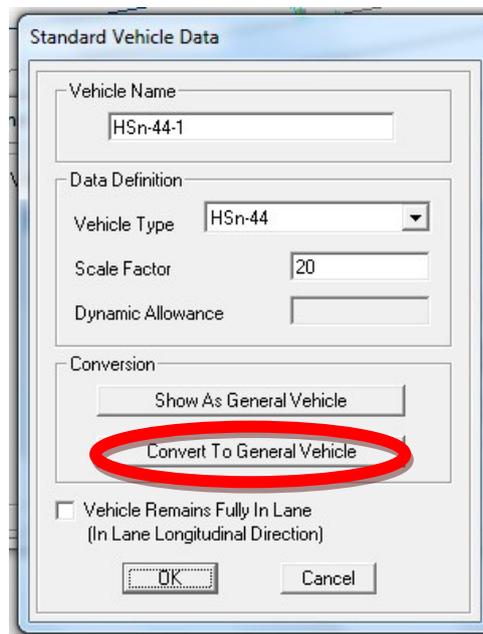
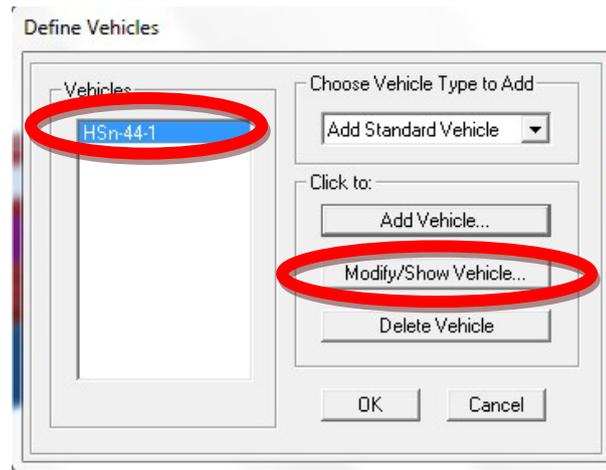
PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LOS CAMIONES HS 20-44.





Scale Factor: representa el peso nominal del vehículo para los tipos H y Hs. Y debe ser ingresado en toneladas será igual a 20Tn.

Una vez añadido el vehículo se modificara el mismo, debido a que se debe cambiar a los datos del camión HS 20-44.



En la ventana siguiente cambiar el nombre, las cargas axiales y las distancias de cada uno de los ejes del camión.

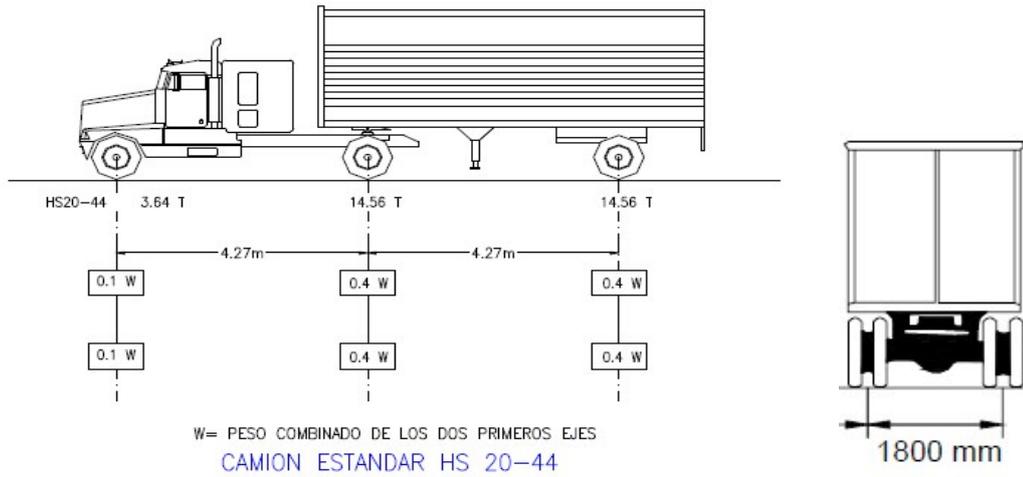


Figura 7.4: Camión HS 20-44

Donde:

Minimun distance/distancia mínima.

Axle Load/carga axial.

Axle width/ancho de la carga.

General Vehicle Data

Vehicle name: **HS 20-44** Units: Tonf, m, C

Floating Axle Loads

For Lane Moments: Value: 0, Width Type: One Point, Axle Width: []

For Other Responses: Value: 0, Width Type: One Point, Axle Width: []

Double the Lane Moment Load when Calculating Negative Span Moments

Usage

Lane Negative Moments at Supports

Interior Vertical Support Forces

All other Responses

Min Dist Allowed From Axle Load

Lane Exterior Edge: 0,3048

Lane Interior Edge: 0,6096

Length Effects

Axle: None [Modify/Show...]

Uniform: None [Modify/Show...]

Loads

Load Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Uniform Width Type	Uniform Width	Axle Load	Axle Width Type	Axle Width
Variable Length	4,27	1,144	0,	Fixed Width	3,048	14,56	Two Points	1,80
Leading Load	Infinite		0,	Fixed Width	3,048	3,64	Two Points	1,80
Fixed Length	4,27		0,	Fixed Width	3,048	14,56	Two Points	1,80
Variable Length	4,27	1,144	0,	Fixed Width	3,048	14,56	Two Points	1,80

Add Insert **Modify** Delete

Vehicle Applies To Straddle (Adjacent) Lanes Only Straddle Reduction Factor: []

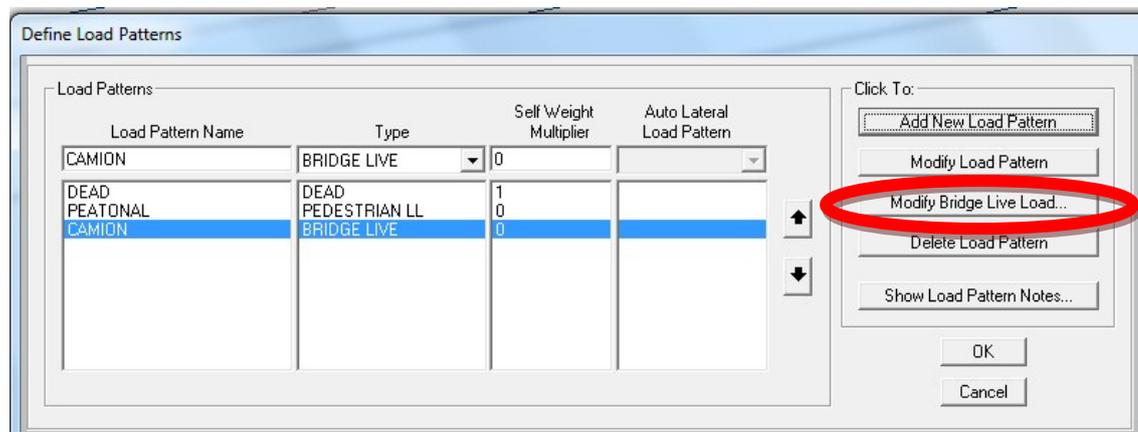
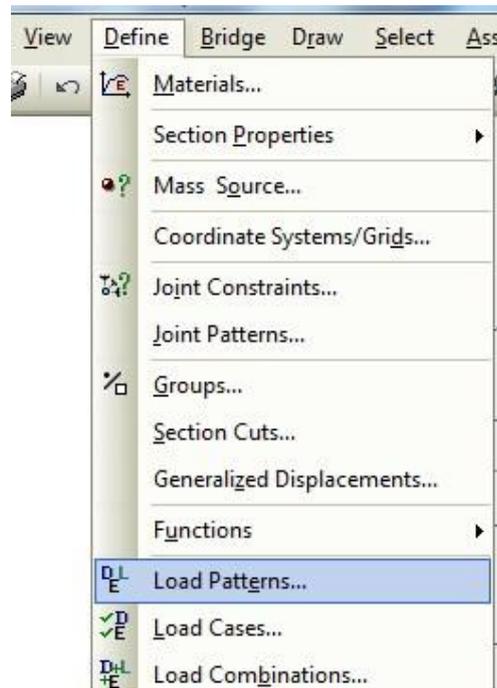
Vehicle Remains Fully In Lane (In Lane Longitudinal Direction)

OK Cancel

PROCEDIMIENTO PARA INGRESAR LOS PATRONES DE CARGA:

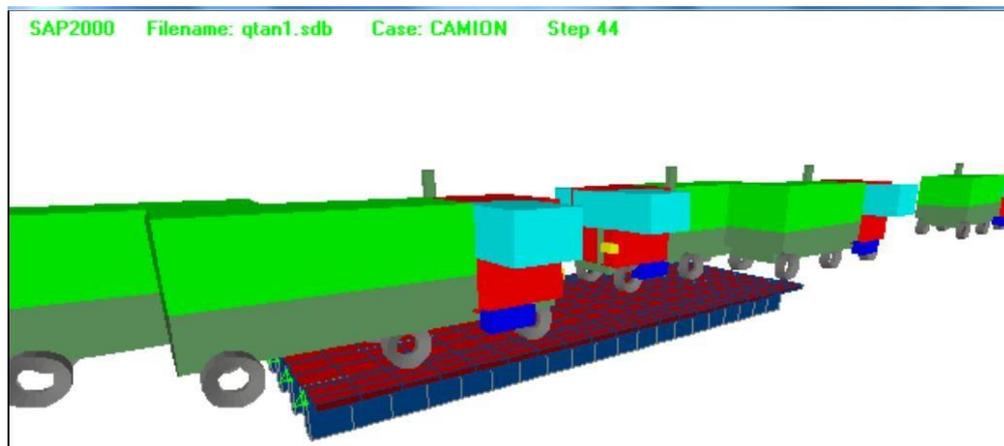
- Carga muerta (DEAD), la cual será el peso propio del puente.
- Carga vehicular (CAMIÓN), que pasará por los carriles (LANE) y también será parte de la carga viva.
- Carga peatonal (PEATONAL), que será parte de la carga viva del puente por el uso de peatones.

Las cuales cargarán el puente de una manera real.



PROCEDIMIENTO DEL TREN DE CARGAS

El puente puede entrar en resonancia, debido a la carga vehicular que soporta y lo más crítico es que al puente le sometan a un tren de cargas del tipo de camiones HS 20-44 que vayan en ambos sentidos a una velocidad máxima de 40 km/hora, es decir 11.11metros/segundo.



Se deberá definir las cargas vehiculares de camión en la opción. MODIFY BRIDGE LIVE LOAD, con el antecedente que para este tipo de puente la velocidad máxima del camión es 40 km/hora, es decir 11.11metros/segundo. Definimos el carril y el tiempo de inicio de cada camión hasta que el puente quede totalmente cargado. Cada camión entrará al puente en dirección opuesta en un intervalo de dos segundos por cada carril.

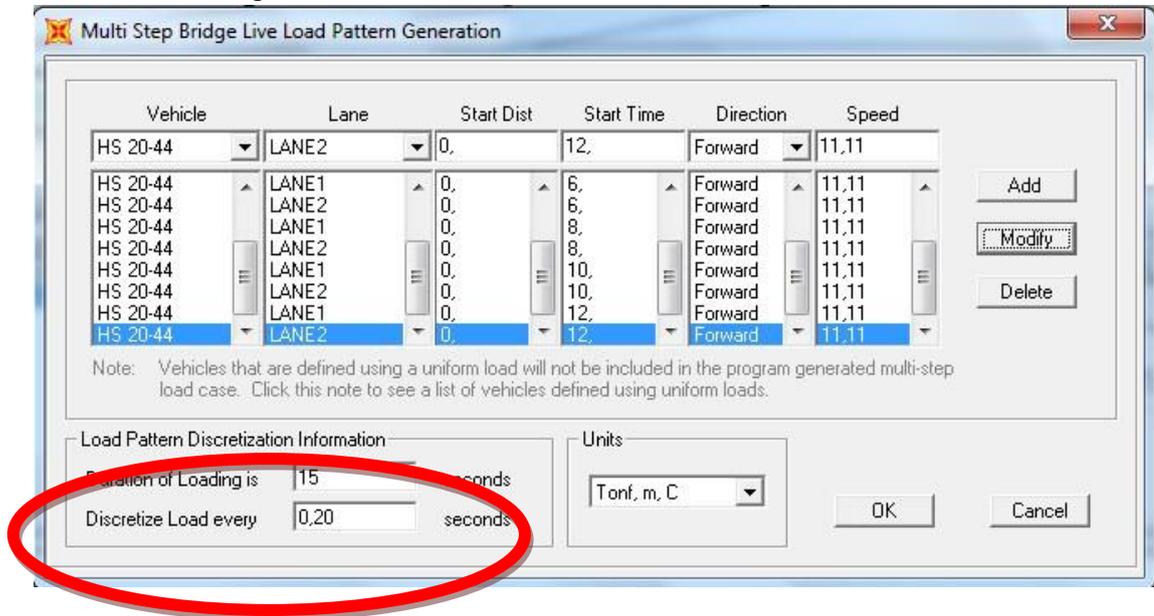
Vehicle/Vehículo: será el camión HS 20-44.

Lane/Carril: se intercala poniendo LANE1/CARRIL1 y después LANE2/CARRIL2

Start Dist/distancia de inicio: todos los camiones saldrán desde 0.

Start Time/hora de inicio: los camiones ingresaran cada 2 segundos.

Direction/Dirección: tendrán una dirección hacia adelante/forward. Speed/Velocidad: todos los camiones tendrán una velocidad de 11.11 metros/segundo.



La duración de la carga (DURATION OF LOADING) será de 15 segundos definida por la longitud que tiene el puente y tomando en cuenta la longitud y velocidad máxima de cada camión.

En este proceso obtiene 6 camiones por cada dirección, lo que produce que el puente entre en su máxima resonancia y por ende en su máxima capacidad de carga vehicular. La discretización de cada carga se define cada 0.20 segundos lo que nos permite tener un número representativo de steps/pasos de análisis de carga vehicular.

PROCEDIMIENTO PARA AÑADIR LA CARGA MUERTA DEL PUENTE

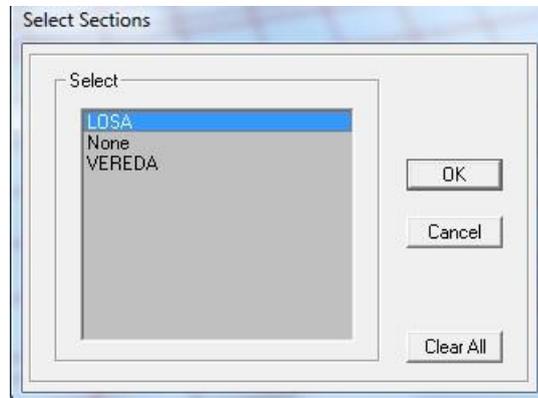
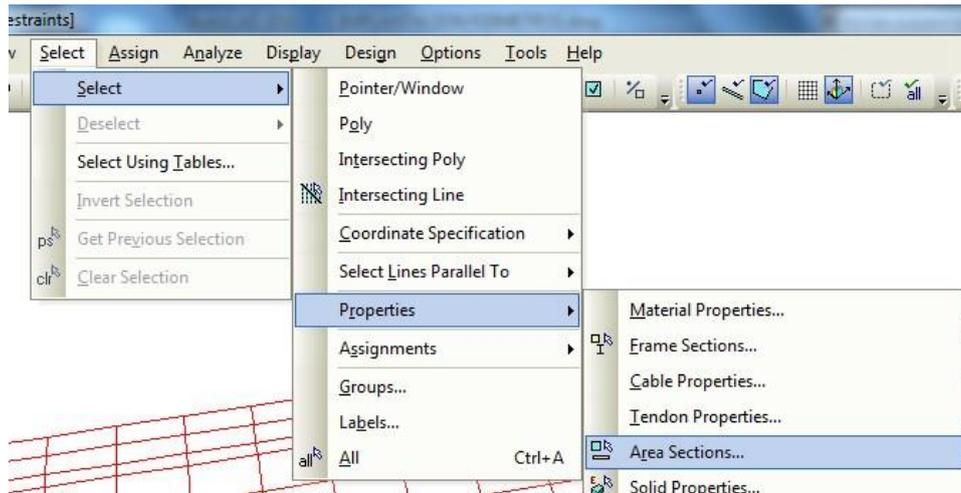
Primero a la losa:

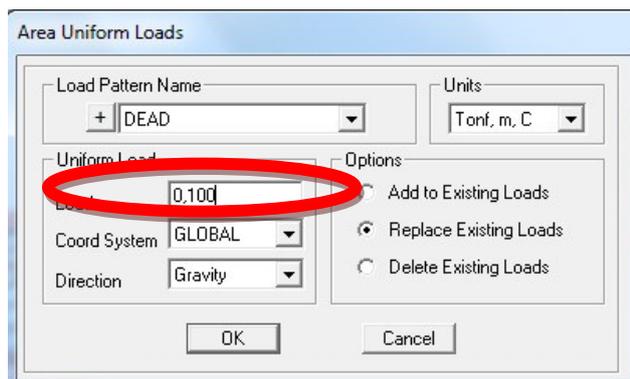
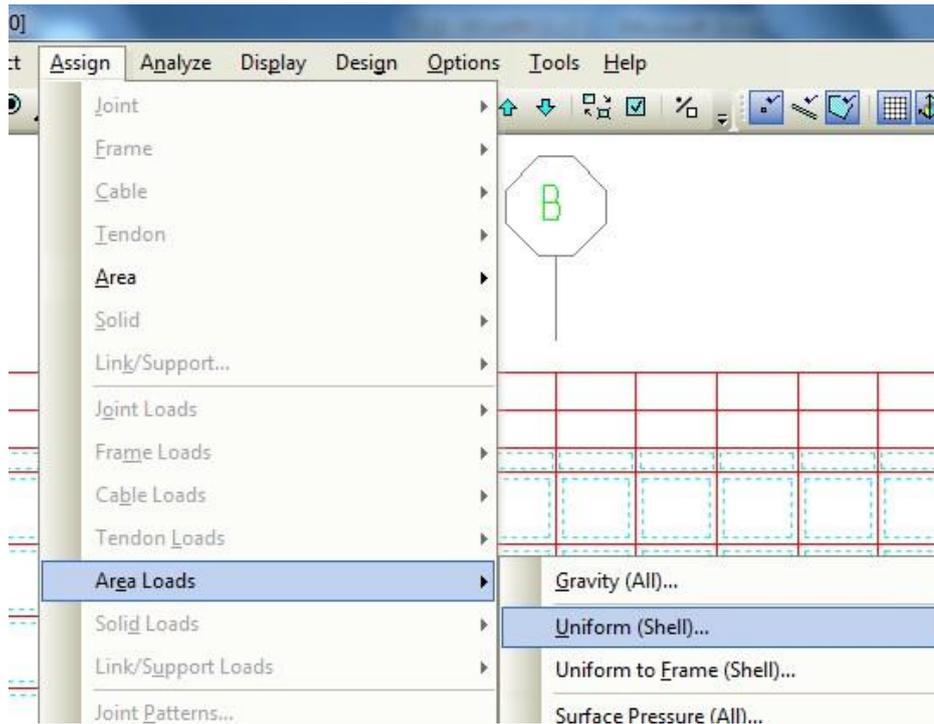
- Carga muerta LOSA (carga muerta de losa capa de rodadura)

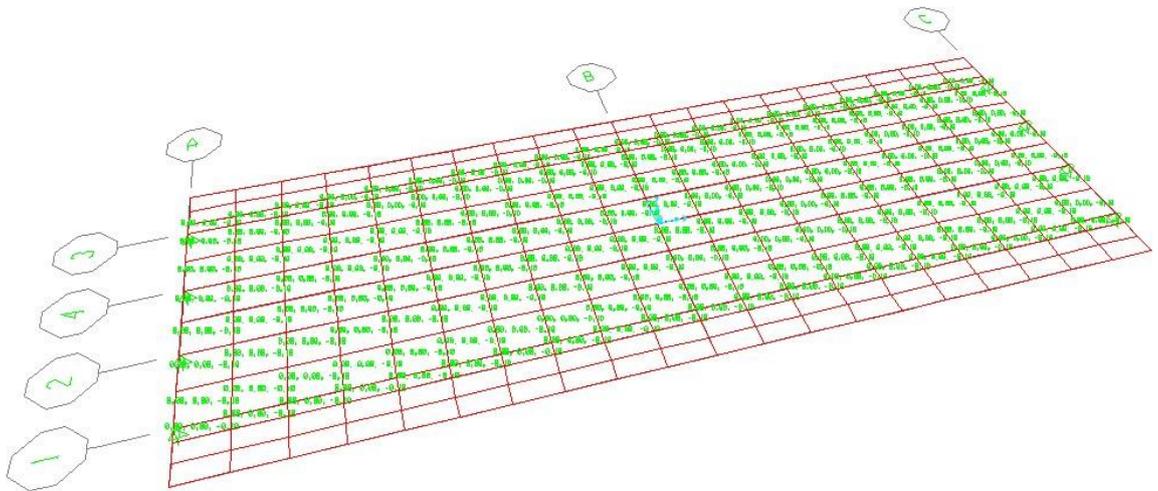
$$P_{\text{pcapa de rodadura}} = 1.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 0.05\text{m} \times 1.10\text{Tn/m}^3 = 0.055\text{ Tn}$$

Carga Muerta por capa de rodadura adoptada Total = 0.055 Tn

Nota: se pondrá el doble del peso de la capa de rodadura debido a que en nuestro país cuando se hace recapeos de vías no se suele retirar la capa anterior sino se suele poner encima en tal virtud tomaremos un peso total de 0.100 Tn/m.







Ahora la vereda:

- Carga muerta VEREDA

$$P_p \text{ postes y pasamanos} = 0.15 \text{ Tn}$$

$$P_p \text{ alivianamiento} = 6.5 \text{ unidades} \times 0.008 \text{ Tn/u} = 0.052 \text{ Tn}$$

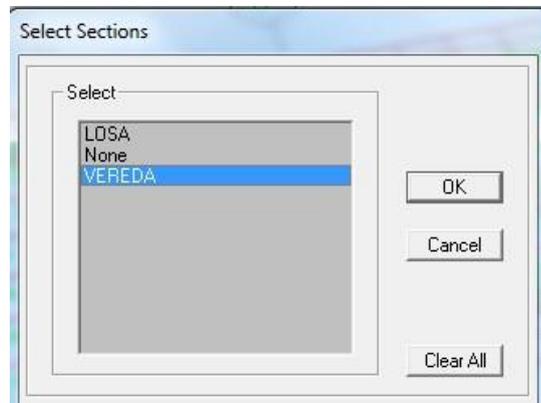
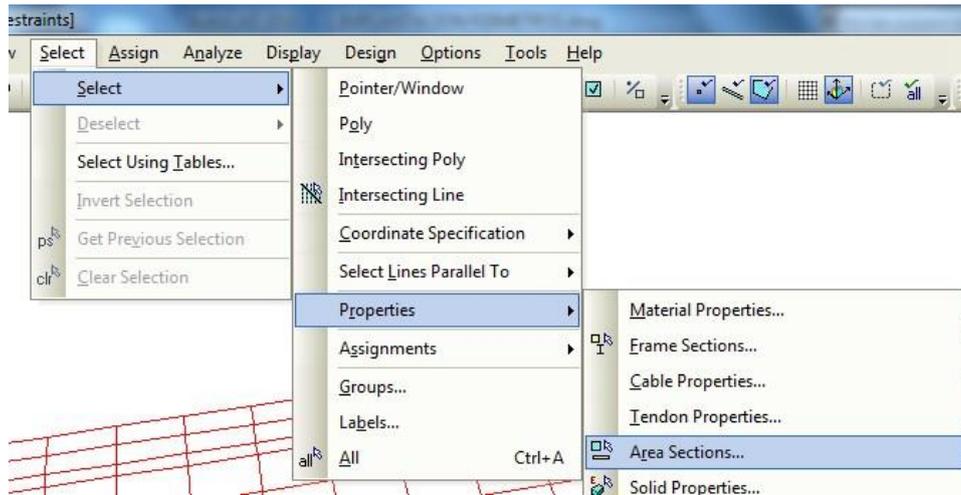
$$P_p \text{ Acera} = 1.0 \text{ m} \times 0.95 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} \times 2.4 \text{ Tn/m}^3 = 0.114 \text{ Tn}$$

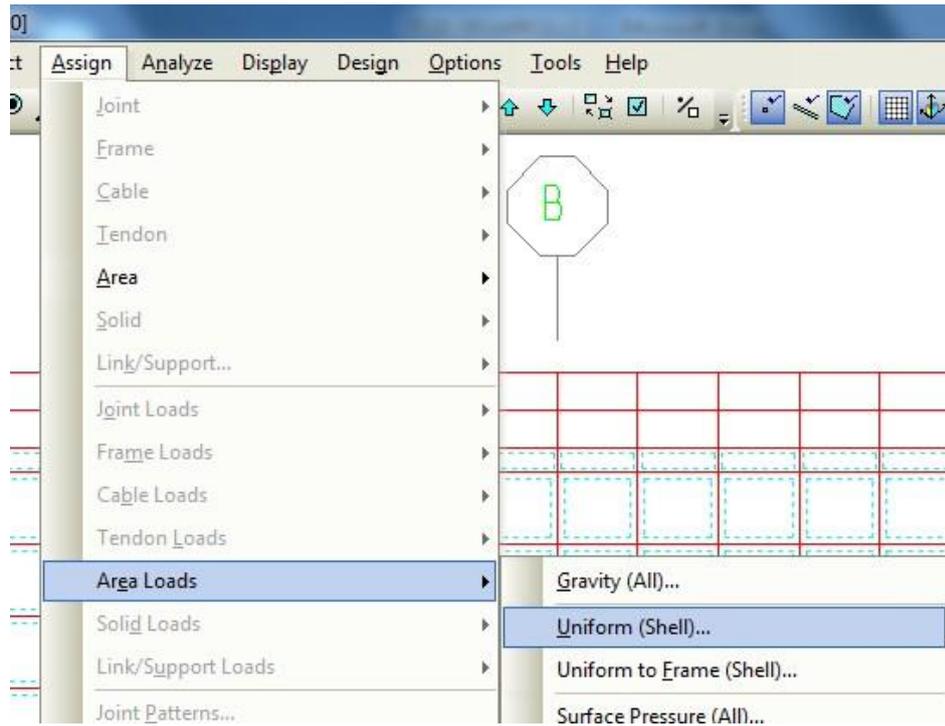
$$P_p \text{ bordillo} = 1.0 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} \times 0.20 \text{ m} \times 2.4 \text{ Tn/m}^3 = 0.024 \text{ Tn}$$

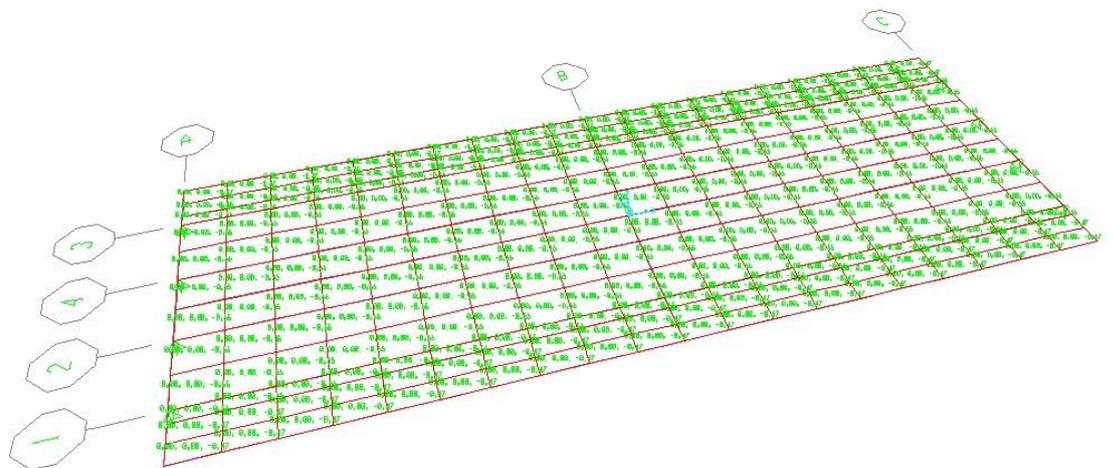
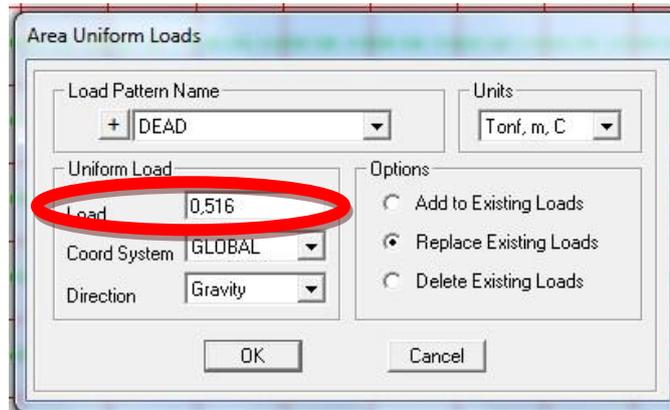
$$P_p \text{ bordillo ext.} = 1.0 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 0.20 \text{ m} \times 2.4 \text{ Tn/m}^3 = 0.150 \text{ Tn}$$

$$\text{Carga Muerta Total} = 0.490 \text{ Tn}$$

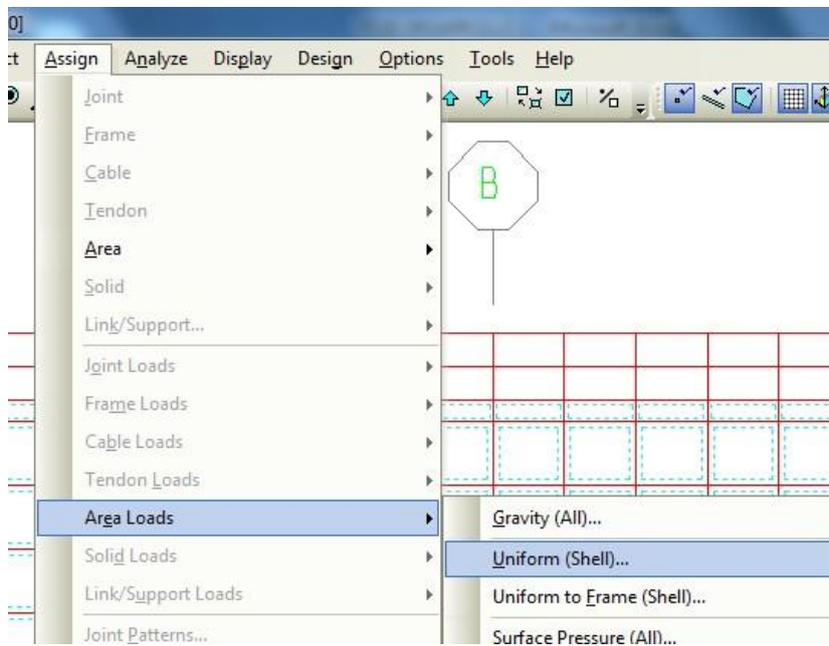
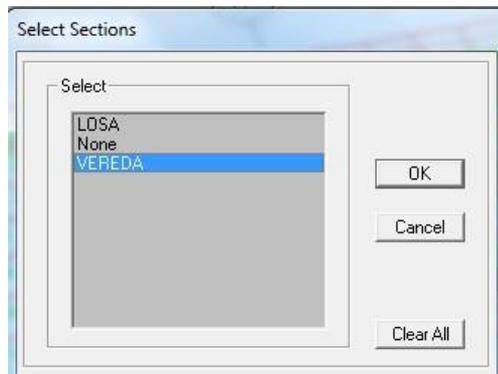
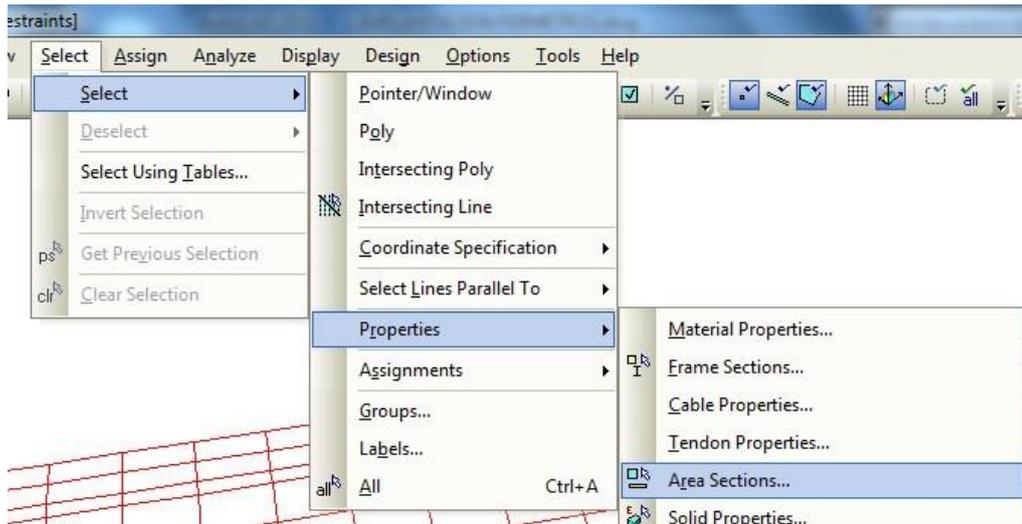
$$\text{Carga Muerta unidad de \u00e1rea} = 0.516 \text{ Tn/m}$$

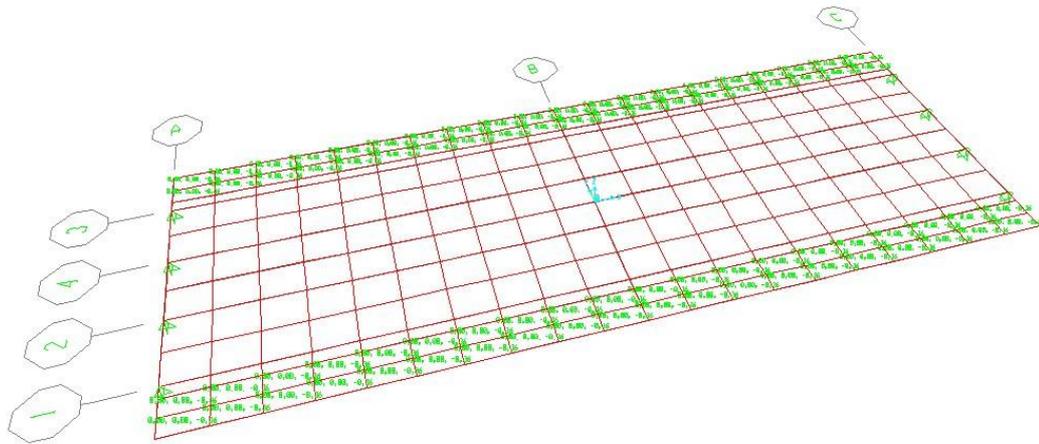
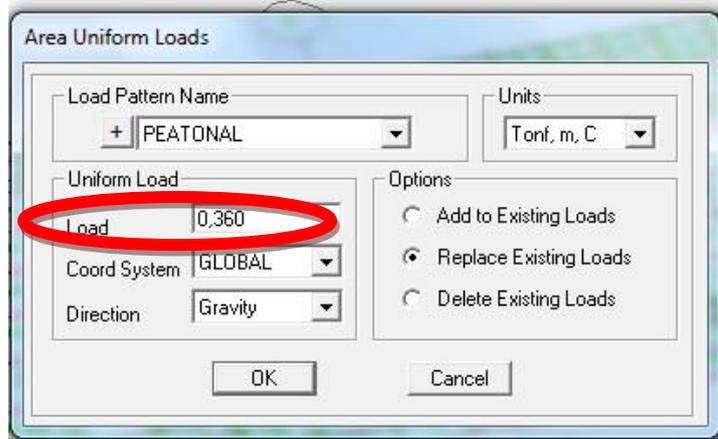






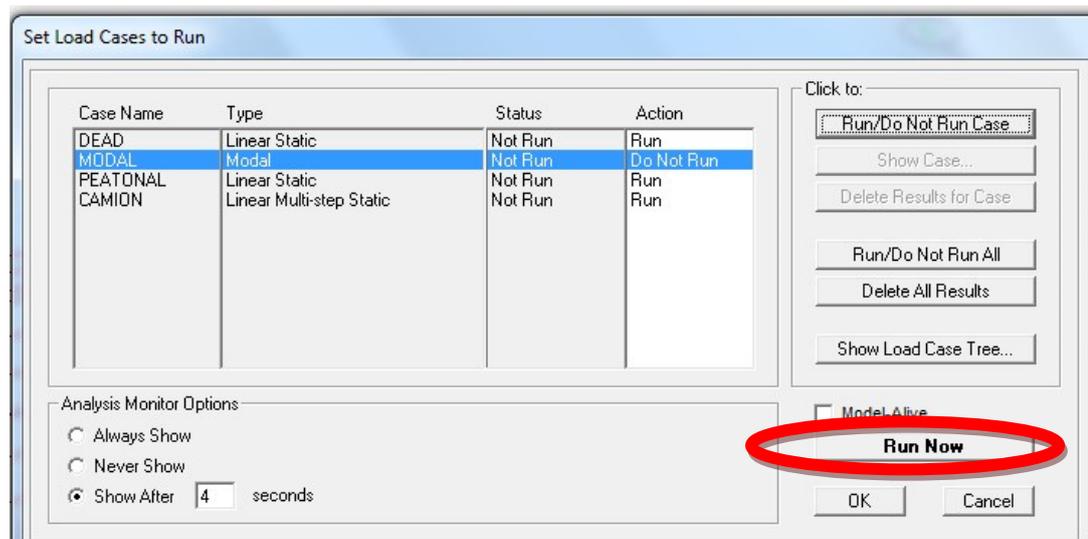
De la misma manera añadir la carga Peatonal, según el código AASHTO 2004 del artículo 3.6.1.6 Cargas Peatonales donde dice que se deberá aplicar una carga peatonal de $3,6 \times 10^{-3}$ MPa es decir, 0.360 Tn/m. en todas las aceras de más de 600 mm de ancho.





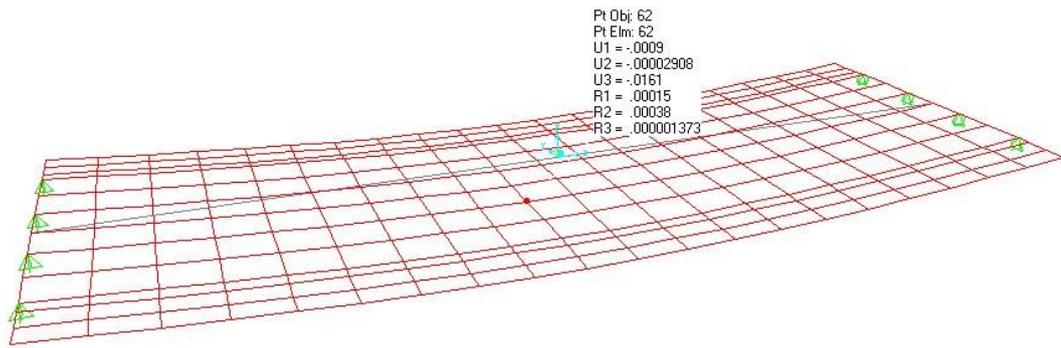
PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA SUPERESTRUCTURA

Una vez añadido todas las cargas vamos calcular la superestructura  sin olvidar que se debe guardar.

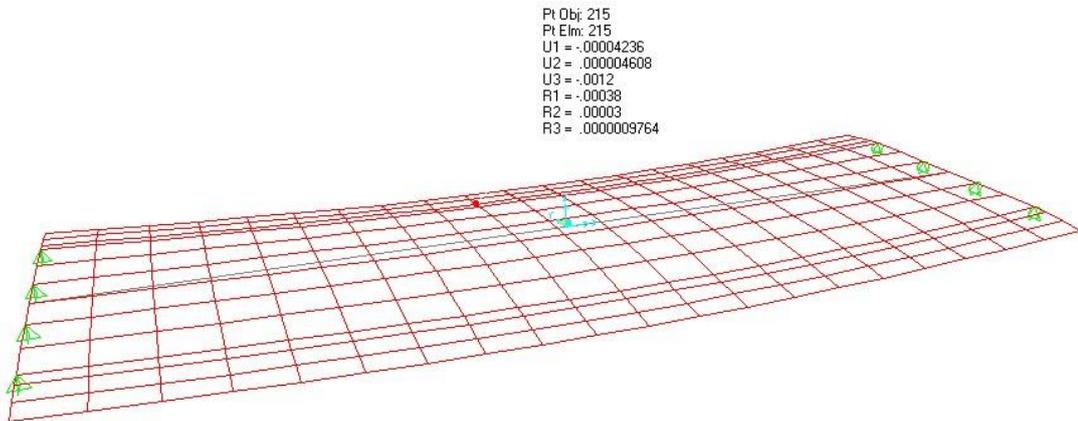


En este caso trabajaremos con el estático lineal debido a la importancia de puentes según el CEC. Como se está realizando un análisis estático lineal NO se hace correr el MODAL.

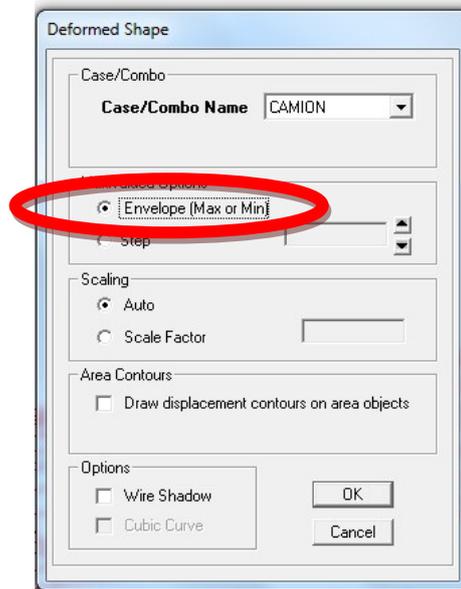
Se obtiene la deformación por CARGA MUERTA.



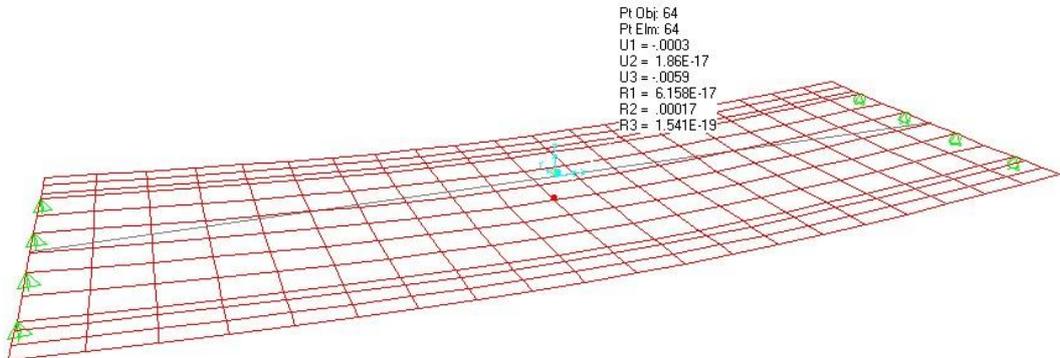
La deformación por CARGA PEATONAL.



La deformación por carga vehicular CAMION cuando por el puente



pase todo el tren d cargas.

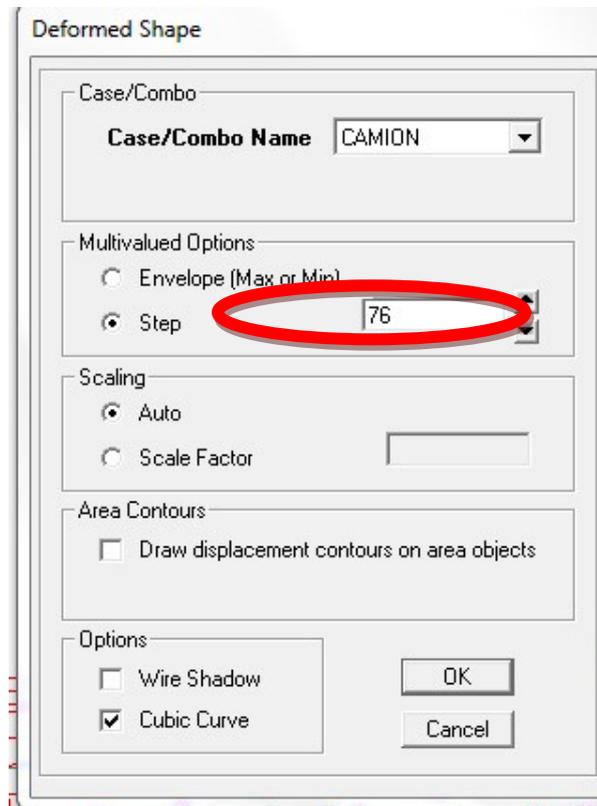


PROCEDIMIENTO PARA SABER SI LA MANERA QUE SE DEFINIÓ LAS CARGAS VEHICULARES EN EL PUENTE SON CORRECTAS

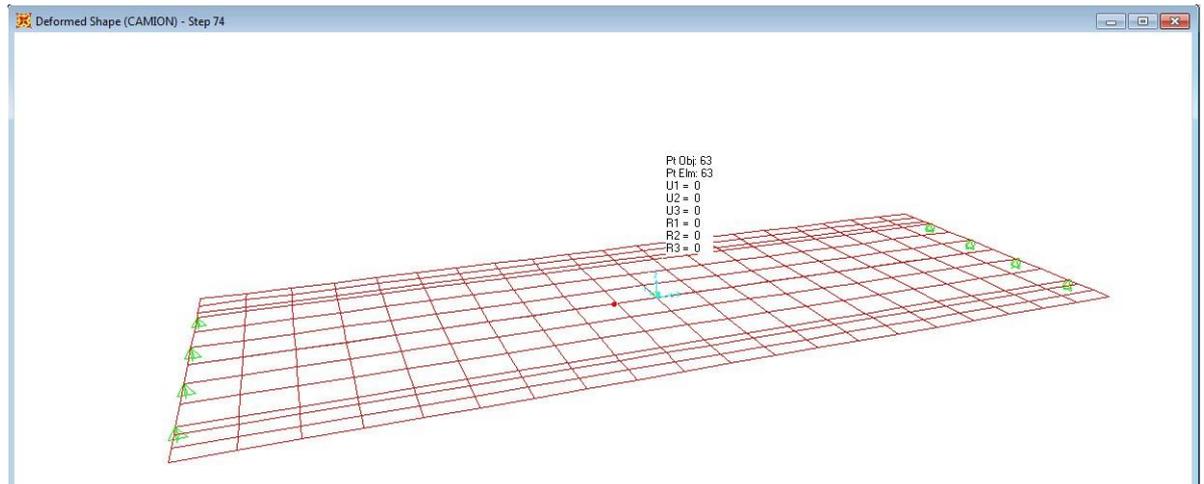
Para saber si la manera que se definió las cargas vehiculares en el

puente son correctas  (SHOW DEFORMED SHAPE):

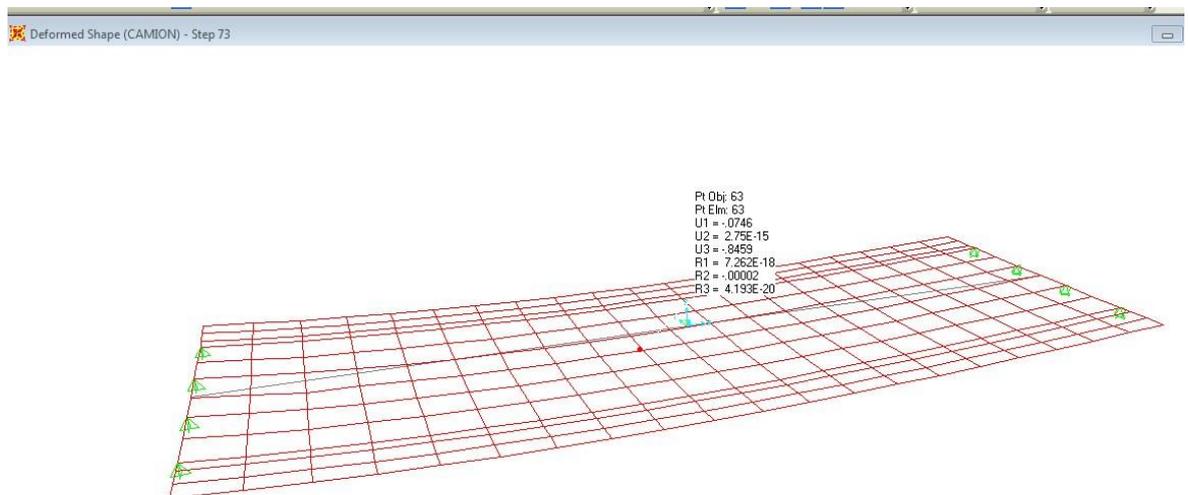
Mirar las deformaciones paso a paso, al ingresar un valor cualquiera en STEP y clic en OK este valor se cambia automáticamente ya que se vuelve a dar clic en el icono  (SHOW DEFORMED SHAPE) mostrara el valor de los pasos que se necesita para que se deforme la estructura en los 15 segundos que definió en la parte anterior en La duración de la carga (DURATION OF LOADING).



Se observa que la estructura no se deforma desde el step/paso 76 hasta el step/paso 74.

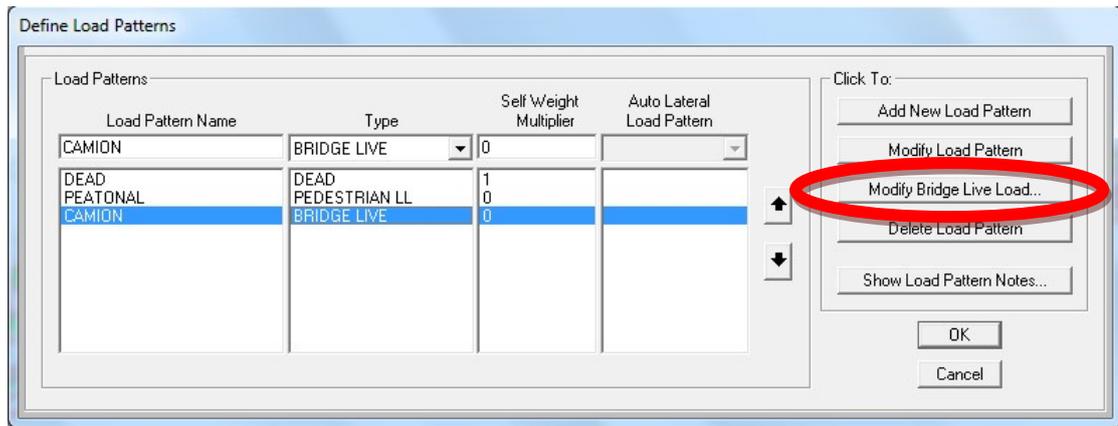
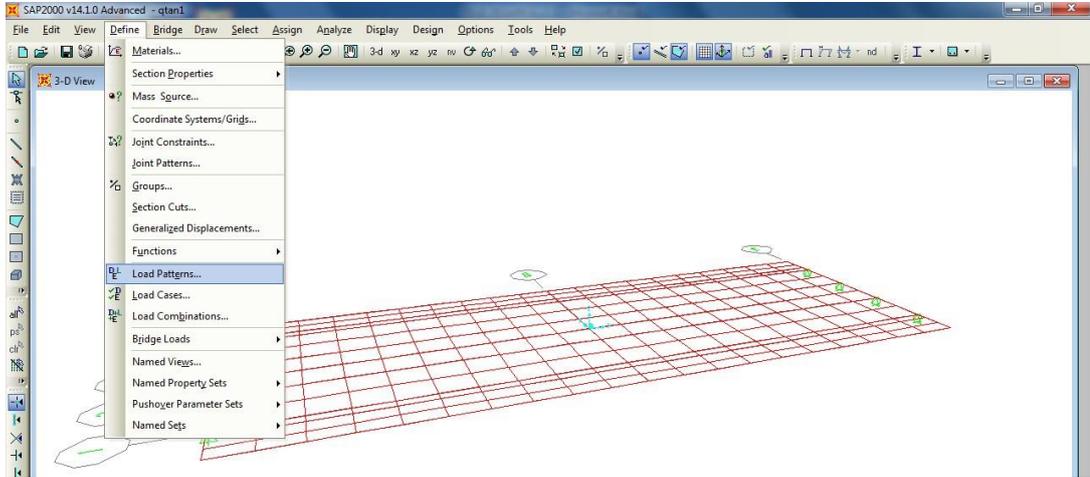


Y que en el step/paso 73 se deforma la estructura.

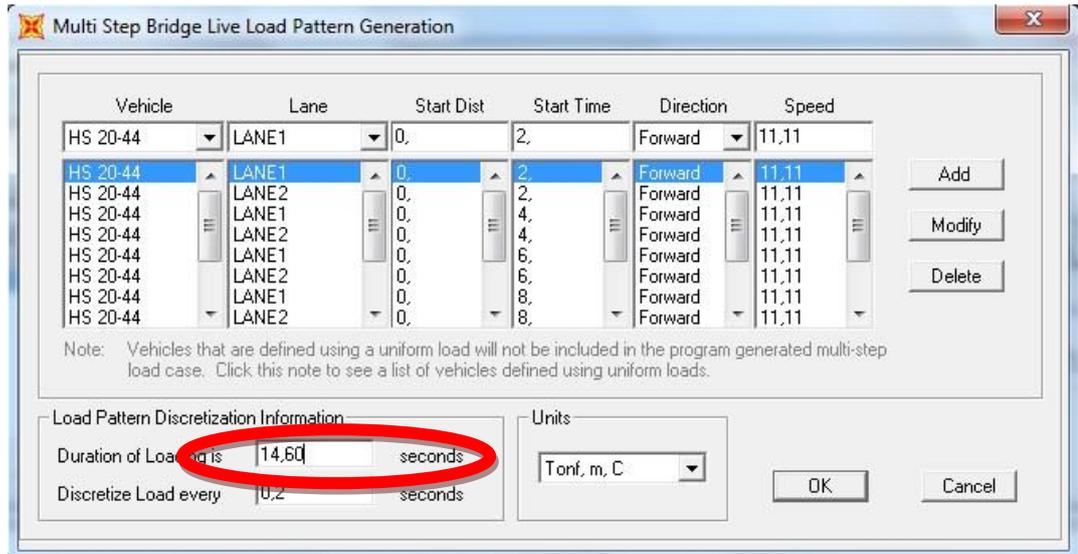


Lo que se necesita es que la estructura se deforme un step/paso antes del último, para que el puente no entre en resonancia y trabaje normalmente; entonces se resta dos steps/pasos desde el step/paso 76 los cuales no sufrieron ninguna deformación, se resta

0.2 segundos de cada uno, es decir 0.40 segundos de los 15 segundos de la duración de carga.

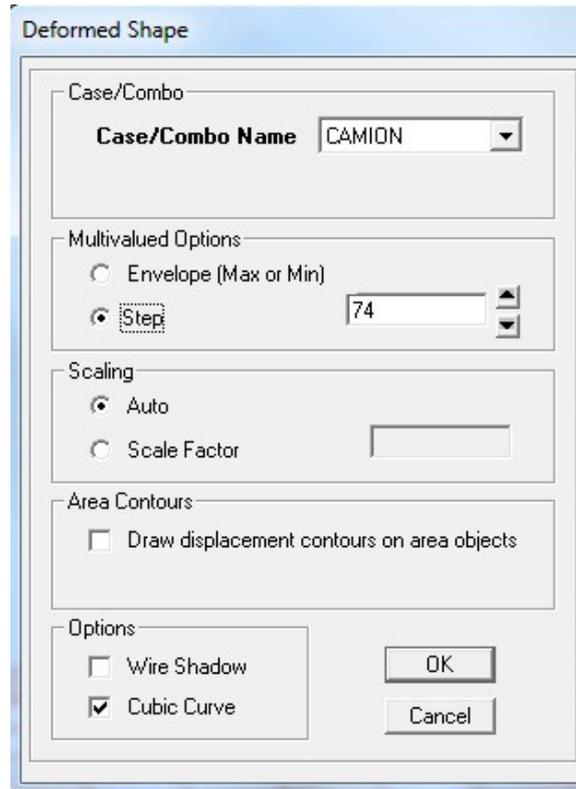


En duración de carga/duration of loading se ingresará el valor restado de de 15 segundos = 14.60segundos.

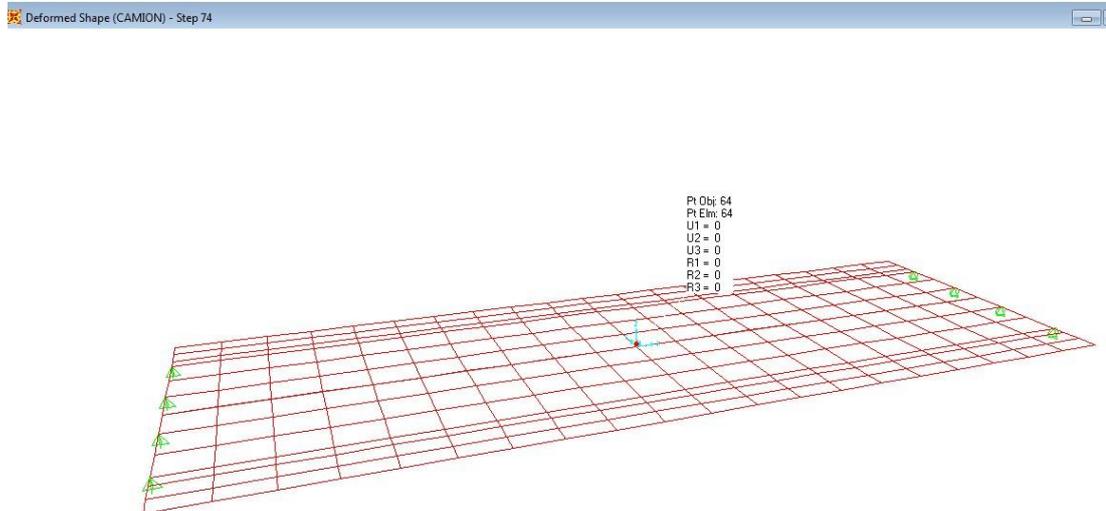


Volver a calcular la superestructura  sin olvidar que primero se debe guardar.

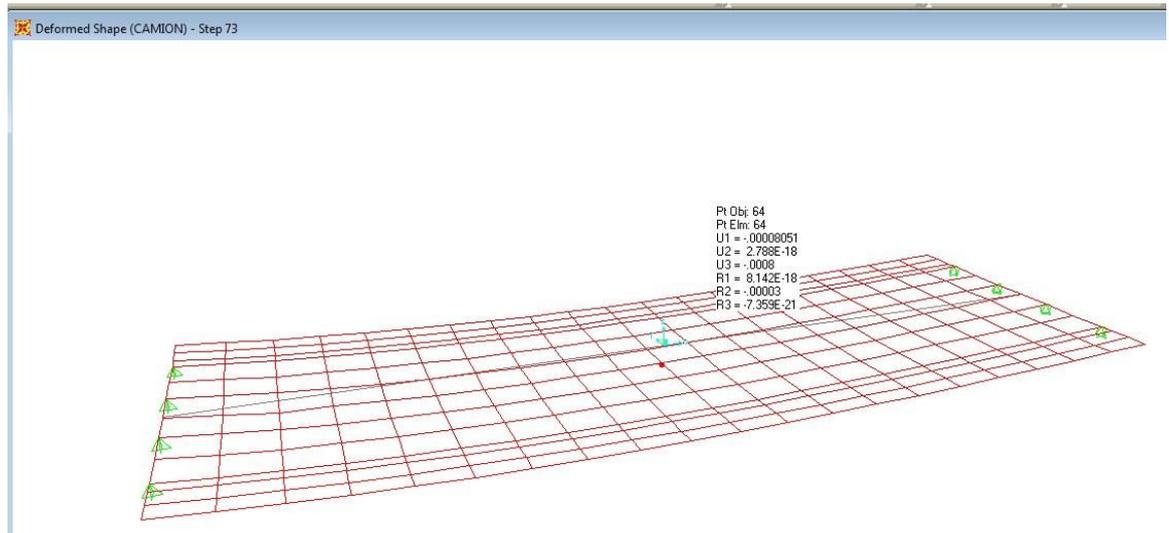
Luego  (SHOW DEFORMED SHAPE) y de la misma manera ingresamos un valor damos OK y nuevamente ingresamos (SHOW DEFORMED SHAPE) y nos saldrá los pasos que ahora son 74.



En el paso 74 que es el último step/paso no hay deformación.



Nótese que el step/paso 73 si presenta resultados, de esta manera se puede comprobar que la carga móvil del puente está bien definido.

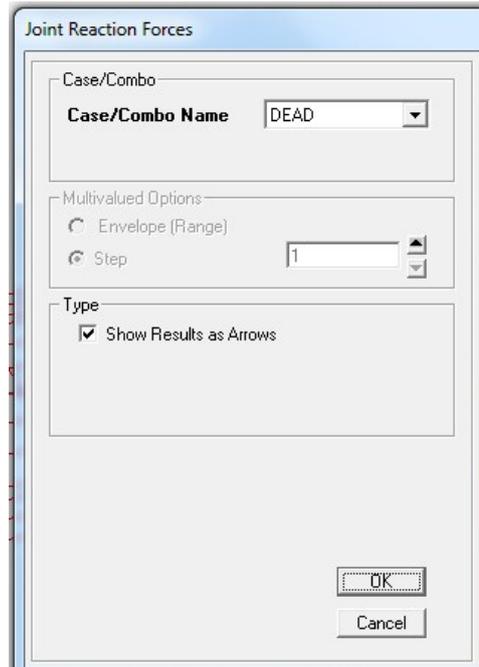


Para el análisis estructural está definido por obvias razones, que el puente se analiza en dos partes primero la superestructura y luego la infraestructura.

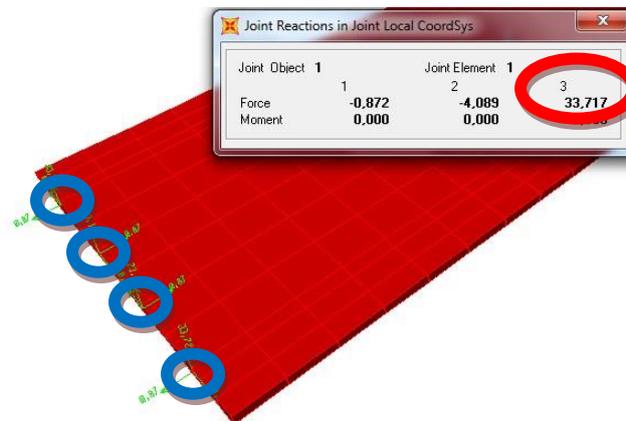
Una vez terminada la superestructura se necesitara los datos de las reacciones de las cargas de servicio tanto muerta, peatonal y vehicular para proceder al diseño de los neoprenos, las juntas y empotramiento.

- Carga muerta (DEAD)





Sumar los valores de cada reacción.



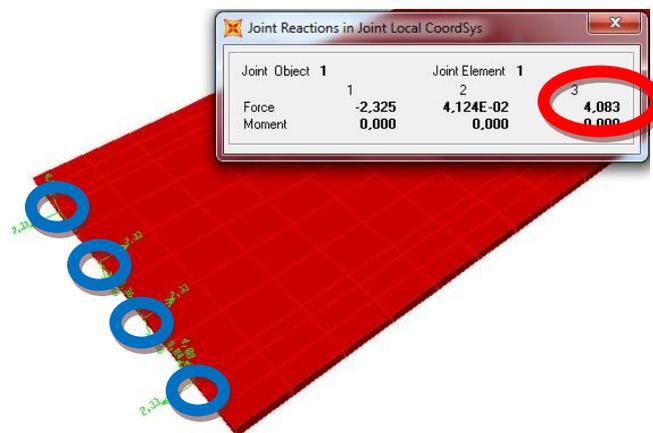
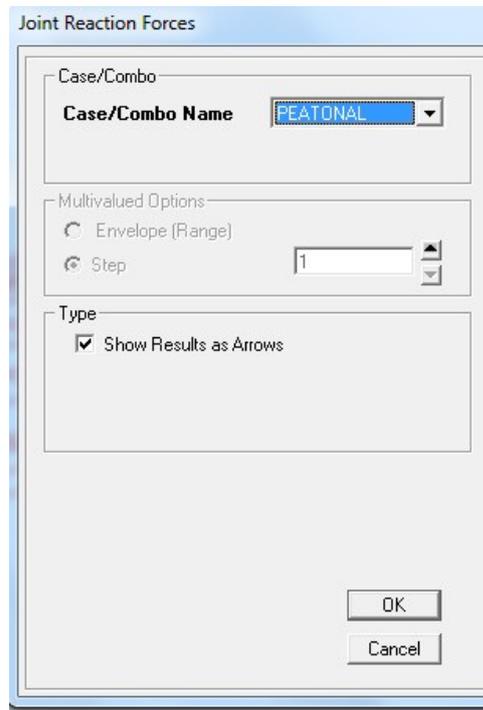
Elemento1 = 33.717 tn.

Elemento2 = 23.143 tn.

Elemento3 = 23.143 tn.

Elemento4 = 33.717 tn.

De las cuatro reacciones que sumando es 113.72Tn. -
Carga peatonal



Elemento1 = 4.083 tn.

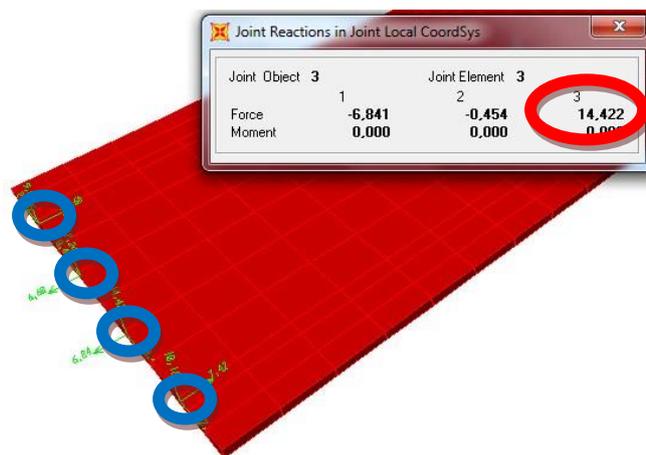
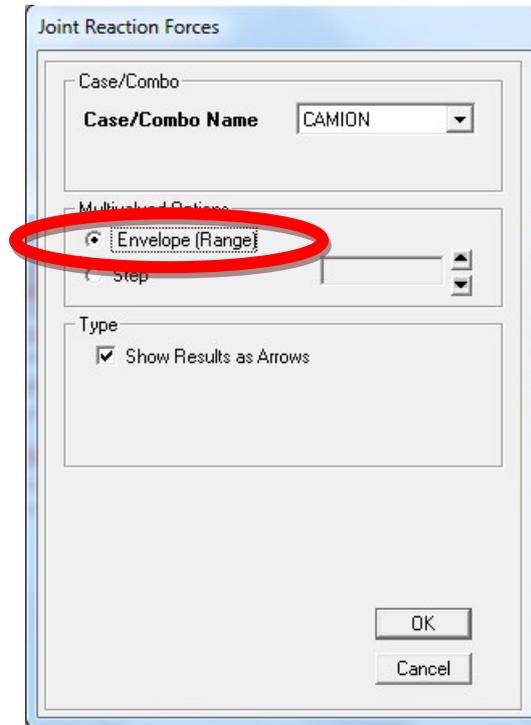
Elemento2 = 0.66 tn.

Elemento3 = 0.66 tn.

Elemento4 = 4.083 tn.

De las cuatro reacciones que sumando es 9.486Tn.

- Carga de Vehicular(CAMION)



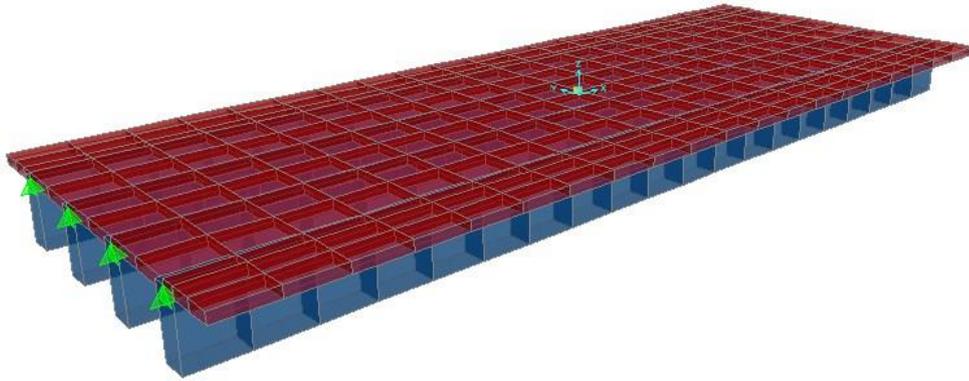
Elemento1 = 10.178 tn.

Elemento2 = 14.442 tn.

Elemento3 = 14.442 tn.

Elemento4 = 10.178 tn.

De las cuatro reacciones que sumando es 49.20Tn.
Terminado todo el proceso de modelación de la superestructura
guardar y crear una copia con otro nombre ya que a partir de esta
copia se modelara la infraestructura.



PROCEDIMIENTO PARA EL PREDISEÑO DE ESTRIBOS

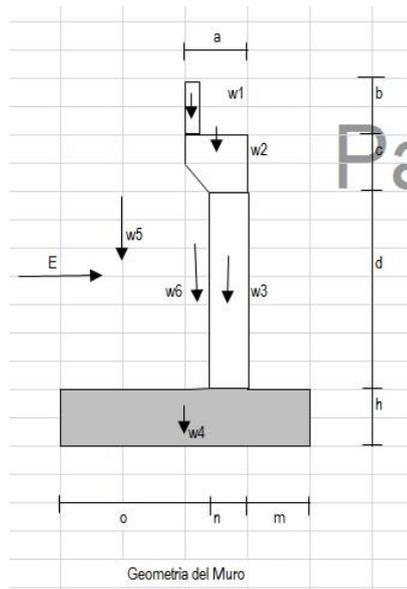
Con un programa de Excel.

Se ingresa los datos de la carga muerta y la suma de la carga viva(CAMION + PEATONAL)

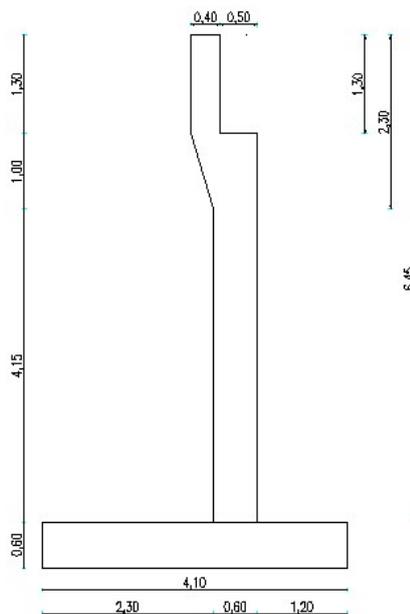
DATOS DE LA SUPERESTRUCTURA	
Reacción de carga muerta en el ancho típico:	113,72 tn
Reacción de carga viva en el ancho típico:	58,69 tn

Al igual que los datos de la estructura del hormigón y suelo que da los estudios de suelos.

ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO	
Esfuerzo estimado del suelo:	20,00 tn/m ²
Peso específico del hormigón:	2,40 tn/m ³
Resistencia típica del hormigón	240,00 kg/cm ²
Fluencia típica del acero de refuerzo	4.200 kg/cm ²
Coeficiente de rozamiento del suelo hormigón	0,70
Coeficiente de rozamiento neopreno hormigón:	0,05
Factor de seguridad al volcamiento:	1,50
Factor de seguridad al deslizamiento:	1,50



Ahora con la altimetría de los planos ingresar las secciones de la geometría del muro.



Ancho de diseño (b')	1,00
DATOS DE LA GEOMETRIA DEL MURO	
Altura del cabezal (b) :	1,30
Espesor del cabezal	0,40

Altura de la viga superior (.c)	1,00
Ancho de la viga superior (a)	0,90
Altura de la pantalla (d)	4,15
espesor de la pantalla:	0,60
Altura y ancho de la cartela (e)	0,30
ancho total de la zapata	4,10
Altura de la zapata: (h)	0,60
Ancho del dedo (m)	1,20
Ancho del empotramiento (n)	0,60
Ancho del talon (o)	2,30
DATOS DEL RELLENO	
coeficiente de presion activa	0,33
Peso especifico del suelo:	1,80
Altura del relleno para presion activa:	6,45
Angulo de fricción interna:	30
seno del angulo de fricción	0,50

Cálculo del momento al volcamiento

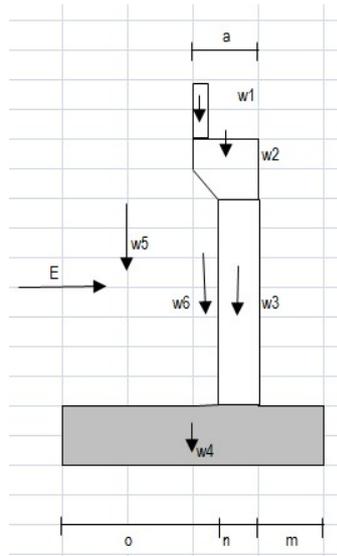
Empuje del relleno:	12,36
Momento de volcamiento:	33,98

tn tn-m

$$\text{Empuje del relleno} = (b') * (1) * (2) * 0.50(3)$$

$$\text{Momento de volcamiento} = \text{Empuje del relleno} * (3)/3.00 + (h)$$

Cálculo de momento estabilizador



W	Dimensiones			p esp	Peso	BP	Momento
	altura	ancho	espesor				
w1	1,30	1,00	0,40	2,40	1,25	1,90	2,37
w2	0,90	1,00	1,00	2,40	2,16	1,65	3,56
w3	4,15	1,00	0,60	2,40	5,98	1,50	8,96
w4	4,10	1,00	0,60	2,40	5,90	2,05	12,10
w5	6,45	1,00	2,00	1,80	23,22	3,10	71,98
w6	4,15	1,00	0,30	1,80	2,24	1,95	4,37
w8							-
Peso					40,75	Me	103,35

Donde:

Peso = altura * ancho * espesor * p esp.

BP= brazo de palanca

Momento = Peso*BP

Muro de contención típico

a) seguridad al volcamiento:		
Momento de volcamiento:	33,98	tn-m
Momento estabilizador:	103,35	tn-m
Factor de seguridad:	3,04	

Momento estabilizador = momento * 1.

Factor de seguridad = Momento estabilizador / Momento de volcamiento

b) Seguridad al deslizamiento:		
Fuerza de deslizamiento:	12,36	tn
Fuerza de rozamiento:	28,52	tn
Factor de seguridad:	2,31	

Fuerza de deslizamiento = Peso total * coeficiente de rozamiento del suelo hormigón.

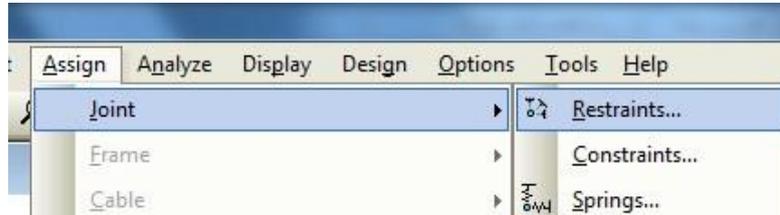
Factor de seguridad = Fuerza de rozamiento / Fuerza de deslizamiento

Una vez comprobados que los factores de seguridad tanto de volcamiento y deslizamiento sean mayor que 1.50 volvemos a SAP2000.

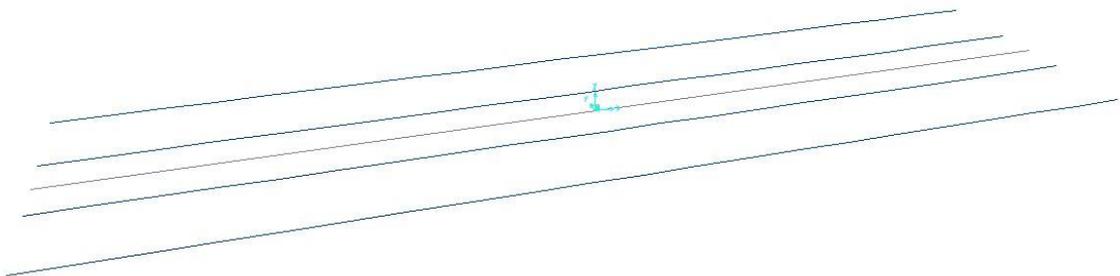
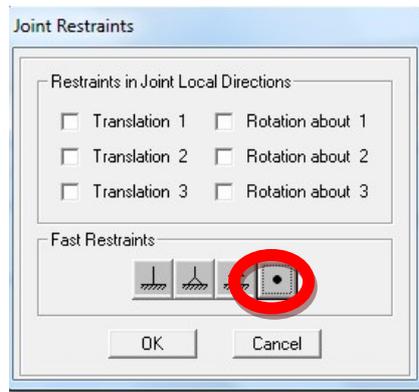
PROCEDIMIENTO PARA QUITAR LOS EMPOTRAMIENTOS

Volver a SAP2000, quitar los empotramientos de las vigas debido a que estos no transmitirán la carga a la estructura.

Seleccionar todos los empotramientos y en la opción Assign (asignar).

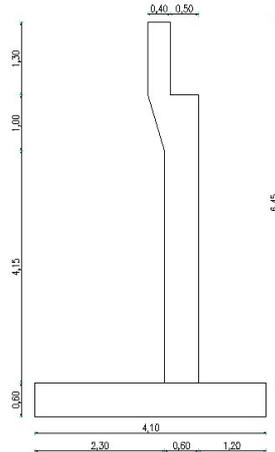


Quitar todas las restricciones.

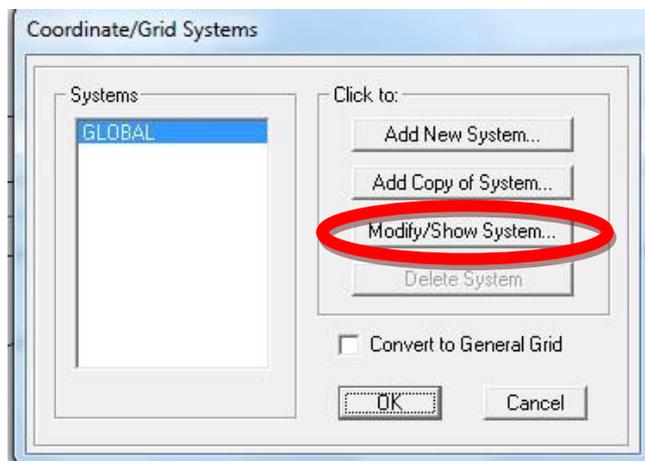
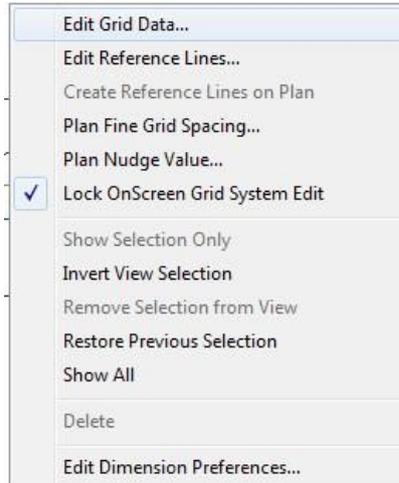


PROCEDIMIENTO PARA CREAR LOS EJES DE LOS ESTRIBOS

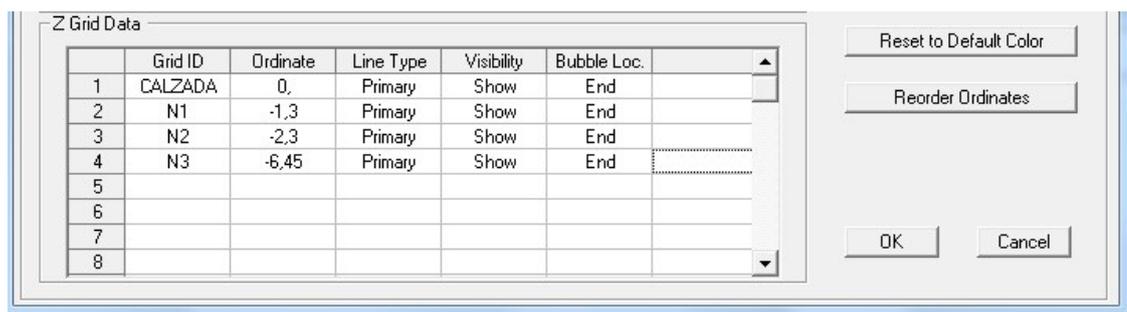
Editar datos de mallas para dibujar los estribos según las secciones indicadas en el prediseño.



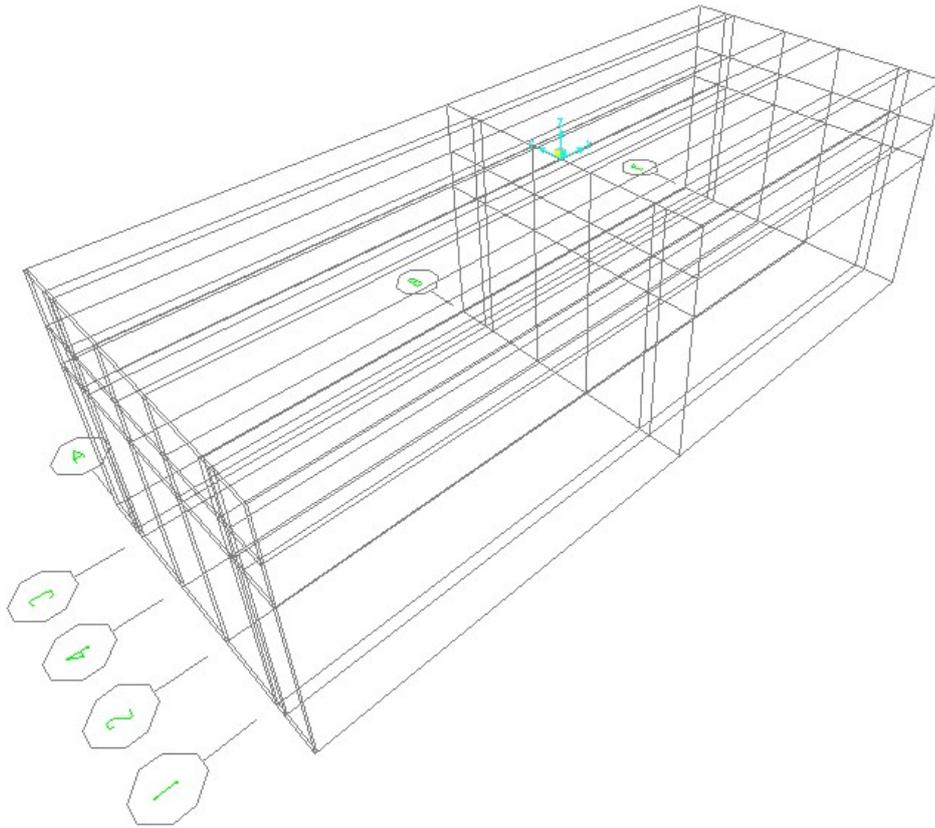
Clic derecho.



Sumar las alturas de los estribos y colocar los valores en el eje Z y con signo negativo debido a que estarán para abajo.

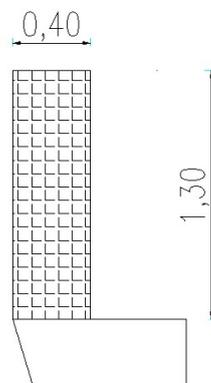


Aparecerá la siguiente malla en la que se procederá a dibujar el estribo.

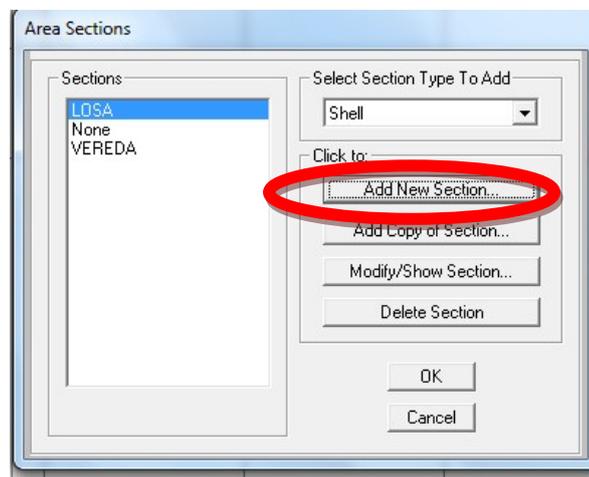
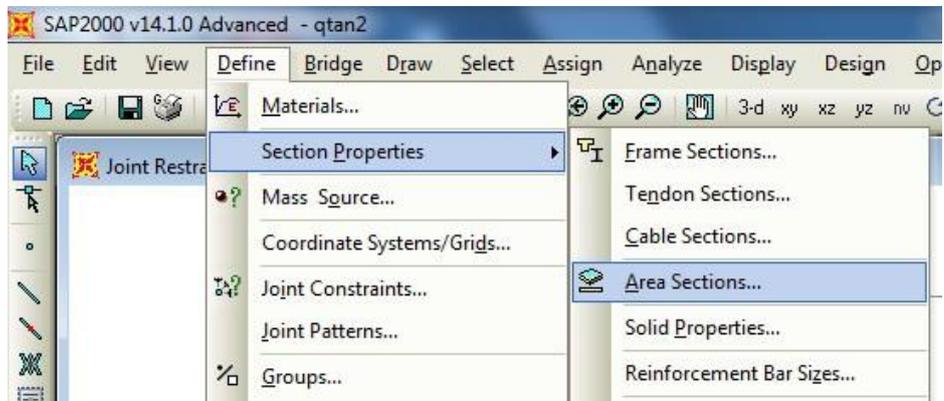


PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LAS SECCIONES DEL ESTRIBO

Definir las secciones de los estribos que serán tres secciones.



Sección (Muro1)



Ingresar el valor del espesor de la sección.

Shell Section Data

Section Name: MUR01
Section Notes: Modify/Show...
Display Color:

Type

- Shell - Thin
- Shell - Thick
- Plate - Thin
- Plate Thick
- Membrane
- Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Material

Material Name: + f'c 240
Material Angle: 0,

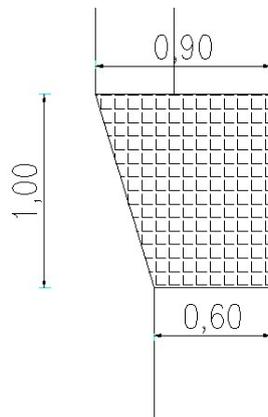
Thickness

Membrane: 0,40
Bending: 0,40

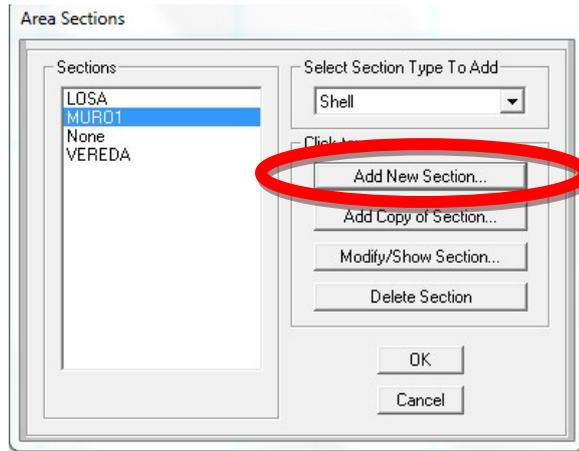
Concrete Shell Section Design Parameters
Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers: Set Modifiers...
Temp Dependent Properties: Thermal Properties...

OK Cancel



Sección (Muro2)



Debido a que la sección tiene diferentes espesores poner cualquier valor más adelante cambiaremos el espesor al que se necesita.

Shell Section Data

Section Name MURD2

Section Notes

Display Color

Type

- Shell - Thin
- Shell - Thick
- Plate - Thin
- Plate Thick
- Membrane
- Shell - Layered/Nonlinear

Material

Material Name + fc 240

Material Angle 0.

Thickness

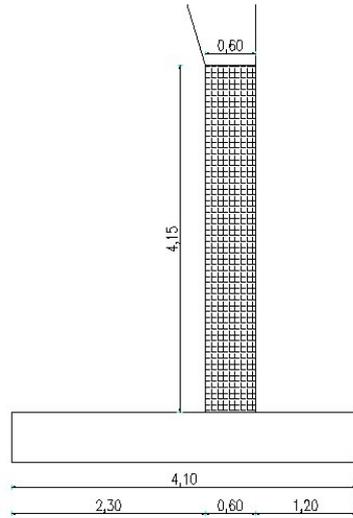
Membrane 1

Bending 1

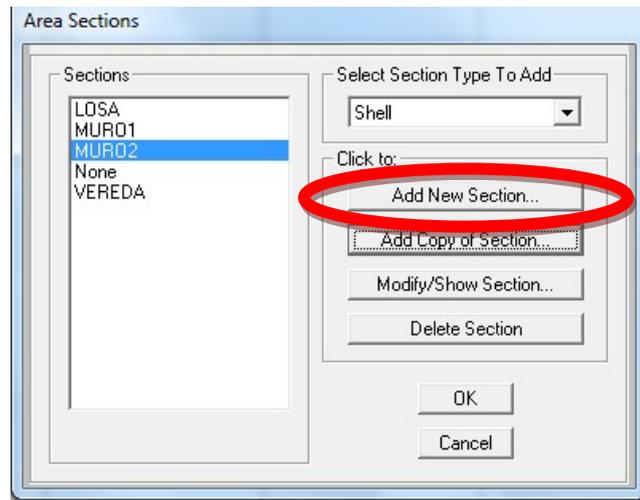
Concrete Shell Section Design Parameters

Stiffness Modifiers

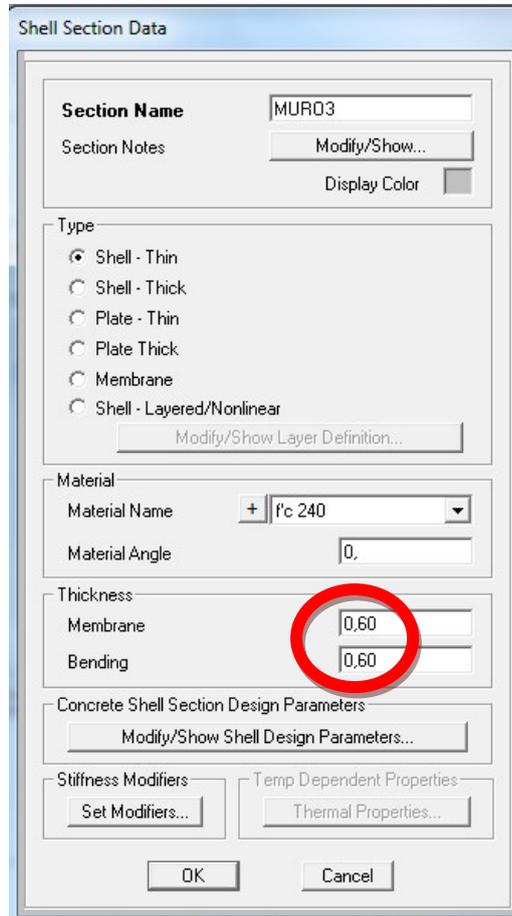
Temp Dependent Properties



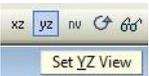
Sección (Muro3)

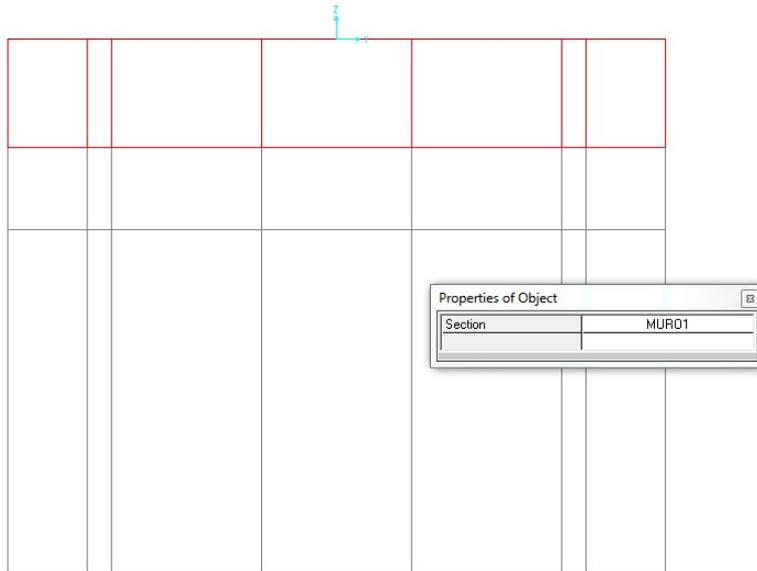
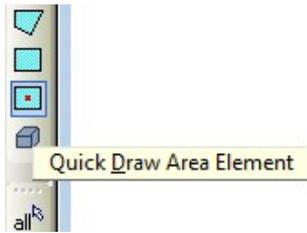


Ingresar el valor del espesor de la sección.

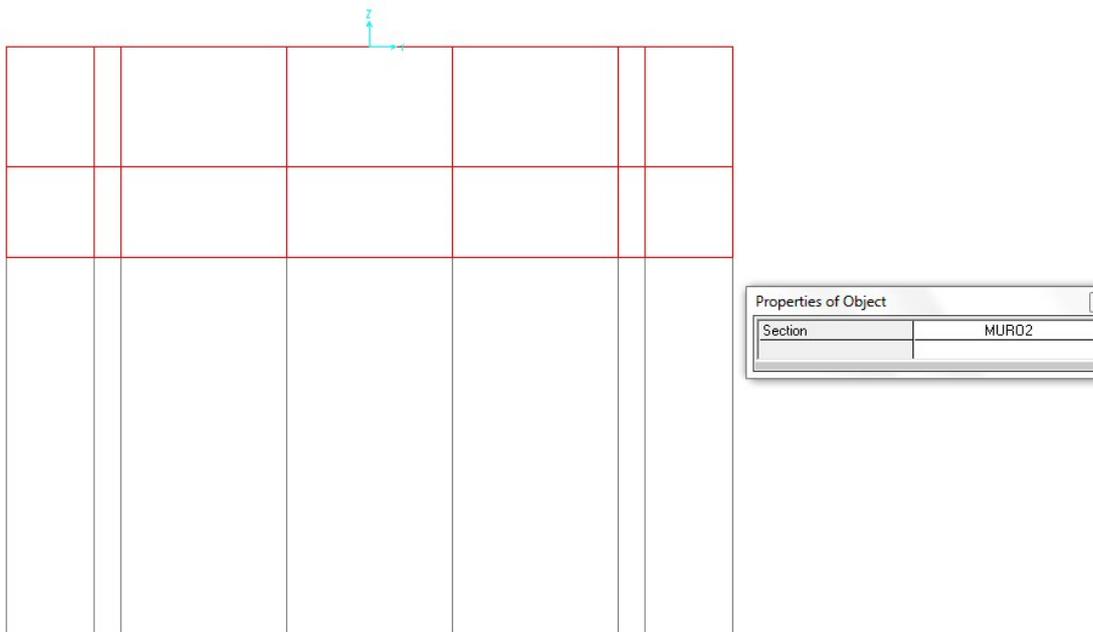


PROCEDIMIENTO PARA DIBUJAR LAS SECCIONES DEL ESTRIBO

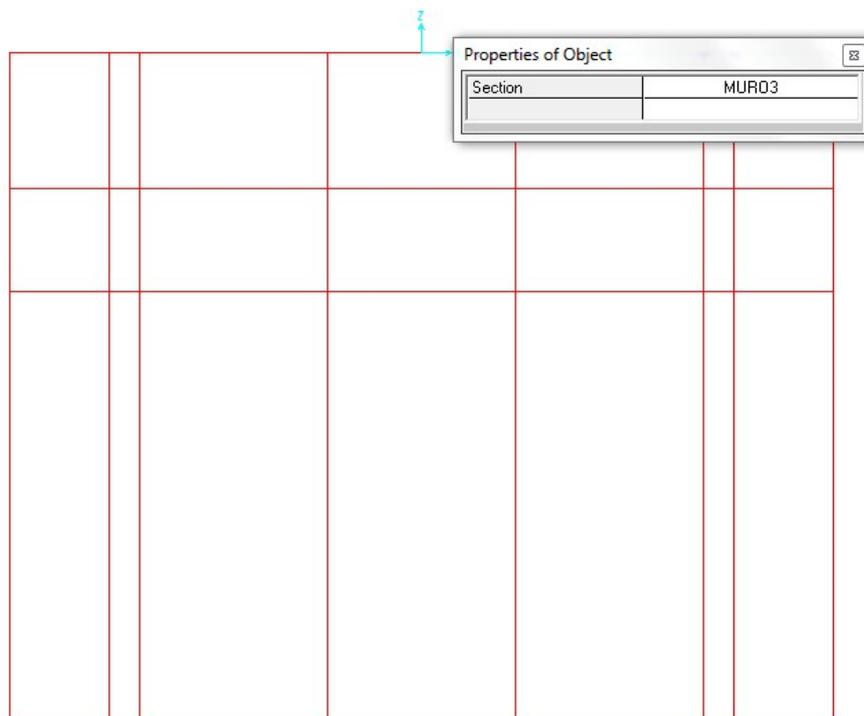
Con la vista , dibujar las secciones y empezar por el muro1



Seguir con el muro2.



De la misma manera dibujar el muro3.

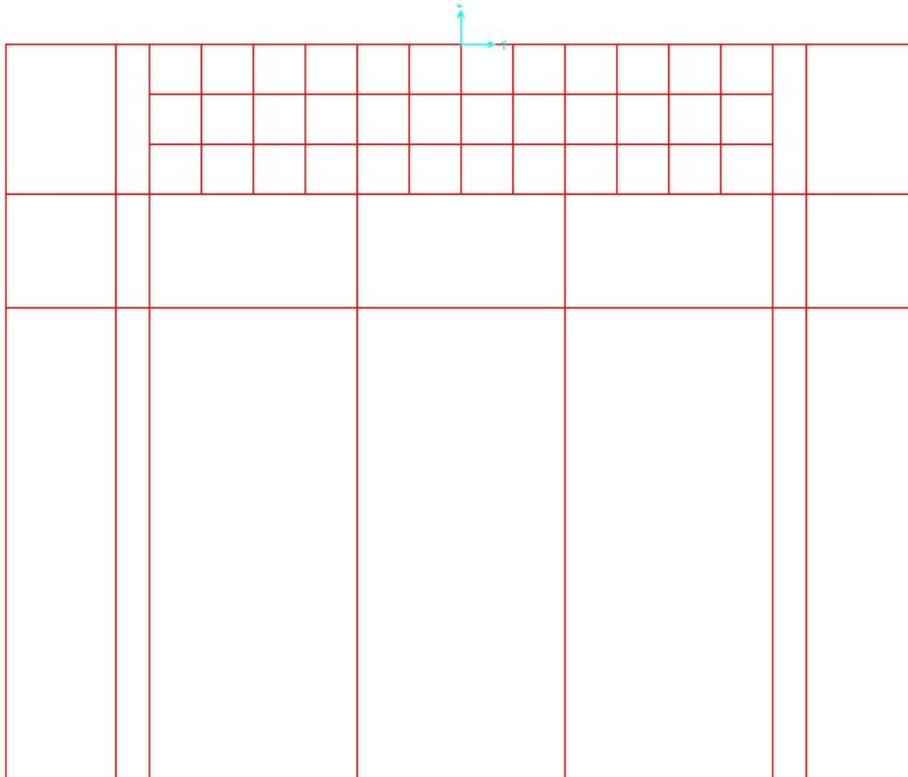
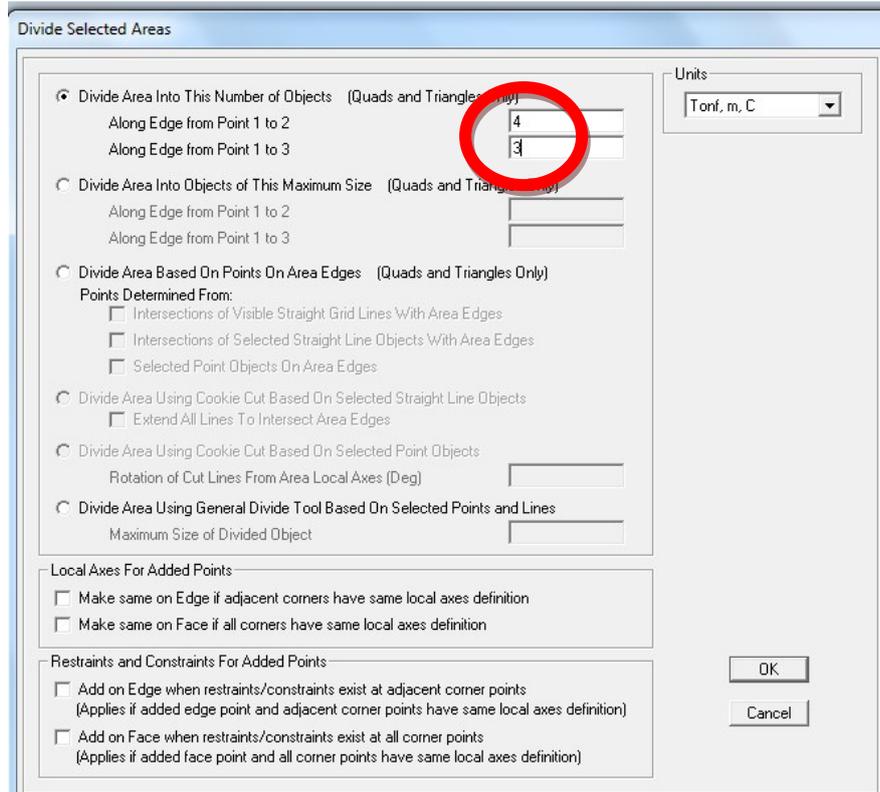


PROCEDIMIENTO PARA DESCRETIZAR LOS ESTRIBOS

Las discretización entrega resultados con mayor exactitud de acuerdo al manual Técnico del SAP2000 mientras más pequeñas sean las áreas discretizadas los resultados tienen mayor precisión, pero tampoco es recomendable hacer áreas muy pequeñas ya que

el análisis se vuelve lento, por tal razón la discretización se realizará en un promedio de cada 0.50cm de cada área.

Seleccionar las áreas que son iguales y discretizar.



Divide Selected Areas

Divide Area Into This Number of Objects (Quads and Triangles Only)

Along Edge from Point 1 to 2

Along Edge from Point 1 to 3

Divide Area Into Objects of This Maximum Size (Quads and Triangles Only)

Along Edge from Point 1 to 2

Along Edge from Point 1 to 3

Divide Area Based On Points On Area Edges (Quads and Triangles Only)

Points Determined From:

Intersections of Visible Straight Grid Lines With Area Edges

Intersections of Selected Straight Line Objects With Area Edges

Selected Point Objects On Area Edges

Divide Area Using Cookie Cut Based On Selected Straight Line Objects

Extend All Lines To Intersect Area Edges

Divide Area Using Cookie Cut Based On Selected Point Objects

Rotation of Cut Lines From Area Local Axes (Deg)

Divide Area Using General Divide Tool Based On Selected Points and Lines

Maximum Size of Divided Object

Local Axes For Added Points

Make same on Edge if adjacent corners have same local axes definition

Make same on Face if all corners have same local axes definition

Restrains and Constraints For Added Points

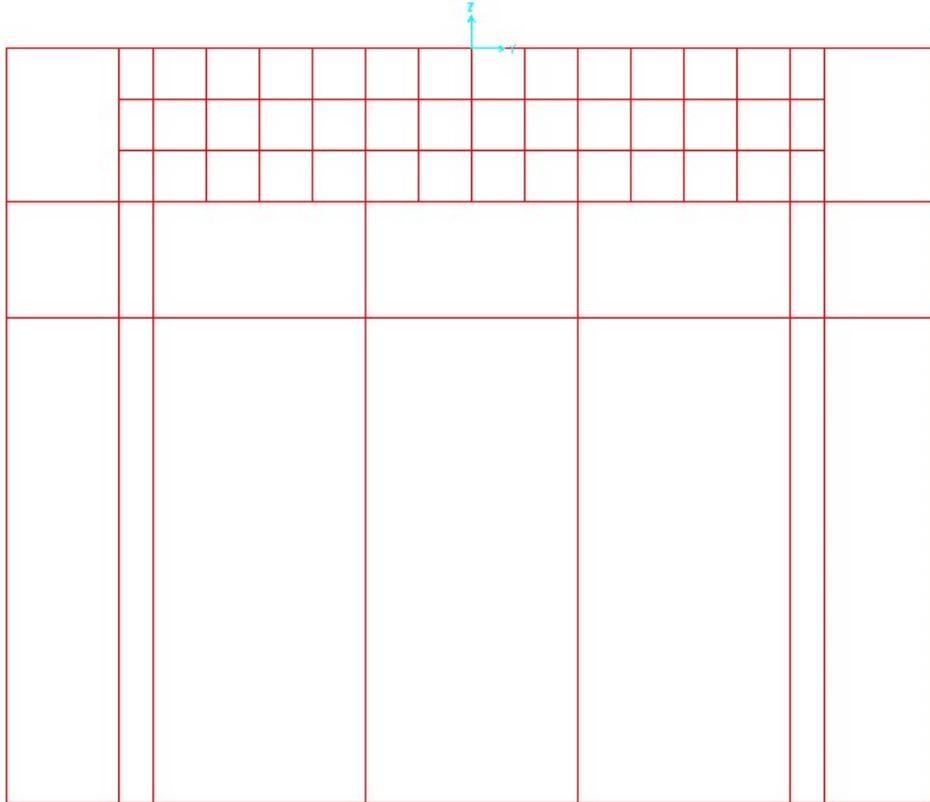
Add on Edge when restrains/constraints exist at adjacent corner points
(Applies if added edge point and adjacent corner points have same local axes definition)

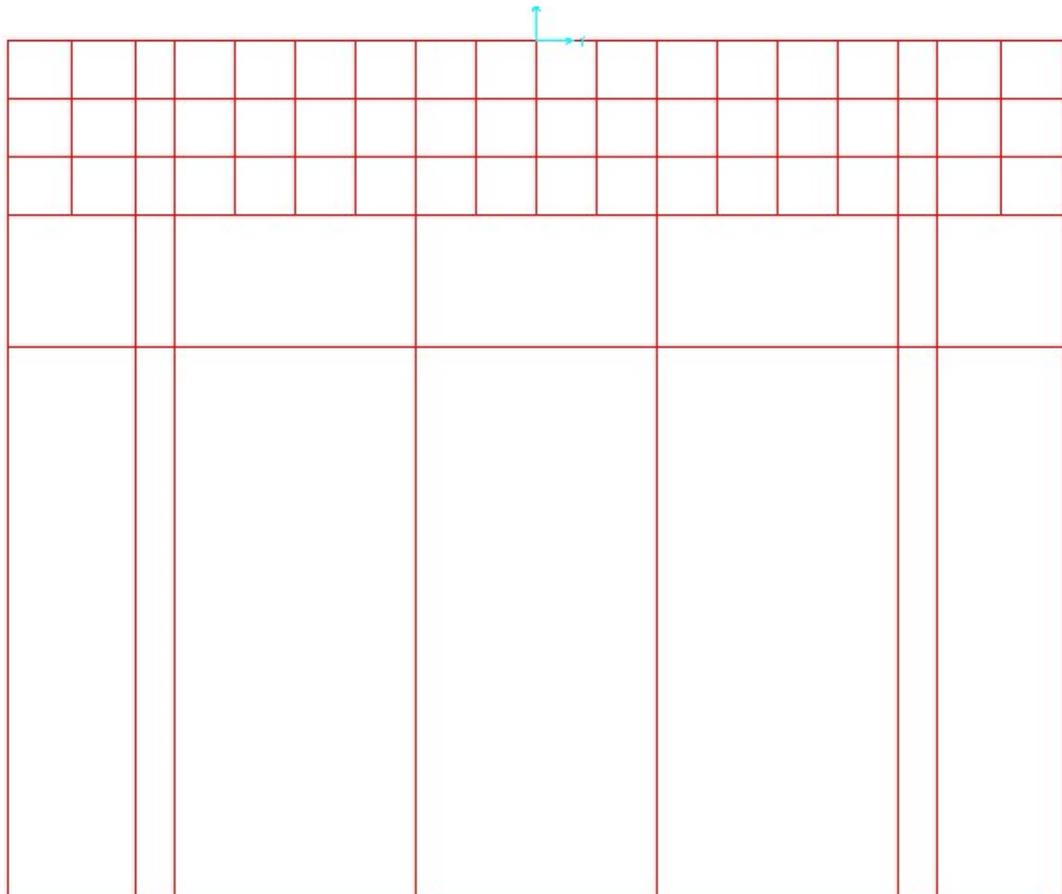
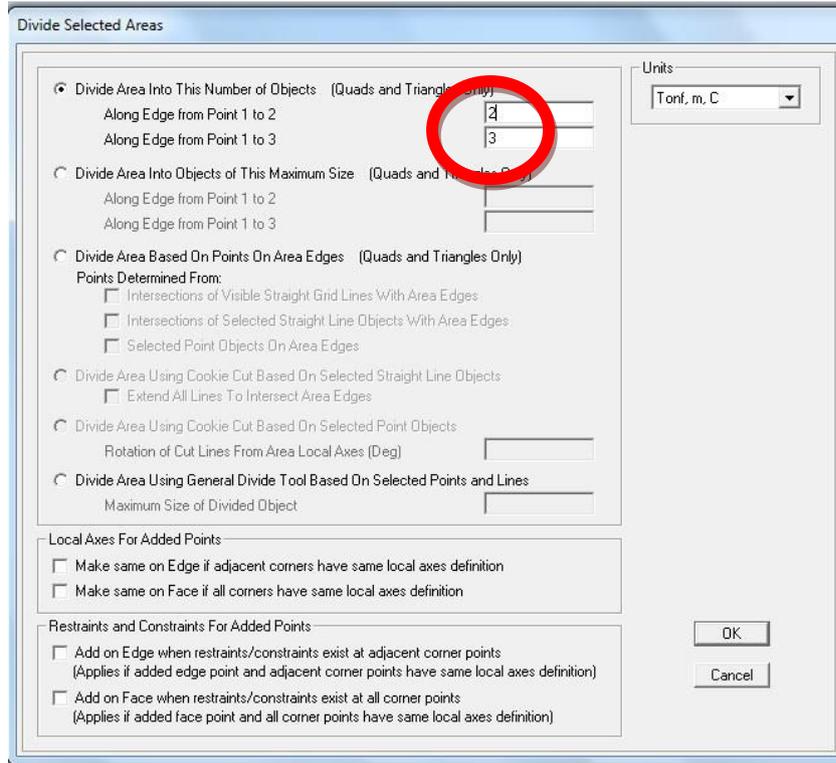
Add on Face when restrains/constraints exist at all corner points
(Applies if added face point and all corner points have same local axes definition)

Units
Tonf, m, C

OK

Cancel





Divide Selected Areas

Divide Area Into This Number of Objects (Quads and Triangles Only)

Along Edge from Point 1 to 2

Along Edge from Point 1 to 3

Divide Area Into Objects of This Maximum Size (Quads and Triangles Only)

Along Edge from Point 1 to 2

Along Edge from Point 1 to 3

Divide Area Based On Points On Area Edges (Quads and Triangles Only)

Points Determined From:

Intersections of Visible Straight Grid Lines With Area Edges

Intersections of Selected Straight Line Objects With Area Edges

Selected Point Objects On Area Edges

Divide Area Using Cookie Cut Based On Selected Straight Line Objects

Extend All Lines To Intersect Area Edges

Divide Area Using Cookie Cut Based On Selected Point Objects

Rotation of Cut Lines From Area Local Axes (Deg)

Divide Area Using General Divide Tool Based On Selected Points and Lines

Maximum Size of Divided Object

Local Axes For Added Points:

Make same on Edge if adjacent corners have same local axes definition

Make same on Face if all corners have same local axes definition

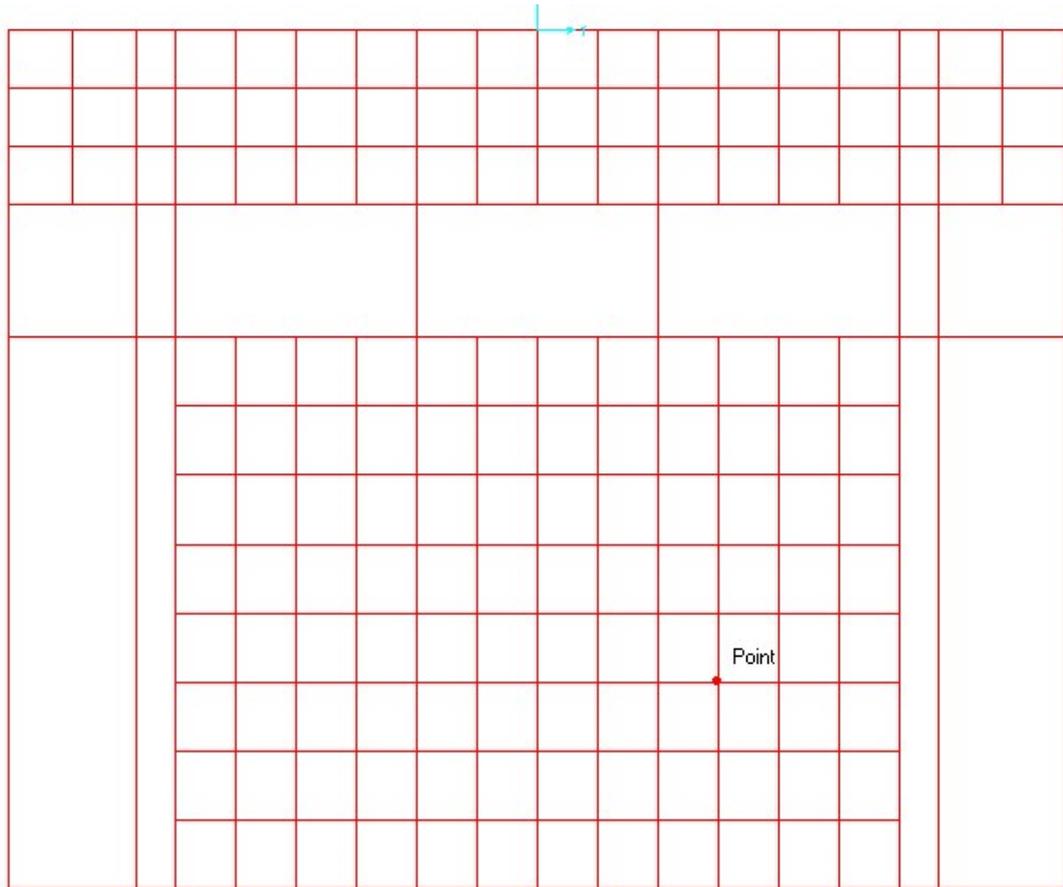
Restrains and Constraints For Added Points:

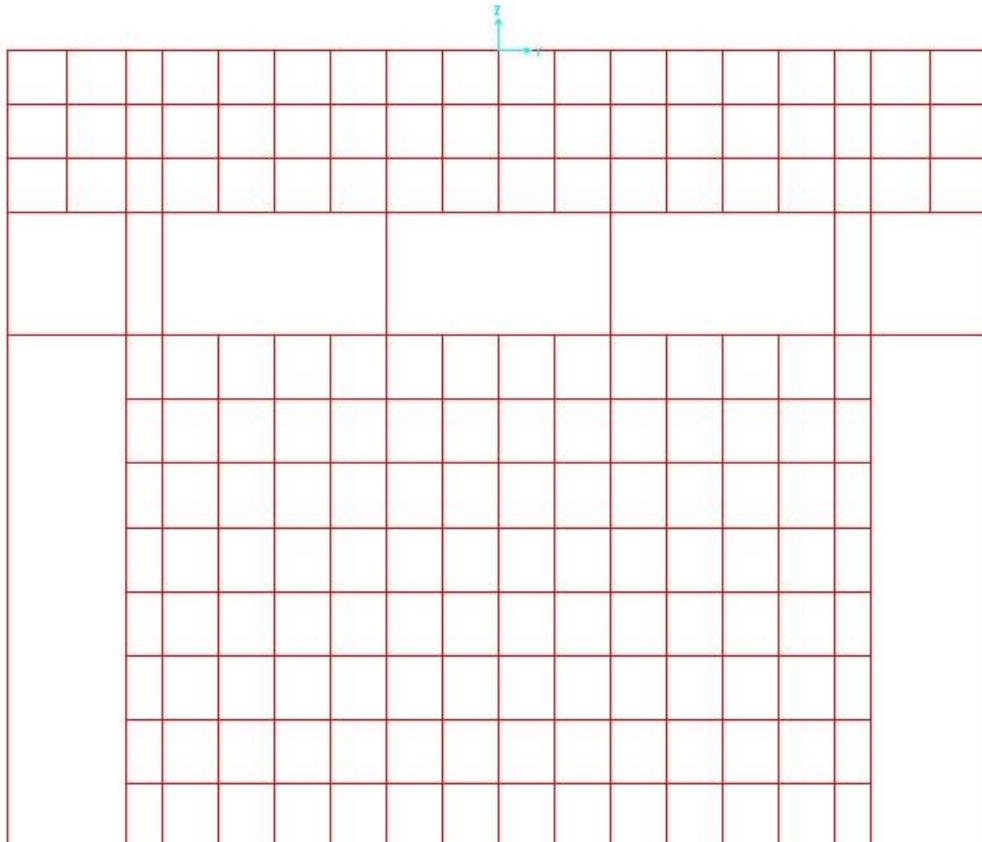
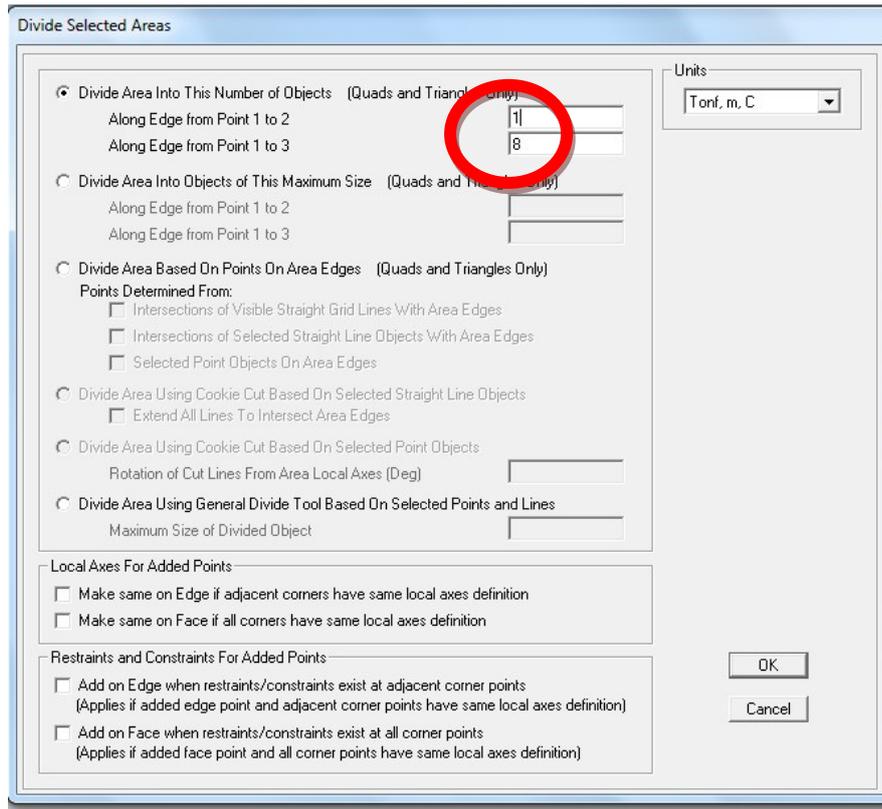
Add on Edge when restrains/constraints exist at adjacent corner points
(Applies if added edge point and adjacent corner points have same local axes definition)

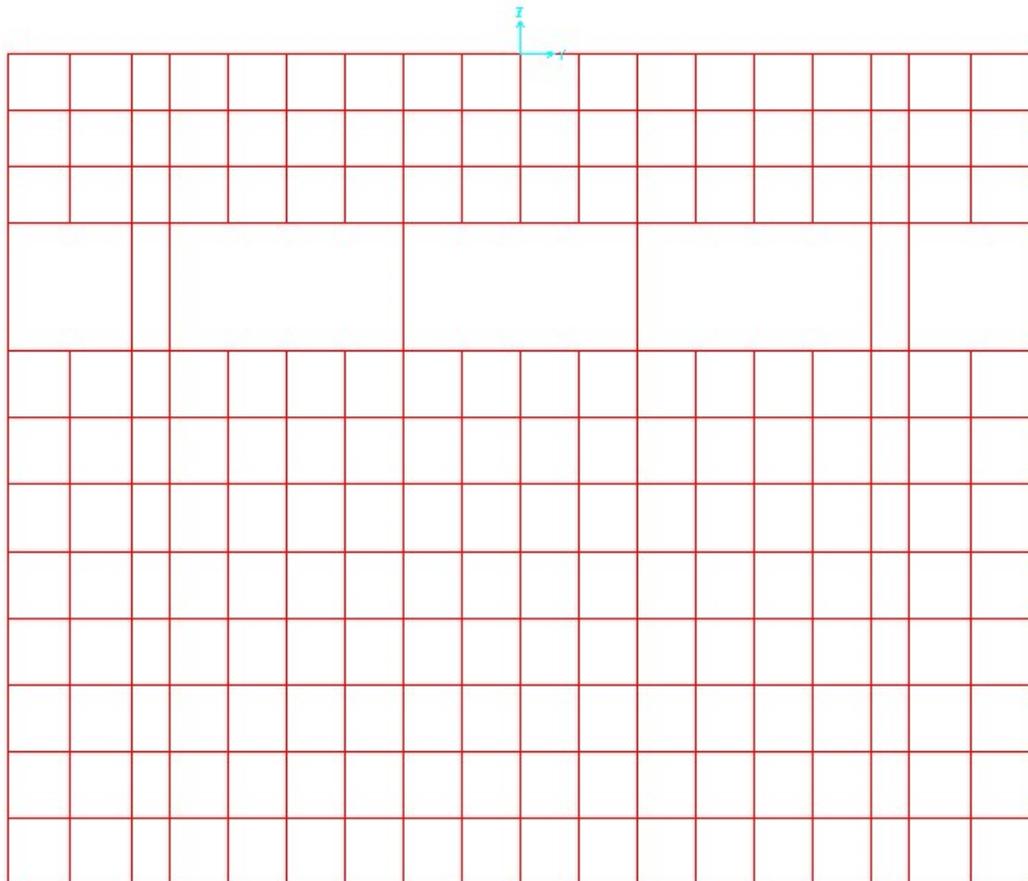
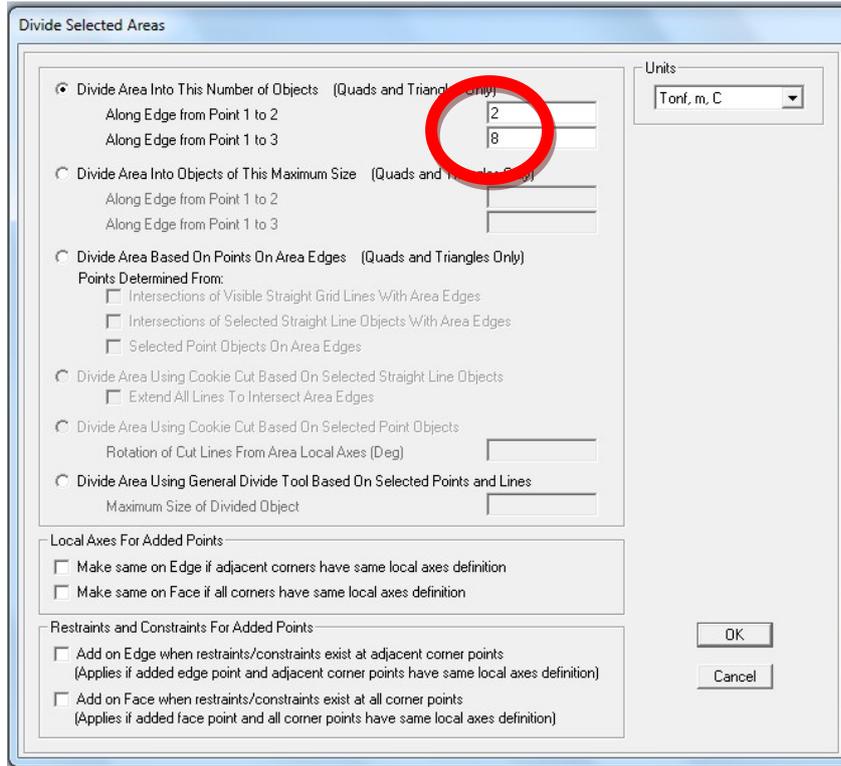
Add on Face when restrains/constraints exist at all corner points
(Applies if added face point and all corner points have same local axes definition)

Units: Tonf, m, C

OK Cancel



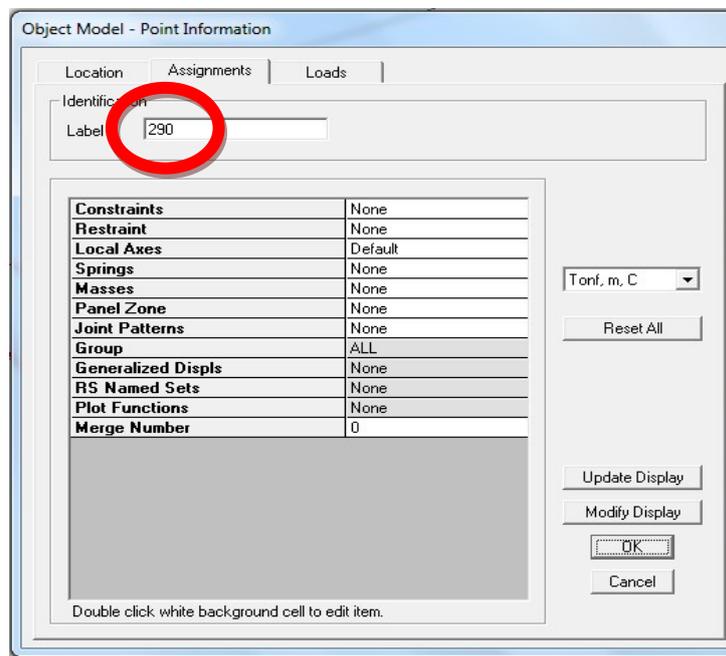
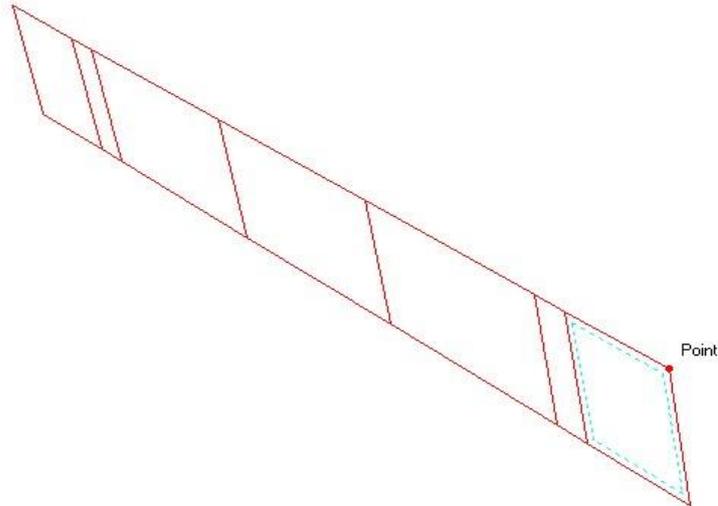


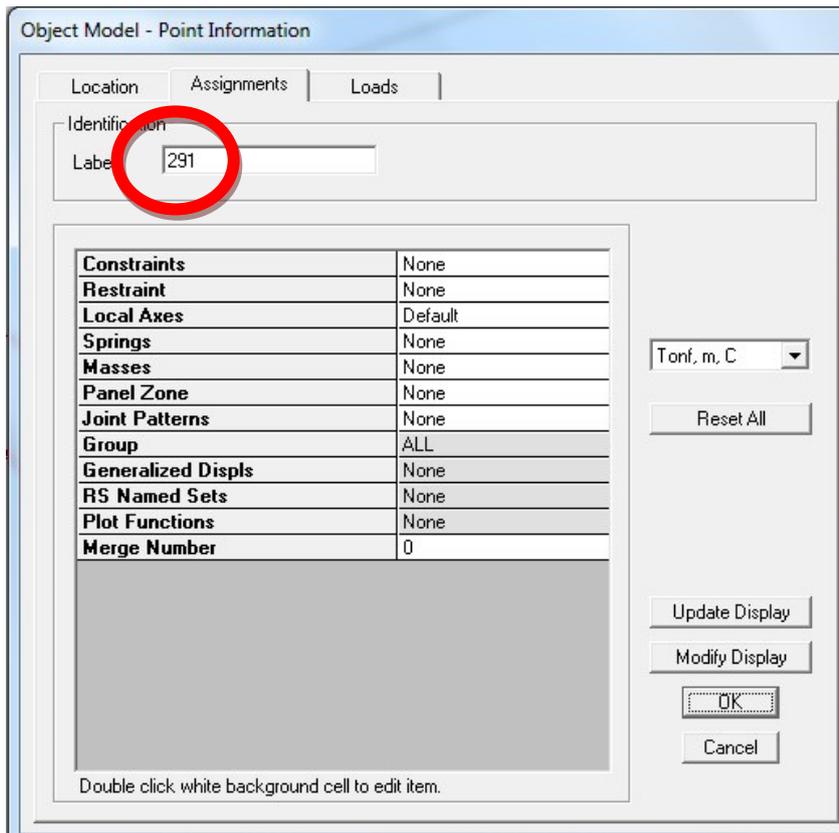
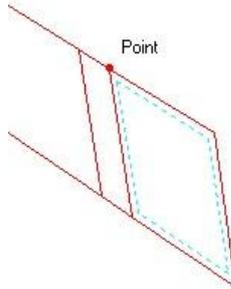


PROCEDIMIENTO PARA CAMBIAR LOS ESPESORES DEL MURO2

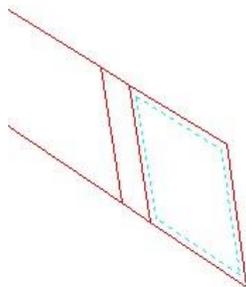
Quitar los muros 1 y 3 para poder trabajar de la mejor manera en el muro2, debido a que la sección es diferente.

Seleccionar la primera área y dar clic en los puntos para recordar cual número o nombre tiene cada uno.

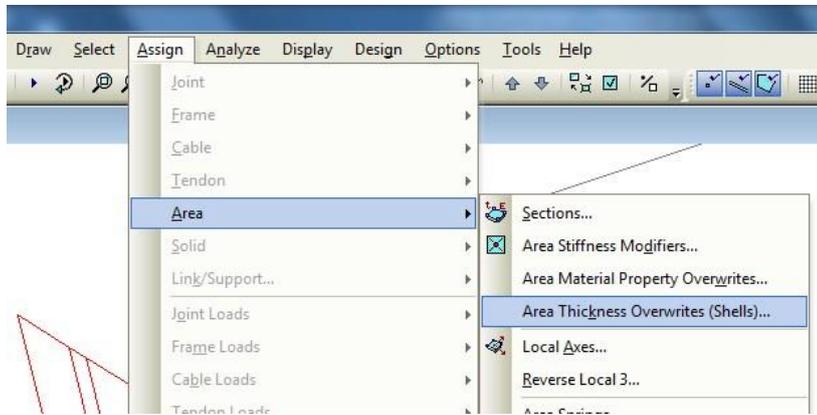




Para cambiar el espesor de la sección (muro2), seleccionar el área.



En la opción asignar.



Escoger espesores diferentes los puntos que memorizamos en la parte anterior en nuestro caso es 290 y 291, las cuales tendrán un espesor de 0.90 y los puntos sobrantes que son el 320 y 321 y corresponde a la parte inferior del área serán de 0,60.

Area Object Thickness and Joint Offset Overwrites

Area Object: 267 Units: Tonf, m, C

Area Object Thickness

- Use Thickness Specified for Area Object Section Property
- User Defined Thickness Specified by Joint Pattern
- User Defined Thickness Specified by Points

Point 4 ID: 290 Thickness: 0.90

Area Object Joint Offsets In Thickness Direction

- None
- User Defined Joint Offsets Specified by Joint Pattern
- User Defined Joint Offsets Specified by Points

OK Cancel

Area Object Thickness and Joint Offset Overwrites

Area Object: 267 Units: Tonf, m, C

Area Object Thickness

- Use Thickness Specified for Area Object Section Property
- User Defined Thickness Specified by Joint Pattern
- User Defined Thickness Specified by Points

Point 3 ID: 291 Thickness: 0.90

Area Object Joint Offsets In Thickness Direction

- None
- User Defined Joint Offsets Specified by Joint Pattern
- User Defined Joint Offsets Specified by Points

OK Cancel

Area Object Thickness and Joint Offset Overwrites

Area Object: 267 Units: Tonf, m, C

Area Object Thickness

- Use Thickness Specified for Area Object Section Property
- User Defined Thickness Specified by Joint Pattern
Pattern: Scale Factor:
- User Defined Thickness Specified by Points
Point 1 ID: 320 Thickness: 0,60

Area Object Joint Offsets In Thickness Direction

- None
- User Defined Joint Offsets Specified by Joint Pattern
Pattern: Scale Factor:
- User Defined Joint Offsets Specified by Points
Point 1 ID: Joint Offset:

OK Cancel

Area Object Thickness and Joint Offset Overwrites

Area Object: 267 Units: Tonf, m, C

Area Object Thickness

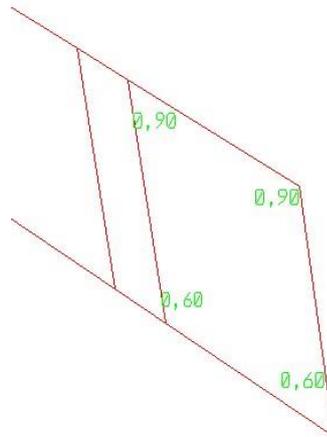
- Use Thickness Specified for Area Object Section Property
- User Defined Thickness Specified by Joint Pattern
Pattern: Scale Factor:
- User Defined Thickness Specified by Points
Point 2 ID: 321 Thickness: 0,60

Area Object Joint Offsets In Thickness Direction

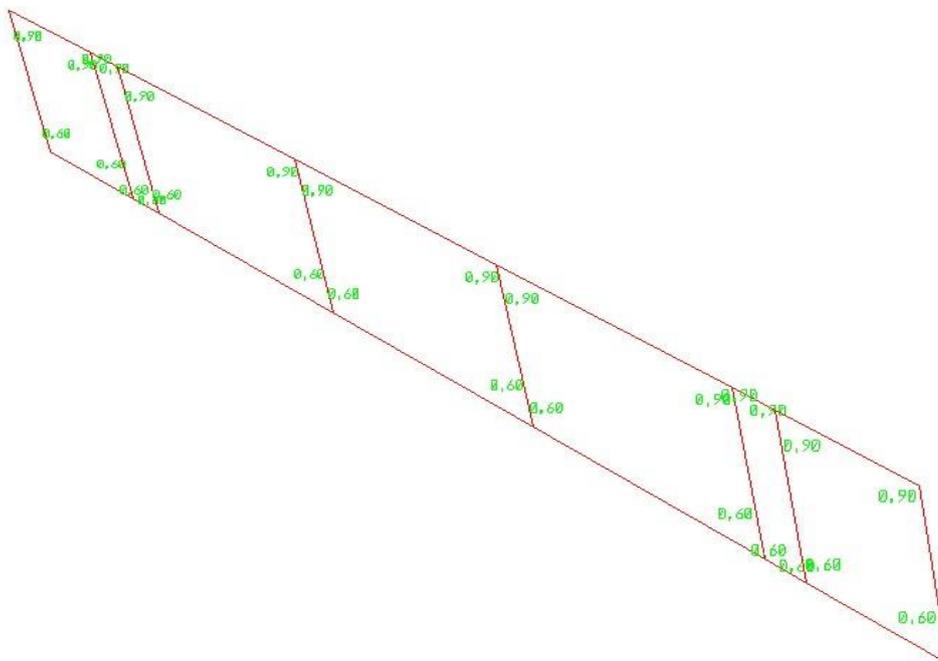
- None
- User Defined Joint Offsets Specified by Joint Pattern
Pattern: Scale Factor:
- User Defined Joint Offsets Specified by Points
Point 1 ID: Joint Offset:

OK Cancel

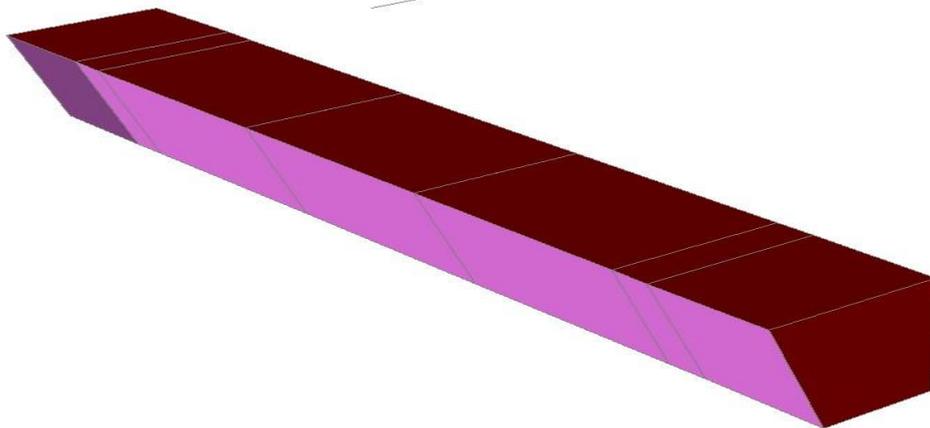
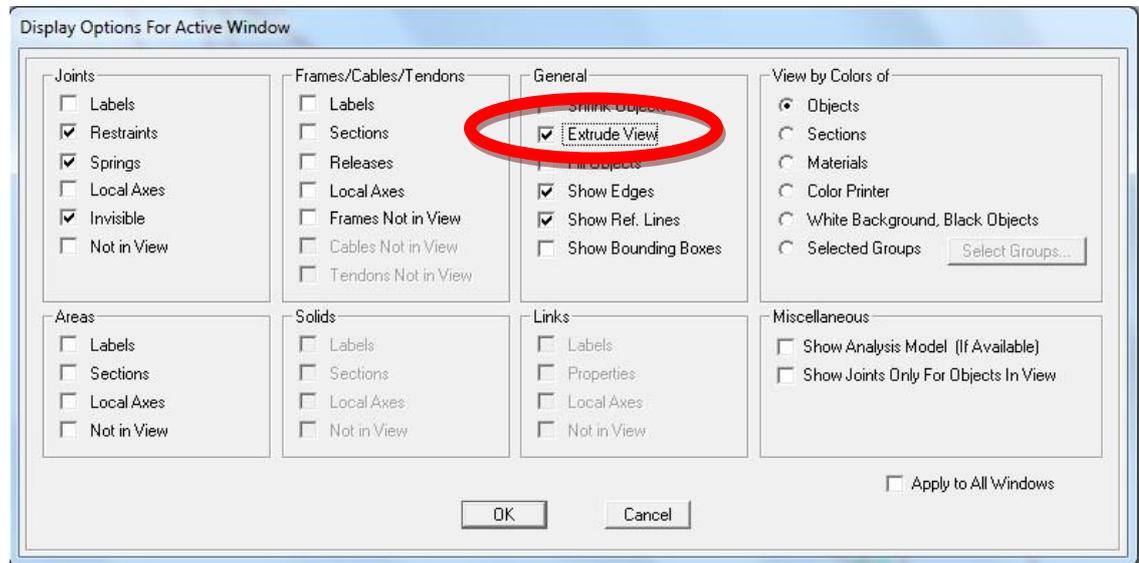
El programa indicará los espesores que se han designado ahora.



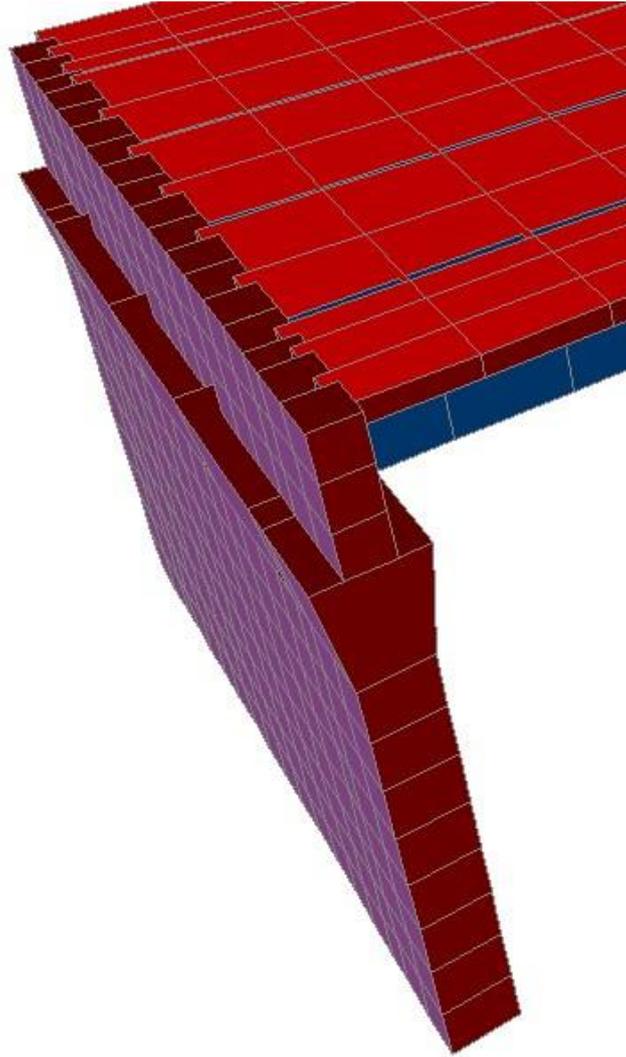
Realizar el mismo procedimiento con las áreas restantes.



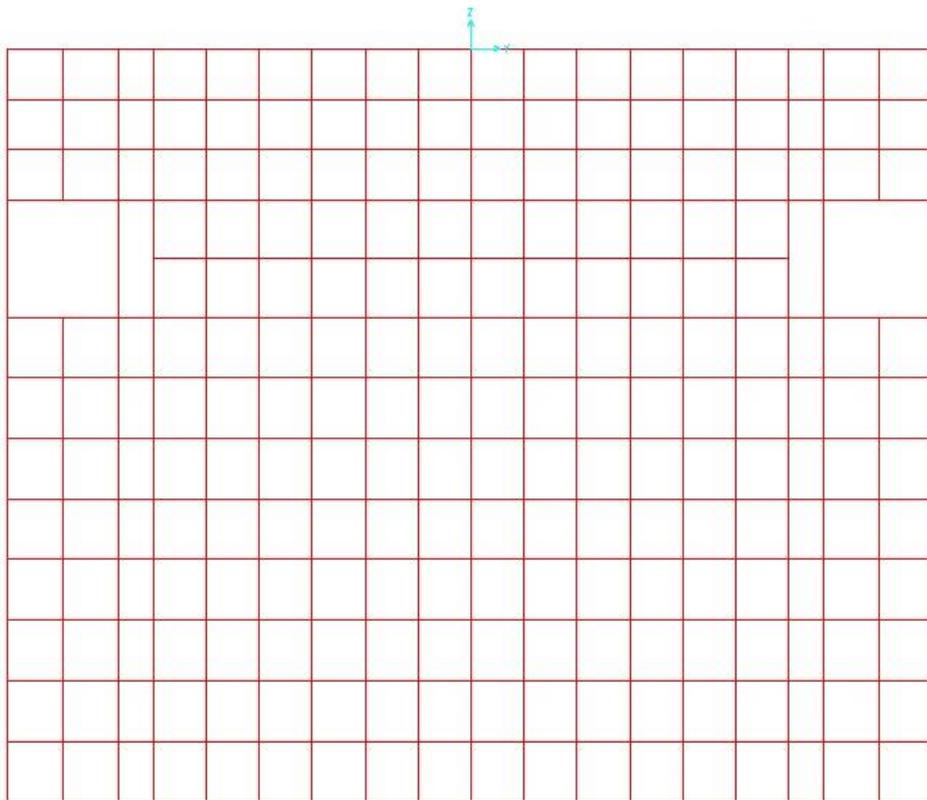
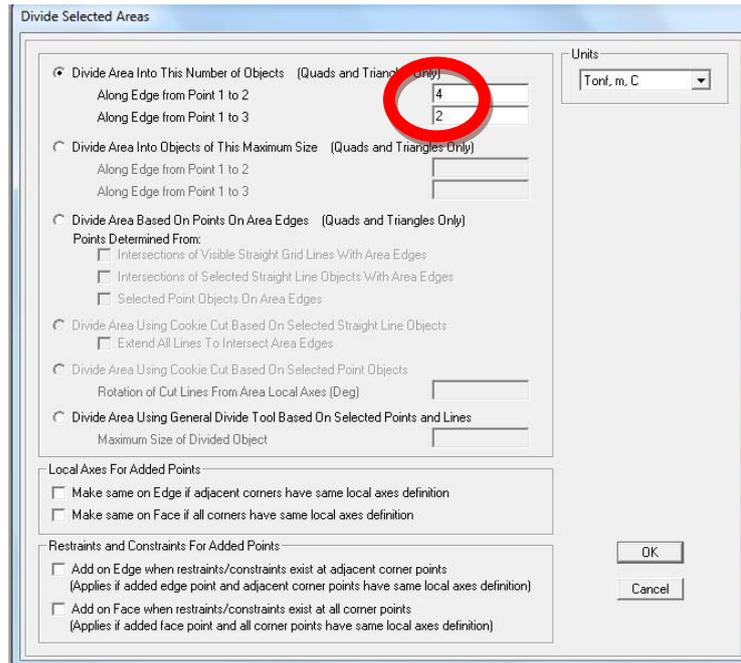
Para visualizar de mejor manera hacer un (EXTRUDE VIEW)



Para observar el estribo por completo, dar clic derecho (SHOW ALL) mostrar todo.



Discretizar la sección Muro2 que es la parte del muro que falta recordar que para discretizar se debe seleccionar las áreas a dividir.



Divide Selected Areas

Divide Area Into This Number of Objects (Quads and Triangles Only)
Along Edge from Point 1 to 2:
Along Edge from Point 1 to 3:

Divide Area Into Objects of This Maximum Size (Quads and Triangles Only)
Along Edge from Point 1 to 2:
Along Edge from Point 1 to 3:

Divide Area Based On Points On Area Edges (Quads and Triangles Only)
Points Determined From:
 Intersections of Visible Straight Grid Lines With Area Edges
 Intersections of Selected Straight Line Objects With Area Edges
 Selected Point Objects On Area Edges

Divide Area Using Cookie Cut Based On Selected Straight Line Objects
 Extend All Lines To Intersect Area Edges

Divide Area Using Cookie Cut Based On Selected Point Objects
Rotation of Cut Lines From Area Local Axes (Deg):

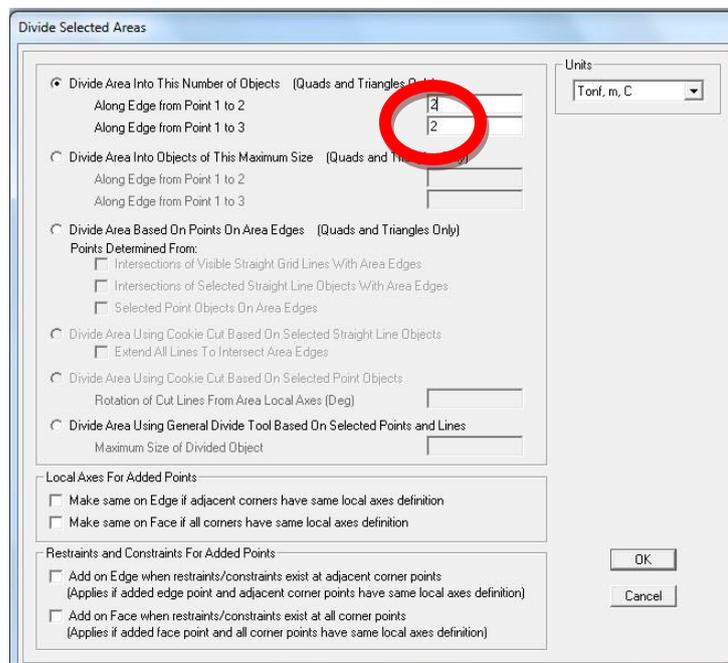
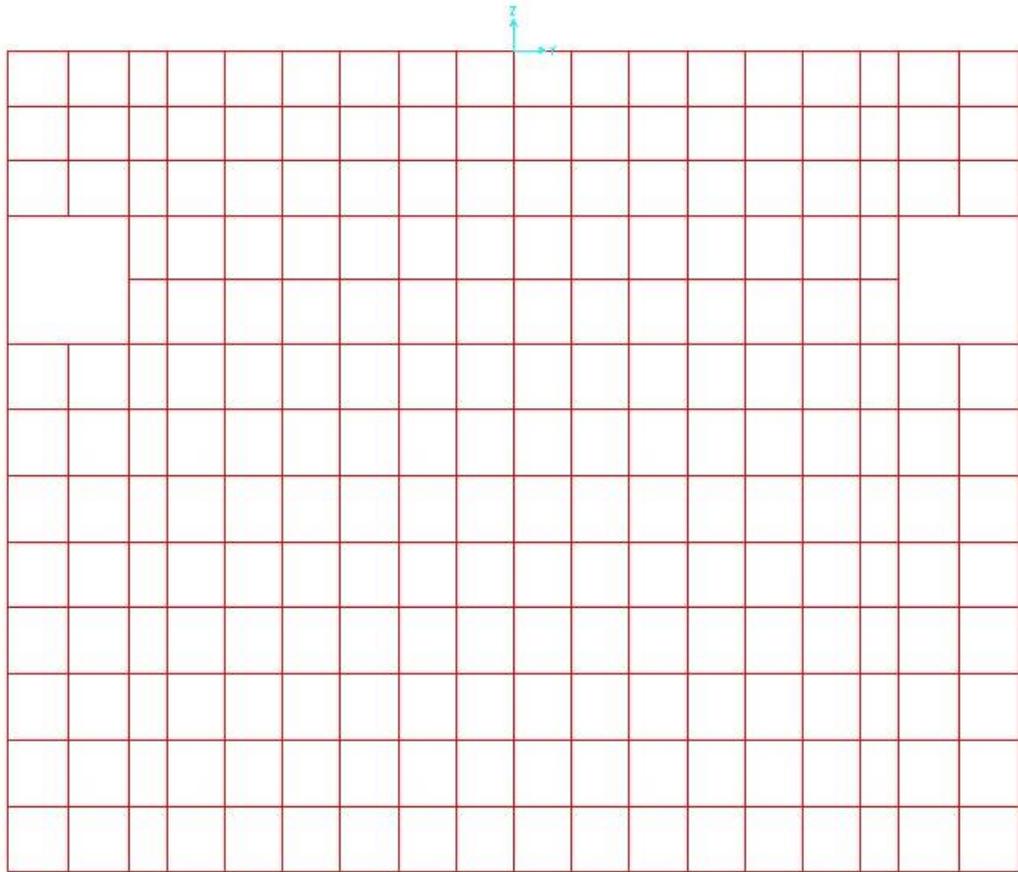
Divide Area Using General Divide Tool Based On Selected Points and Lines
Maximum Size of Divided Object:

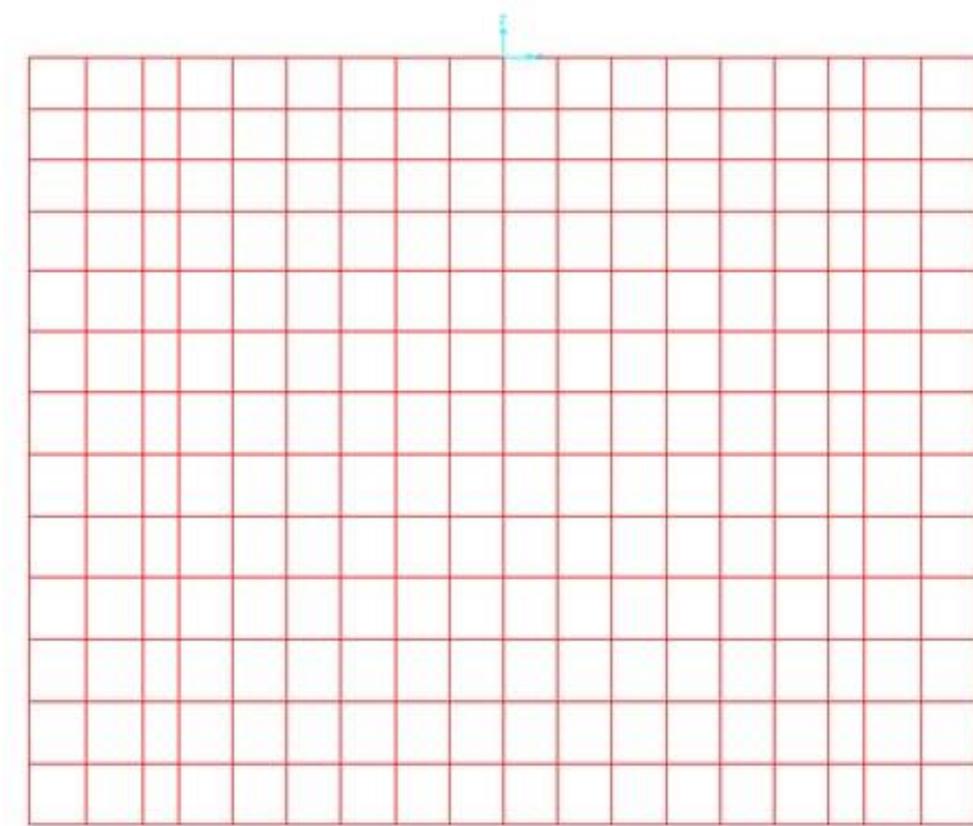
Local Axes For Added Points
 Make same on Edge if adjacent corners have same local axes definition
 Make same on Face if all corners have same local axes definition

Restrains and Constraints For Added Points
 Add on Edge when restrains/constraints exist at adjacent corner points
(Applies if added edge point and adjacent corner points have same local axes definition)
 Add on Face when restrains/constraints exist at all corner points
(Applies if added face point and all corner points have same local axes definition)

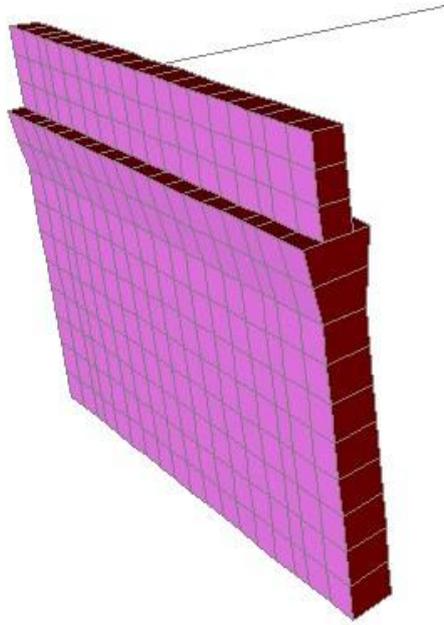
Units:

OK Cancel



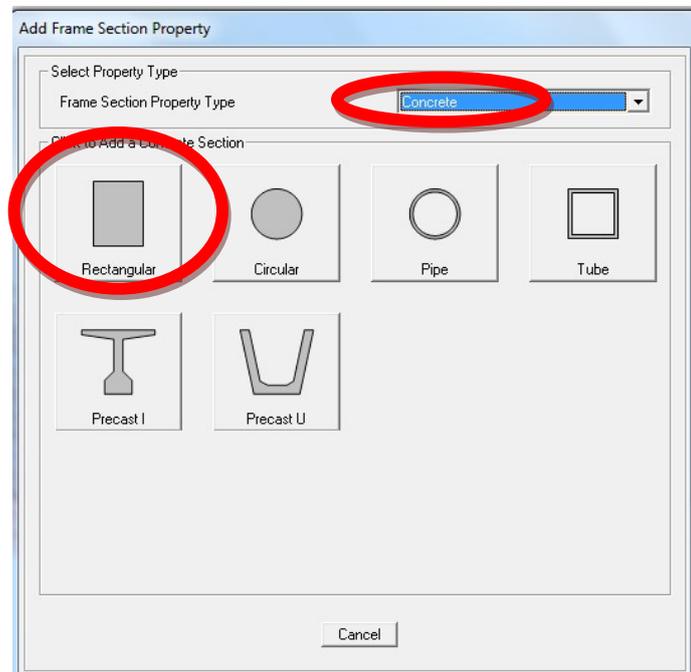
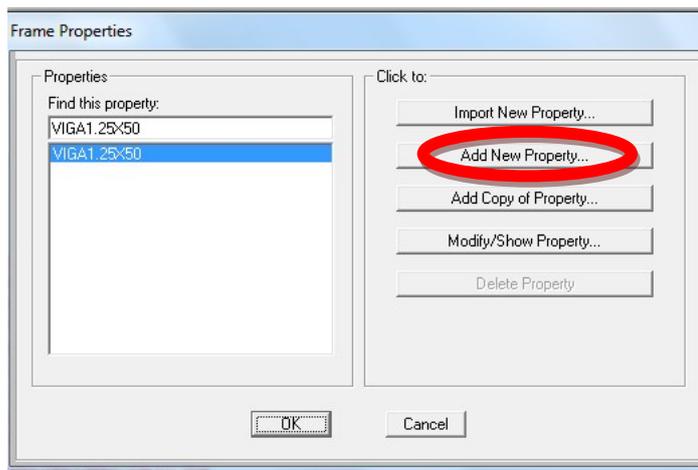


En 3d se observa de la siguiente manera el muro.

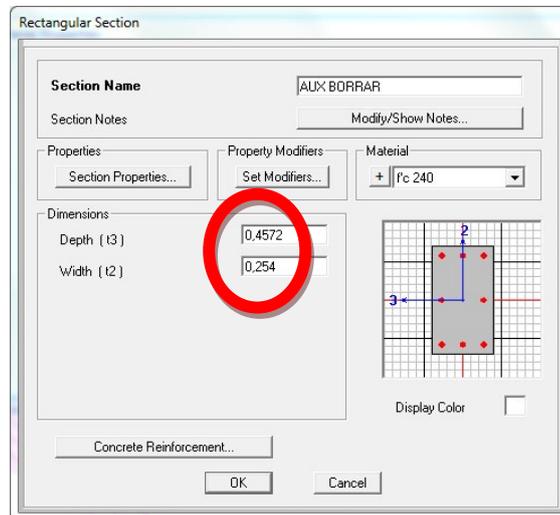


PROCEDIMIENTO PARA CREAR LA CIMENTACIÓN

Una vez terminado el muro proceder a dibujar la cimentación, crear una línea auxiliar la cual será de mucha ayuda.

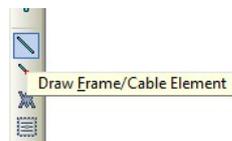


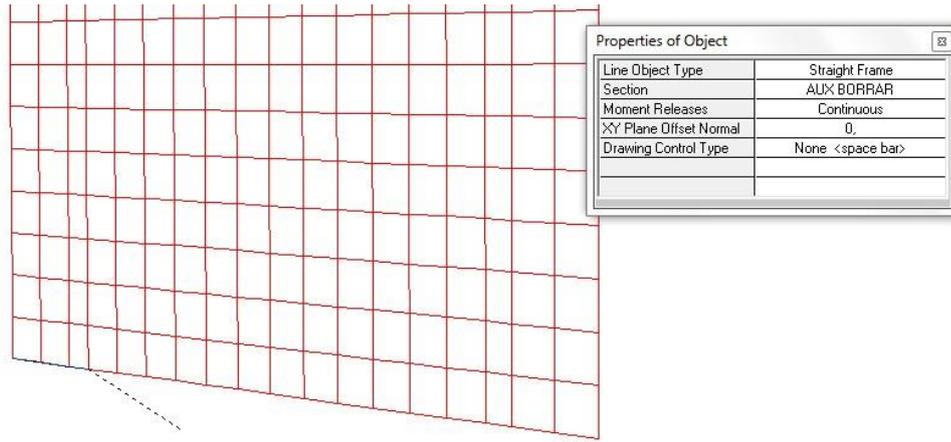
Se pondrá cualquier dimensión debido a que esta sección luego será borrada.



PROCEDIMIENTO PARA DIBUJAR UNA LÍNEA AUXILIAR

Dibujar una línea auxiliar en el final del muro.

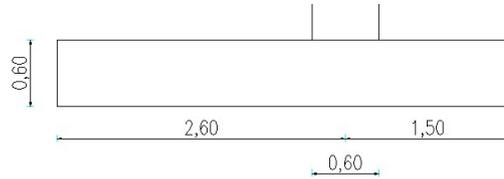




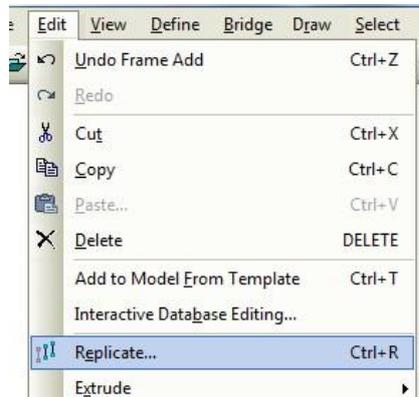
Quitar el muro y dejar solo la línea auxiliar para empezar a dibujar la cimentación.

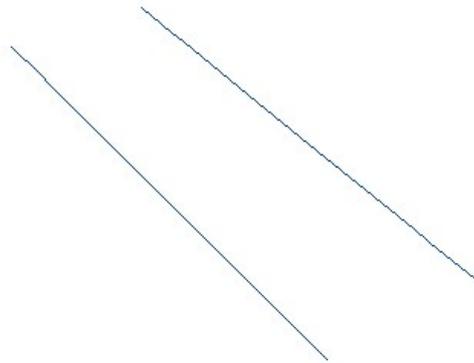
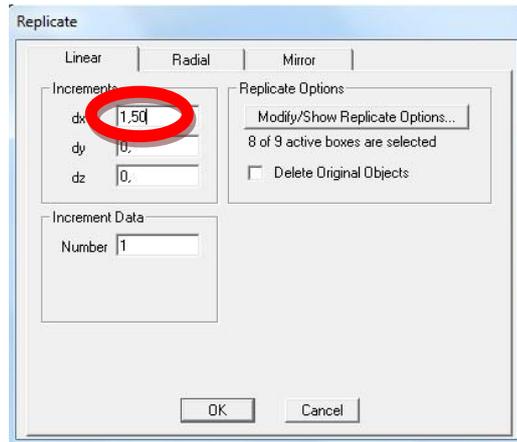


Realizar una réplica (REPLICATE) para dibujar el ancho de la cimentación. Sumando el ancho del muro 0.60, es decir 0,30 para cada lado.

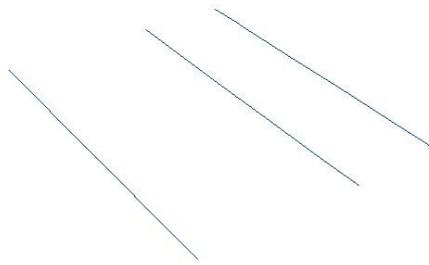
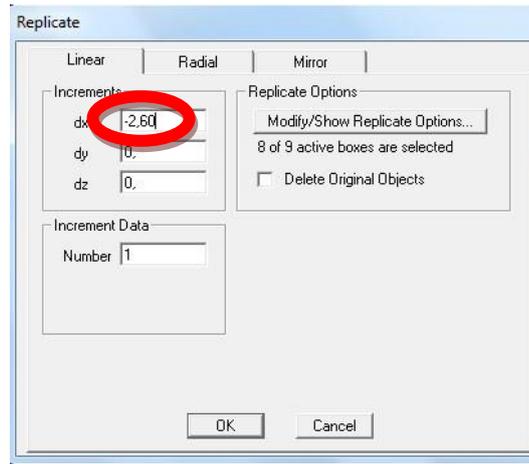


Luego de haber seleccionado la línea auxiliar en editar (EDIT).



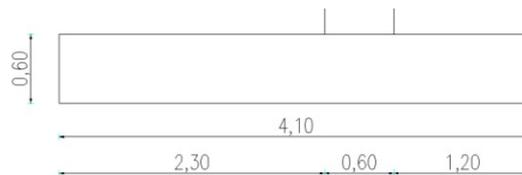


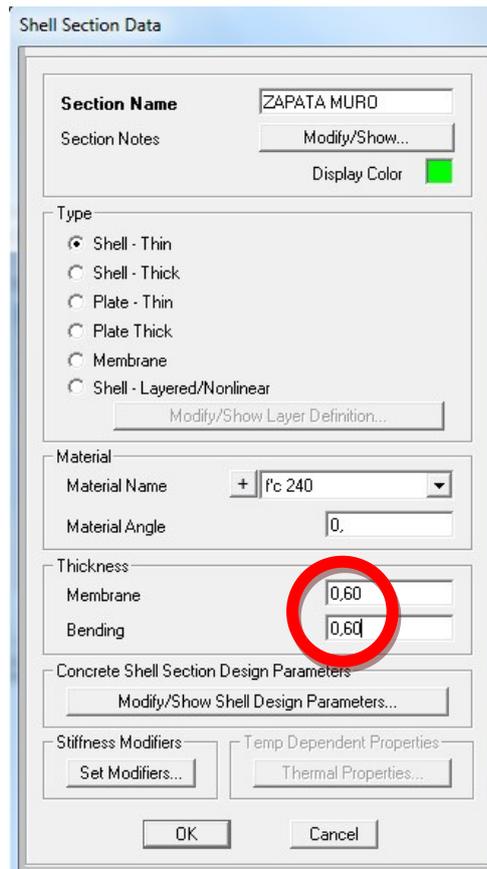
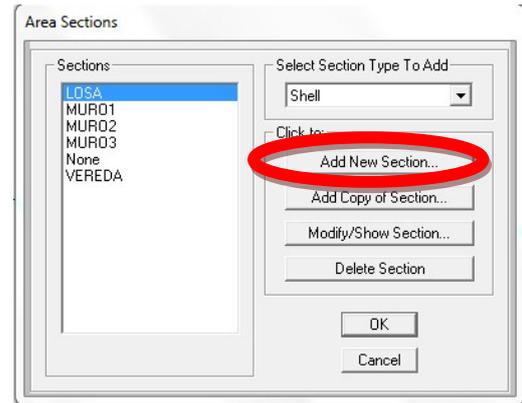
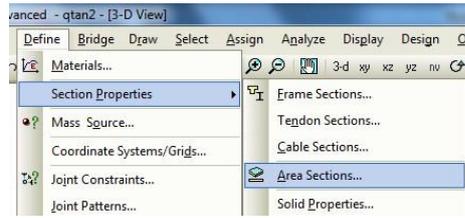
Ahora para el otro lado pero con signo negativo, hacer el mismo procedimiento.



PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LA SECCIÓN DE LA CIMENTACIÓN

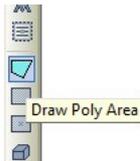
Definir la sección de la cimentación que se llamara (ZAPATA MURO).



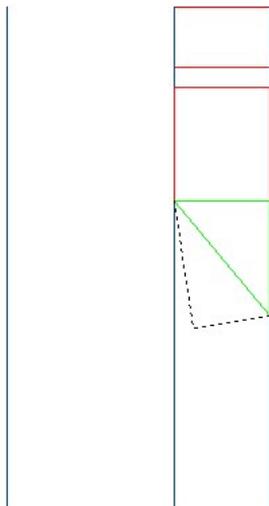


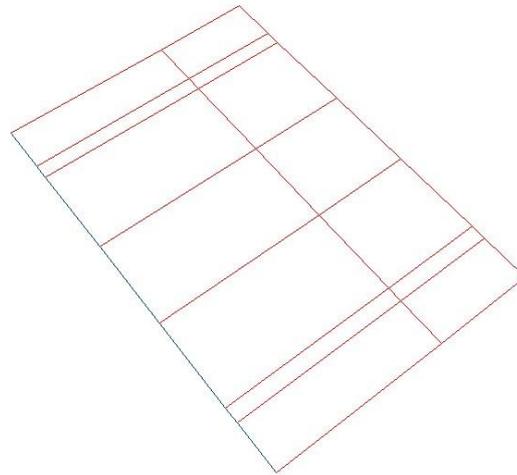
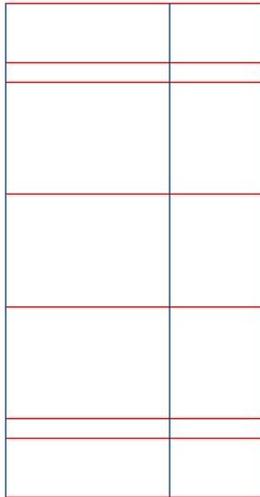
PROCEDIMIENTO PARA DIBUJAR LA SECCIÓN ZAPATA MURO

Dibujar la sección ZAPATA MURO punto por punto, resulta como dibujar en la vista XY.

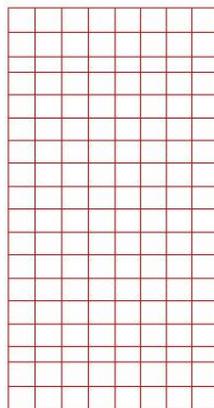


Section	ZAPATA MURO
Drawing Control Type	None <space bar>

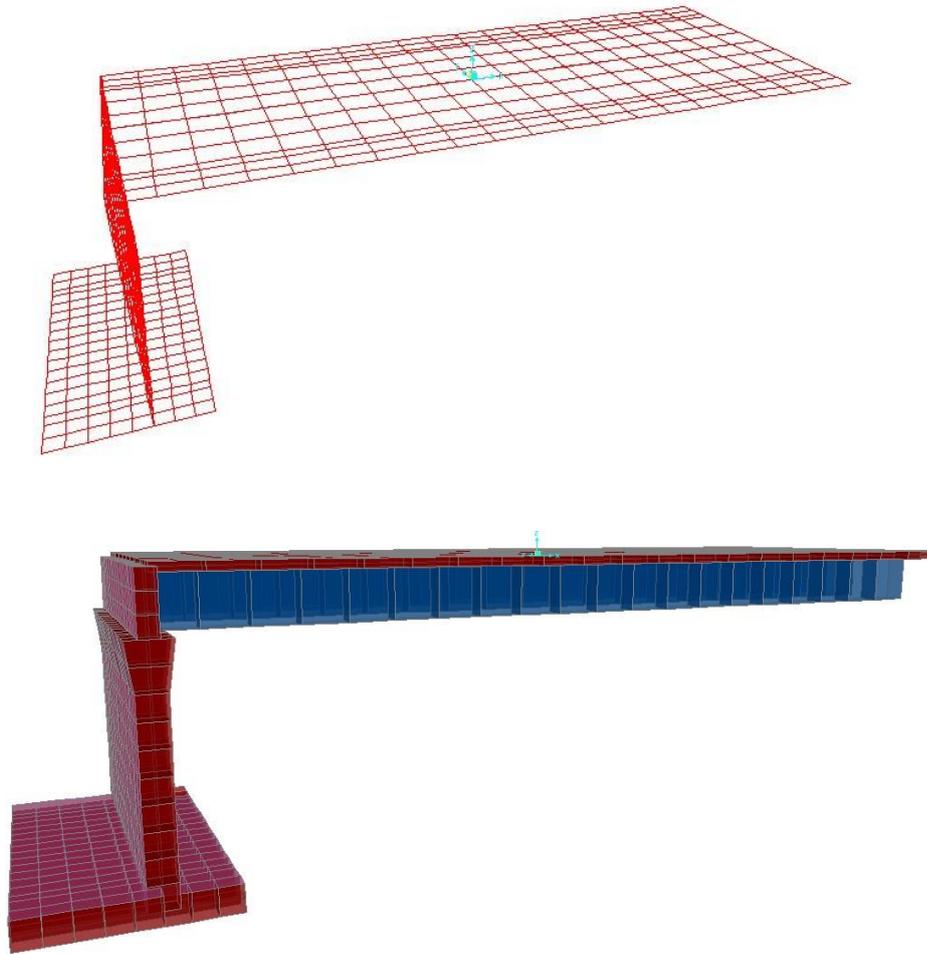




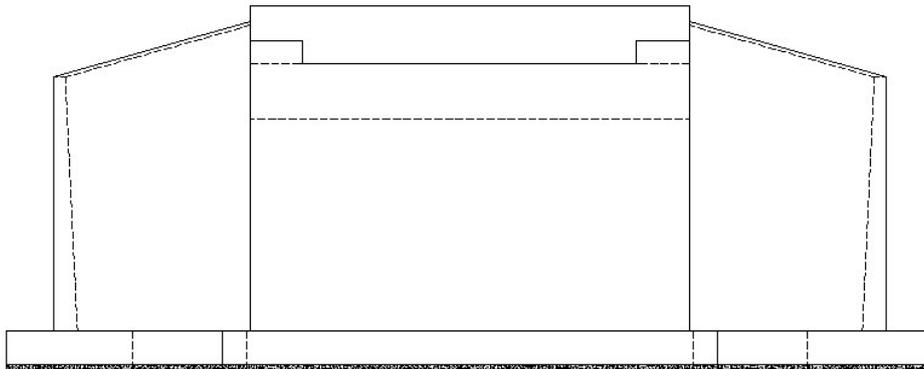
Tener en cuenta que se debe discretizar lo más uniformemente posible y realizar el mismo procedimiento que se ha venido realizando hasta tener todas las áreas de la sección ZAPATA MURO divididas. Luego borrar las líneas auxiliares.



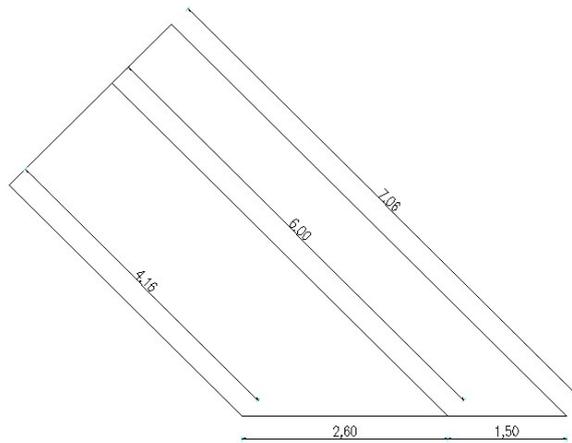
En la vista en 3d se visualiza de la siguiente manera.



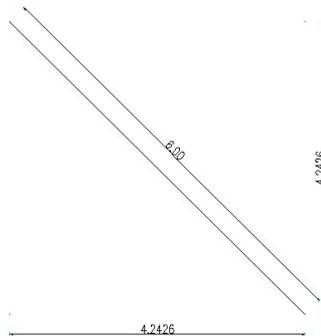
PROCEDIMIENTO PARA CREAR LOS MUROS DE ALA DEL ESTRIBO



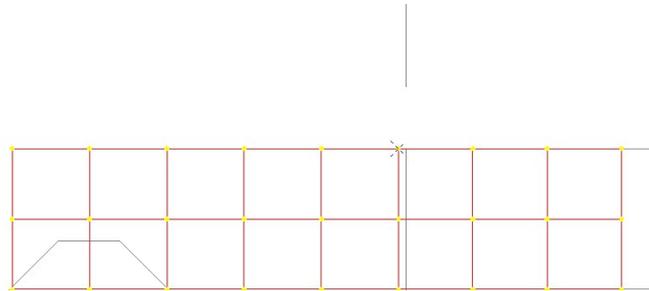
Para graficar los muros de ala que tendrán las dimensiones.



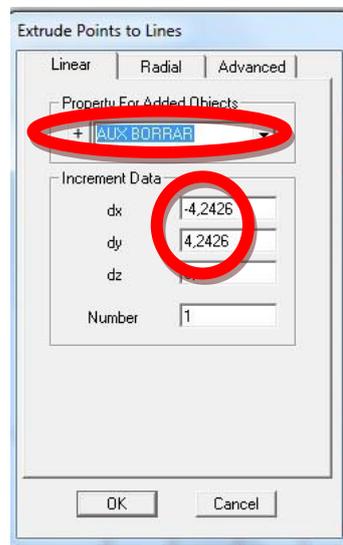
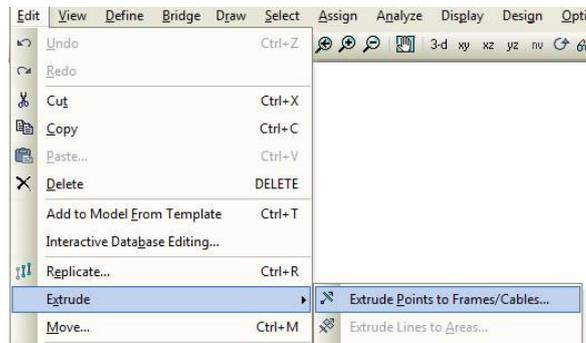
Hacer una breve geometría para tener las coordenadas en X e Y del eje principal del muro de ala.

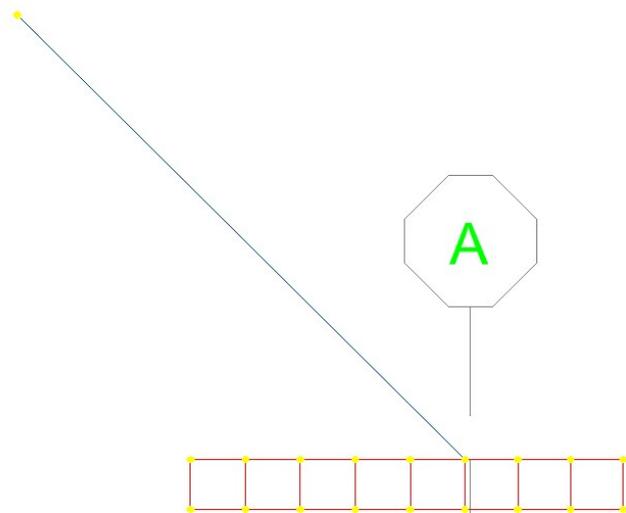


Seleccionar el último punto de la mitad de la cimentación.

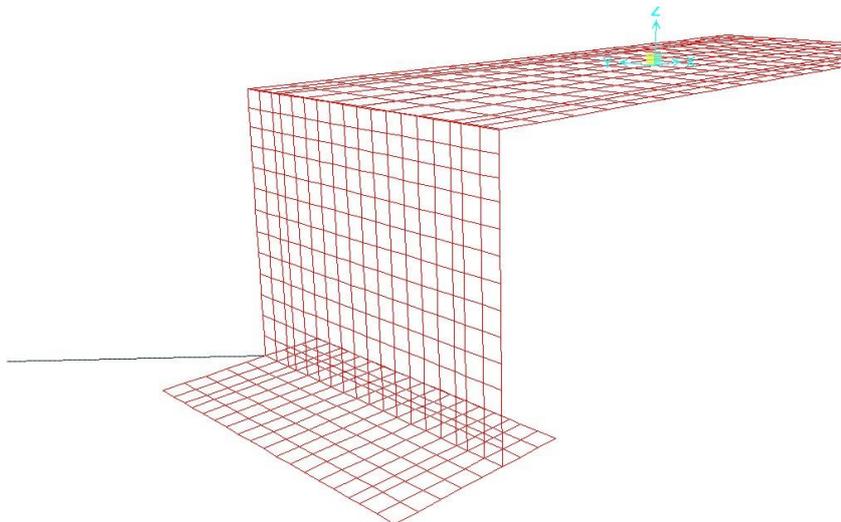


Hacer una extrusión (EXTRUDE) del punto de esta manera tener una línea auxiliar para dibujar el ala.



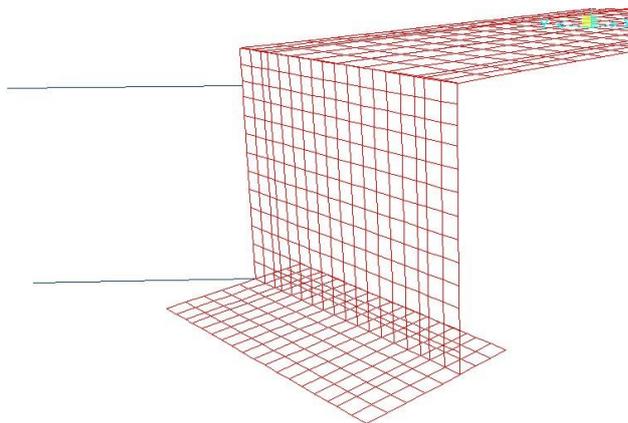
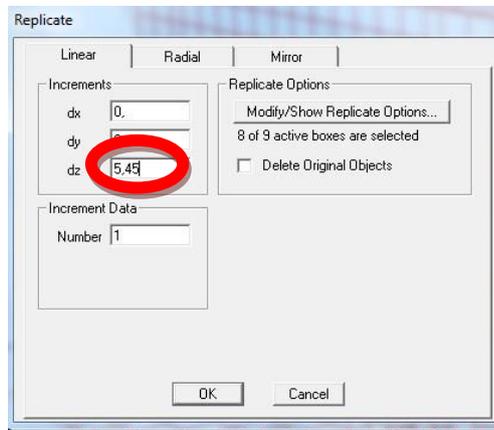
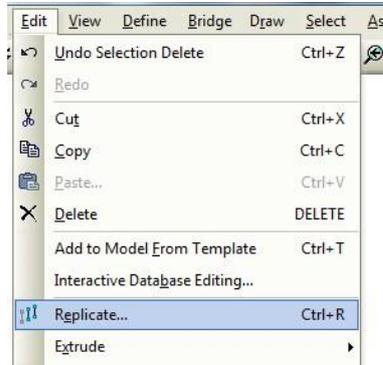


Visto en 3d.



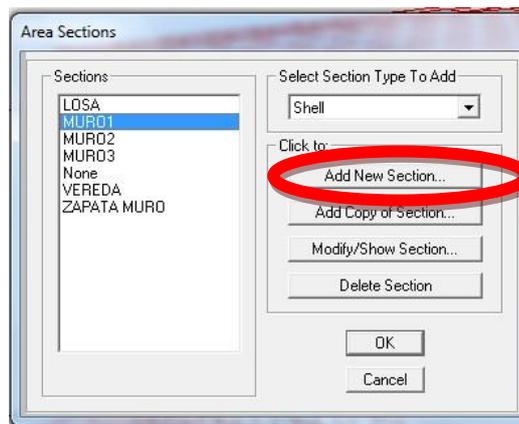
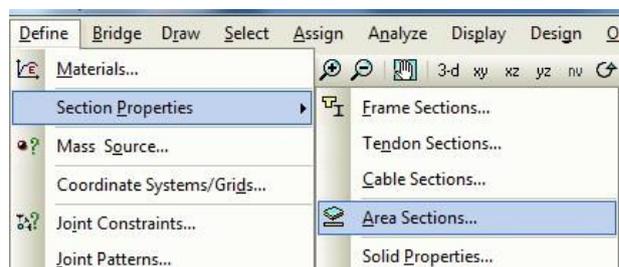
Los muros de ala vienen dados por el estudio hidrológico y sirve para evitar la erosión del suelo atrás del estribo ya sea por la crecida del río o la erosión natural de los taludes por efectos de la gravedad para dibujar el muro de ala tomar en cuenta un metro más abajo de la altura total del estribo es decir 5.45, a razón de la economía al momento de construcción, hacer una réplica

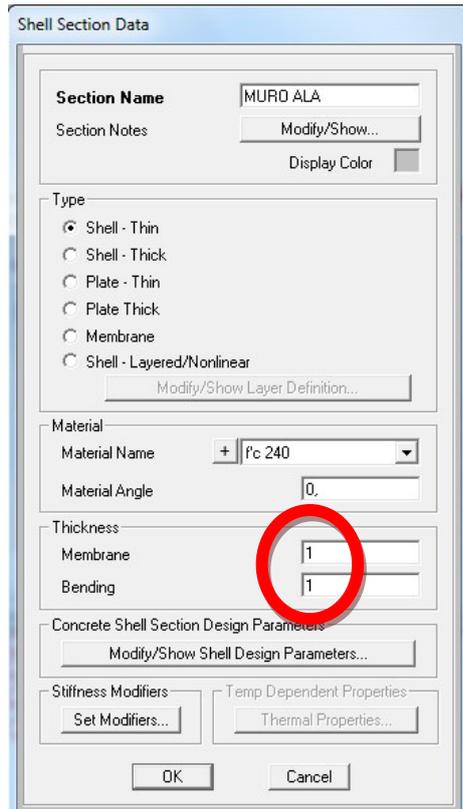
(REPLICATE) de la línea auxiliar, primero se selecciona y luego editar (EDIT).



PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR SECCIÓN DEL ALA DE MURO

Definir la sección del ala de muro.

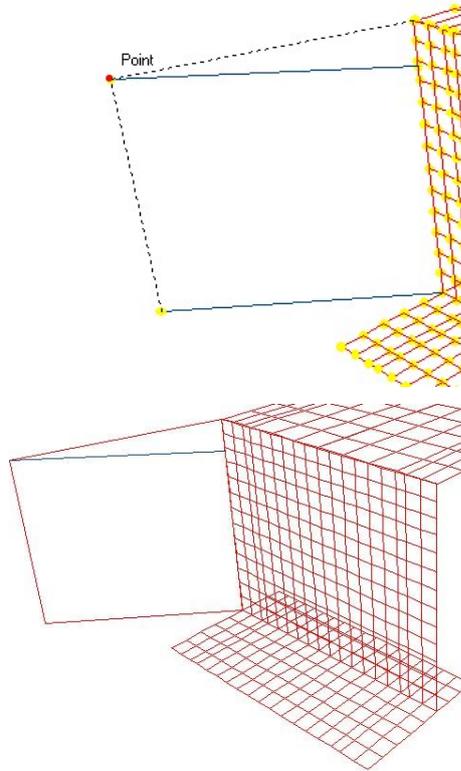




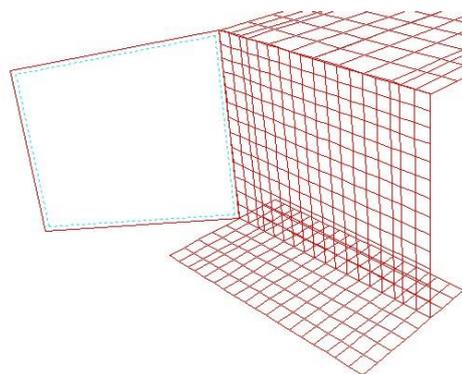
PROCEDIMIENTO PARA DIBUJAR LA SECCIÓN MURO ALA



Section	MURO ALA
Drawing Control Type	None <space bar>

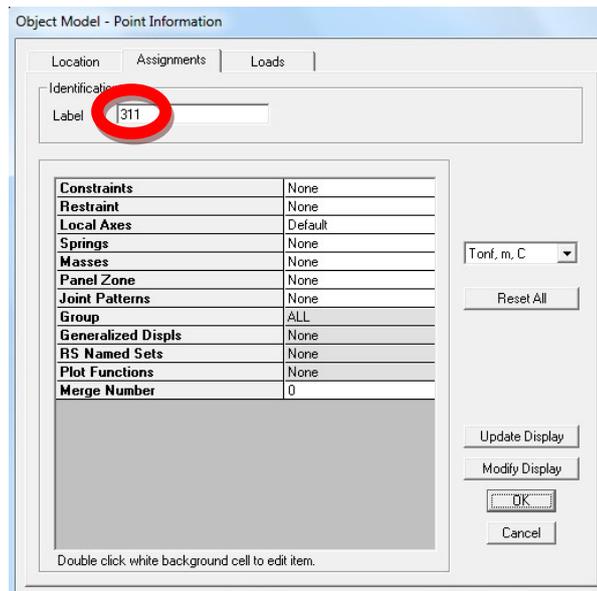
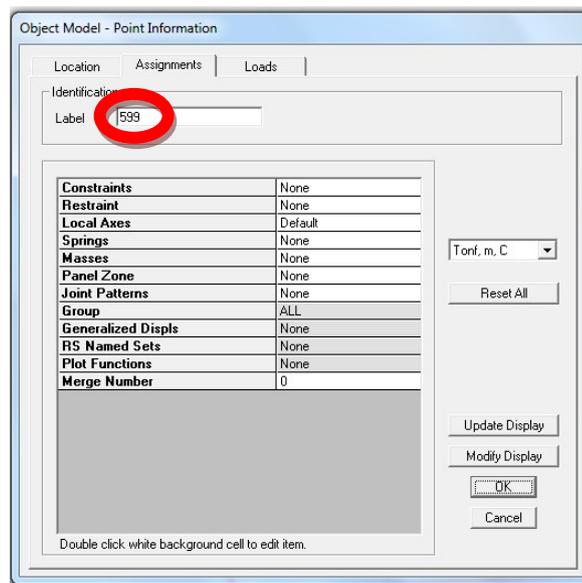


Borrar línea auxiliar de la parte superior.

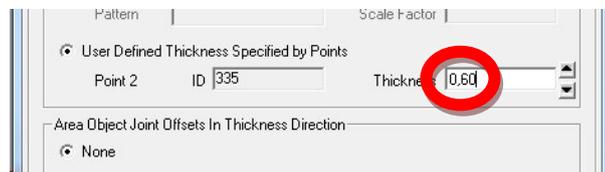
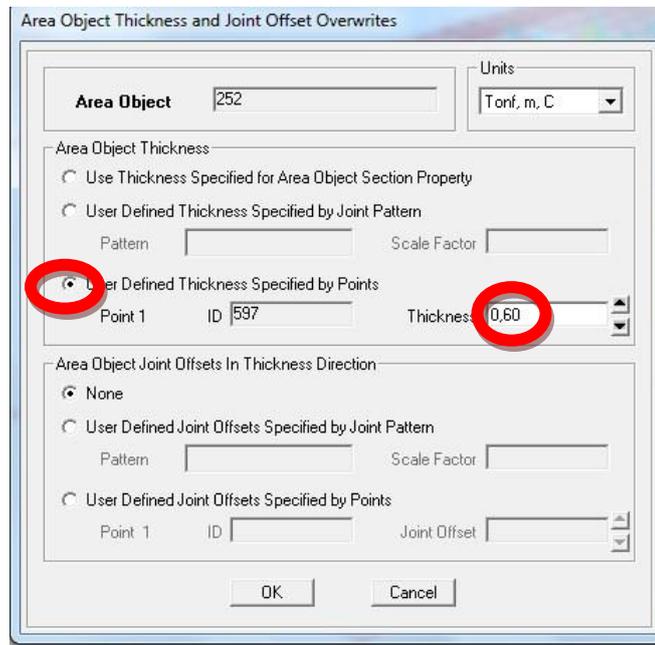
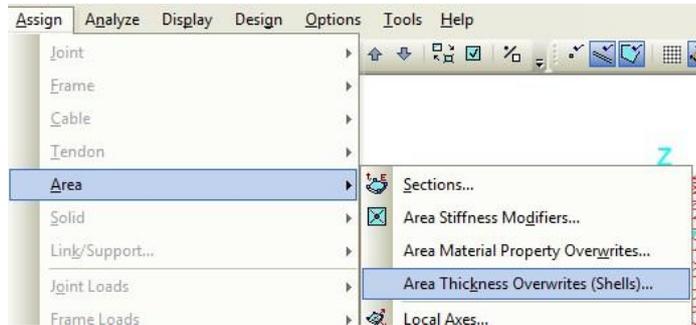


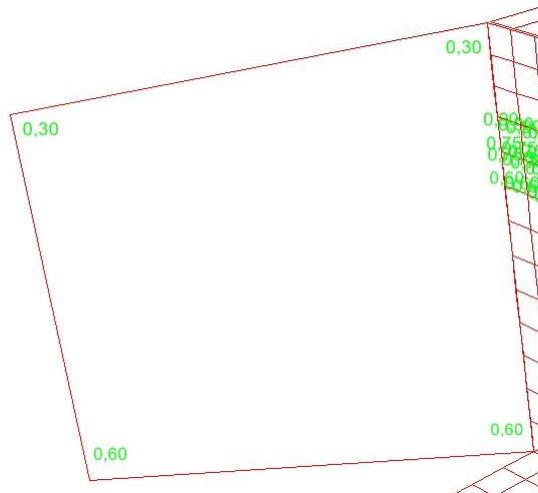
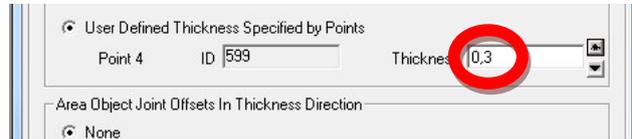
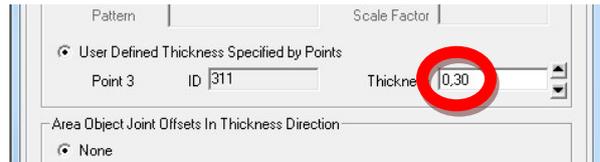
PROCEDIMIENTO PARA CAMBIAR LOS ESPESORES DEL MURO DE ALA

Debido a que la sección tiene diferentes espesores porque también se debe hablar de economía y de esta manera será más factible la construcción. Hacer el mismo procedimiento que se hizo con la sección MURO2.



Seleccionar la sección MURO ALA y asignar (ASSIGN).

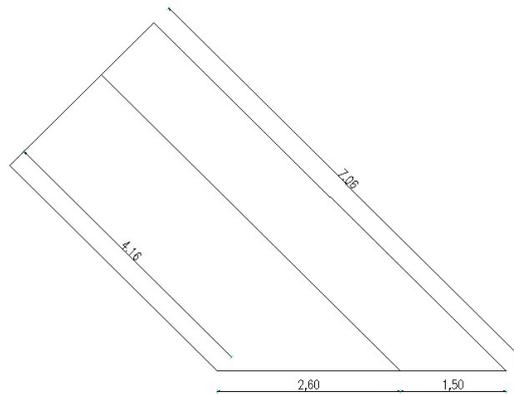




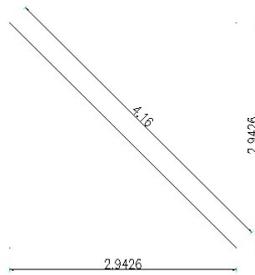
PROCEDIMIENTO PARA CREAR LA CIMENTACIÓN DEL MURO DE ALA.



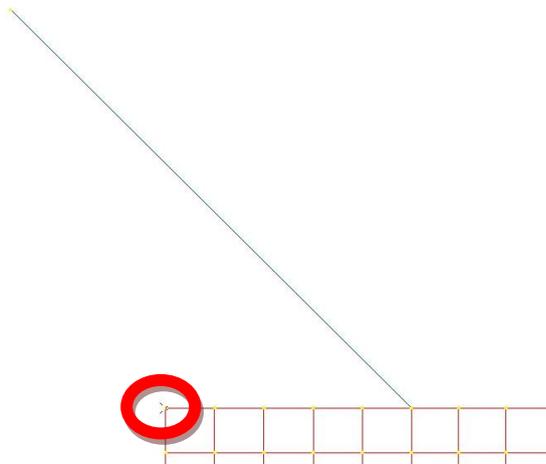
Regresar a la vista en XY y observar las dimensiones de la cimentación del muro de ala.



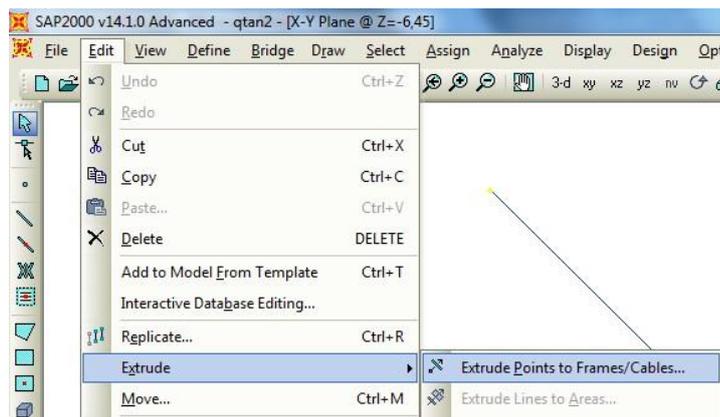
Dibujar la cimentación del muro de ala se hace fácil si se hace una extrusión de los puntos extremos de la cimentación existente con las coordenadas de la siguiente figura.



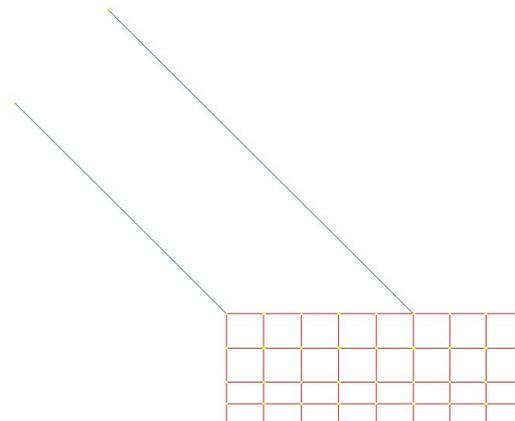
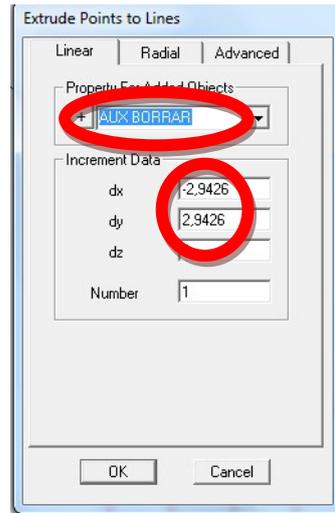
Seleccionar el punto.



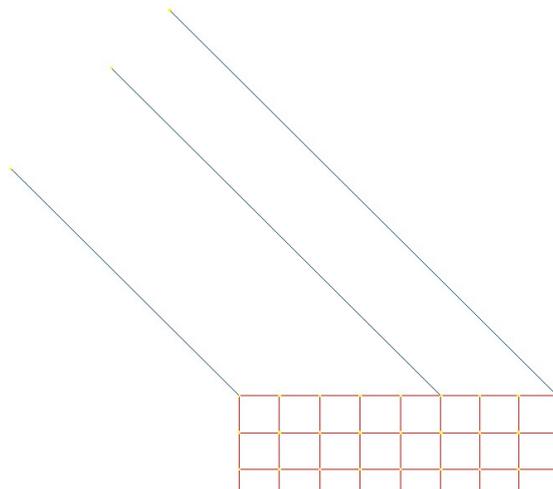
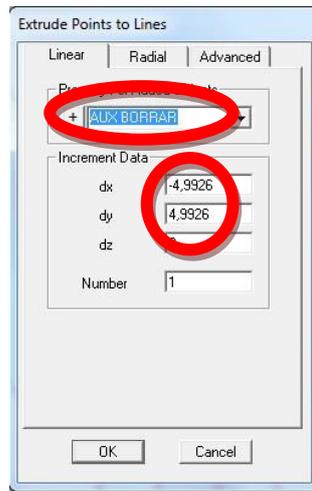
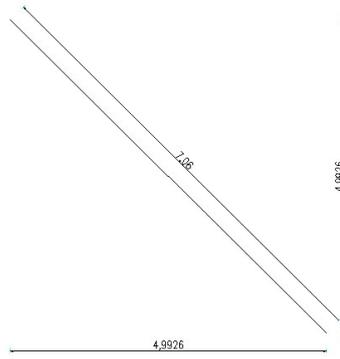
Ir a editar (EDIT).



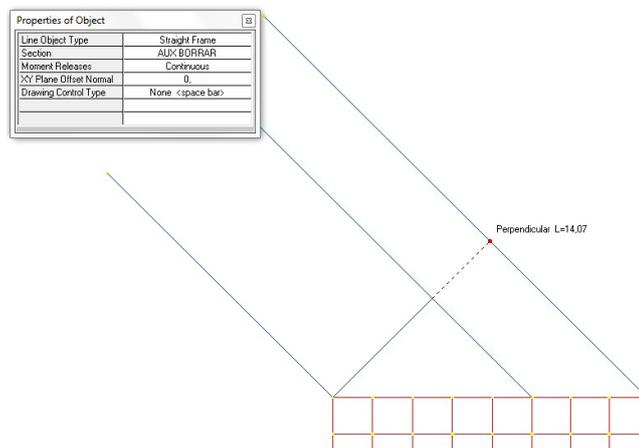
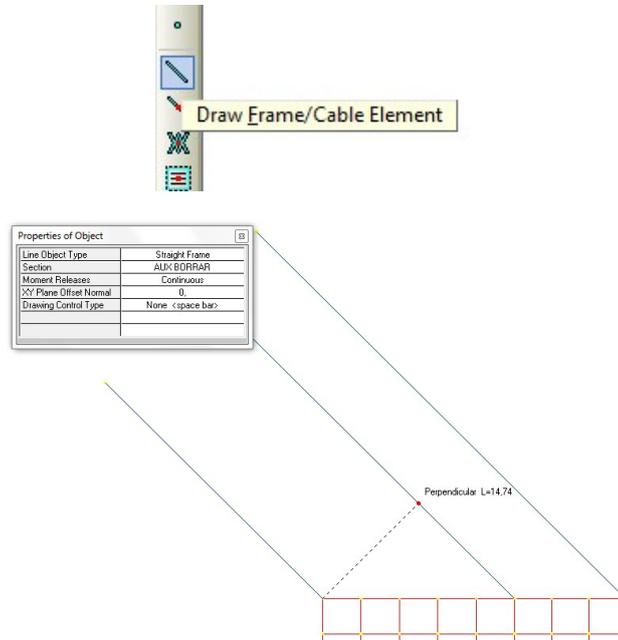
Ingresar las coordenadas del punto con la línea auxiliar.

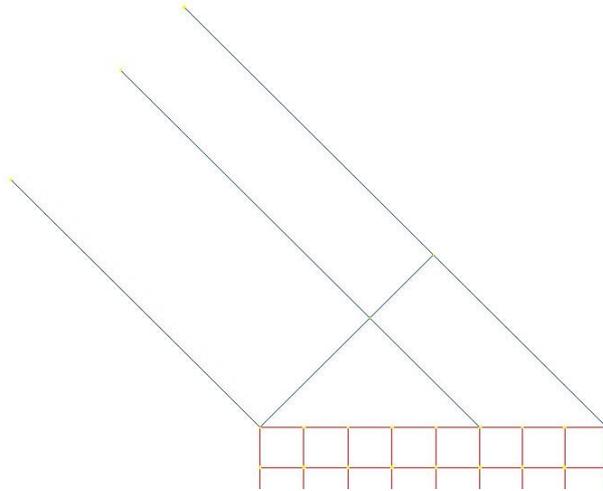


De la misma manera mirar las coordenadas del siguiente punto del muro de ala.



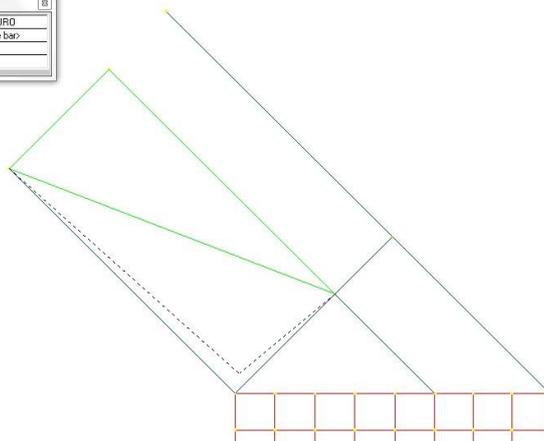
Dibujar una línea auxiliar perpendicular que salga de la esquina de la cimentación existente para que resulte rápido dibujar las secciones de la cimentación del muro de ala.

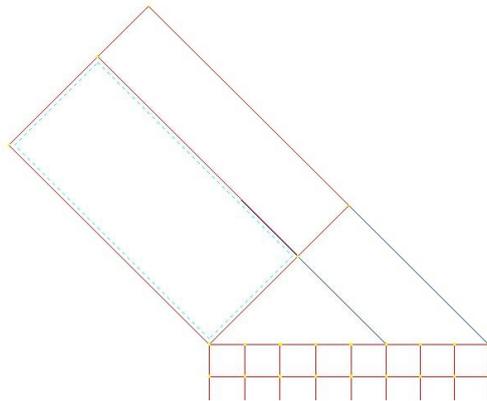




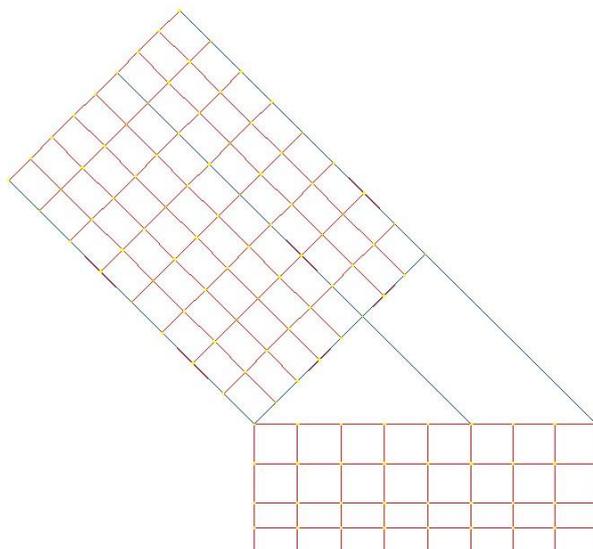
PROCEDIMIENTO PARA DIBUJAR LA SECCIÓN ZAPATA DE MURO.

Properties of Object	
Section	ZAPATA MURO
Drawing Control Type	None <space bar>

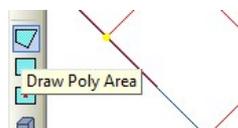


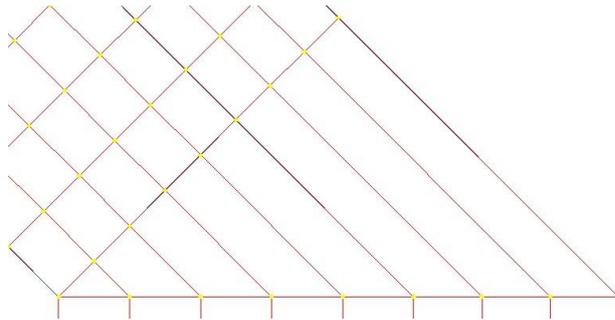
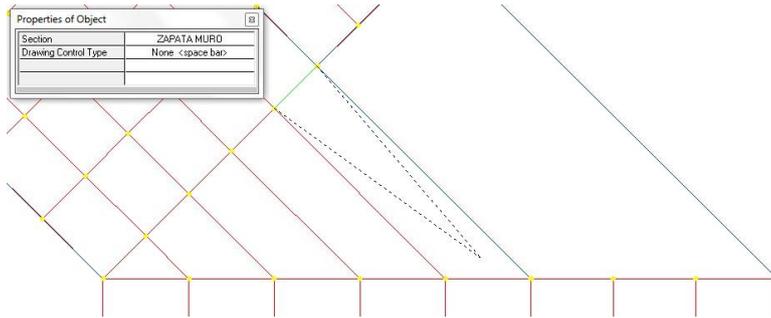
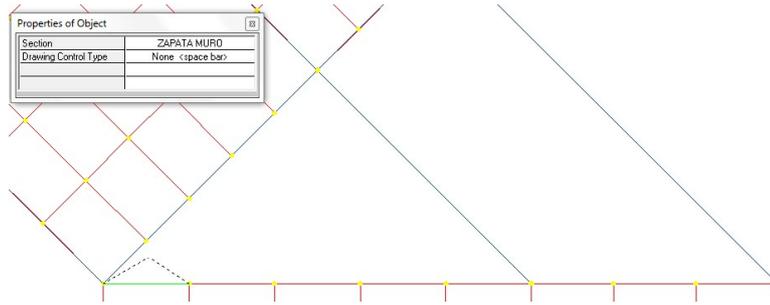


Se discretiza con el mismo concepto que se viene manejando.

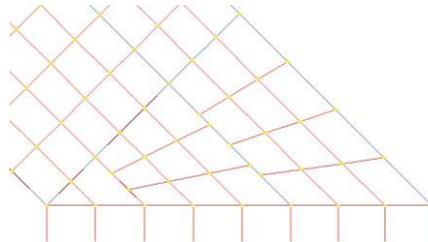


Proceder a dibujar la parte restante de la cimentación.

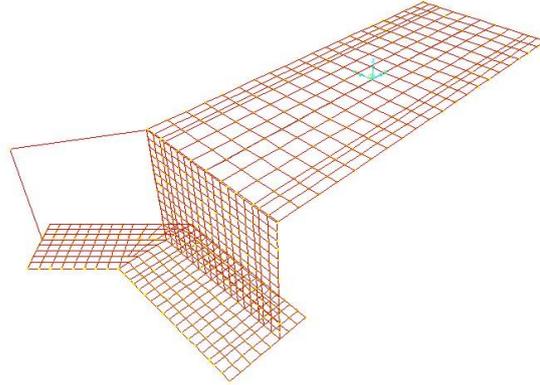




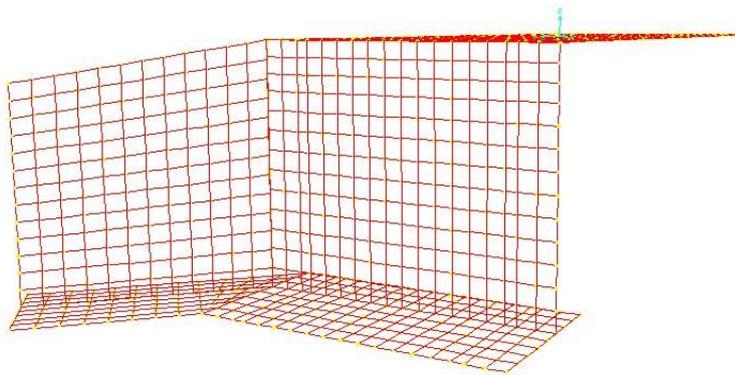
Al igual que las demás secciones se debe discretizar.



Borrar las líneas auxiliares de la cimentación.

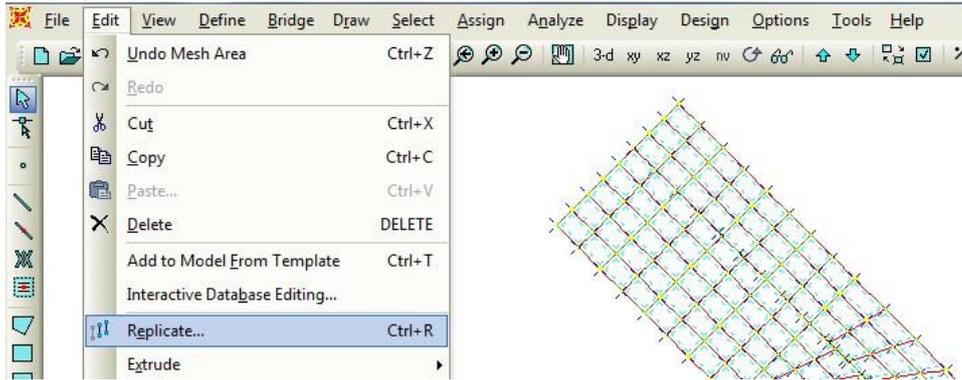


Se discretiza todas las áreas de la sección del muro de ala.

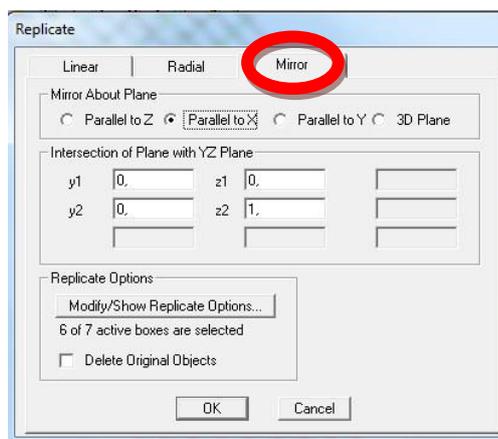


PROCEDIMIENTO PARA HACER UN (REPLICATE) DEL MURO DE ALA Y CIMENTACIÓN

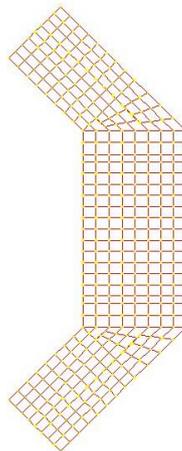
Como se observa solo se tiene un muro de ala del estribo para dibujar el otro lado, seleccionar el muro de ala y cimentación (ZAPATA MURO). En editar (EDIT) hacer una réplica (REPLICATE).



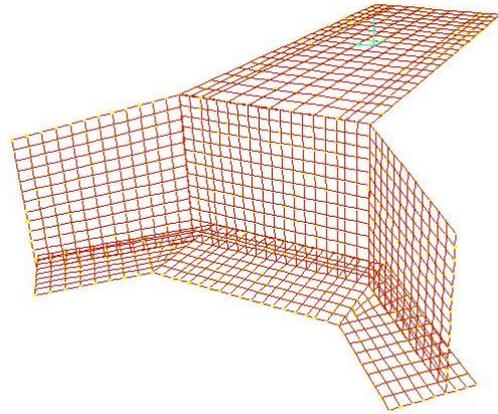
En la pestaña espejo seleccionamos paralelo a X.



Se obtendrá el otro muro de ala.



En vista 3d.



PROCEDIMIENTO PARA ENCONTRAR LOS COEFICIENTES DE RESORTE

Para encontrar los coeficientes de resorte en el sentido X (K_x), en el sentido Y (K_y), en el sentido Z (K_z), se debe encontrar el coeficiente K (Coeficiente de Balasto o módulo de Winkler). Se obtiene mediante el estudio de suelos bajo los parámetros que requiera el suelo en estudio.

Del estudio de suelos se obtiene los siguiente datos:

- Capacidad portante del suelo 20Tn/m³.
- Coeficiente de Balasto K de 4000Tn/m³.

Se define tres tipos de nudos debido a que en la discretización existen tres tipos de áreas colaborantes que confluyen a dichos nudos. A continuación en la Tabla 7.2 se muestra la tabulación y los cálculos típicos para obtener los coeficientes de resorte en el sentido X (Kx), en el sentido Y (Ky), en el sentido Z (Kz).

Tabla 7.2						
	K	A1	∅	Kz	Kx	Ky
	K (Ton/m ³)	(m ²)	(°)	(Ton/m)	(Ton/m)	(Ton/m)
NUDO 1	4000	0,50000	30	2000	1000	1000
NUDO 2	4000	0,25000	30	1000	500	500
NUDO 3	4000	0,12500	30	500	250	250

$$Kz = K * A1$$

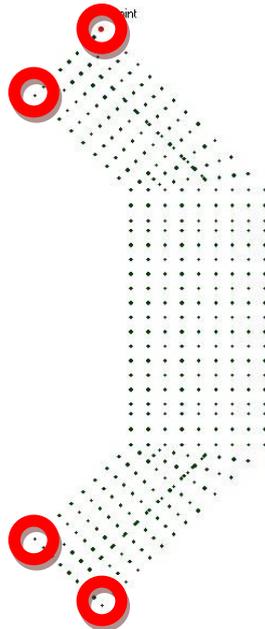
$$Kx = K * (1 - \text{sen } \emptyset) * A1$$

$$Ky = K * (1 - \text{sen } \emptyset) * A1$$

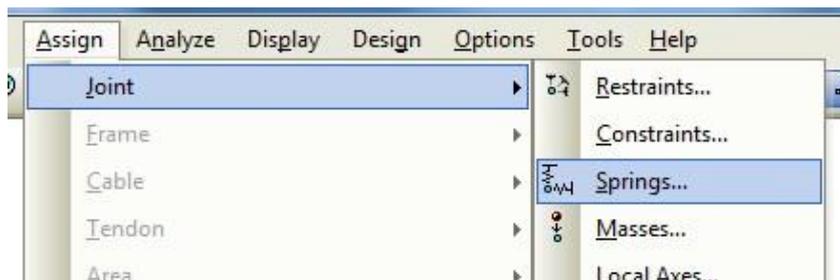
PROCEDIMIENTO PARA CREAR LOS SPRING

El spring.- es la idealización matemática de la teoría de cimentaciones en medio elástico, implementada en dicha herramienta que permite simular la interacción suelo-estructura.

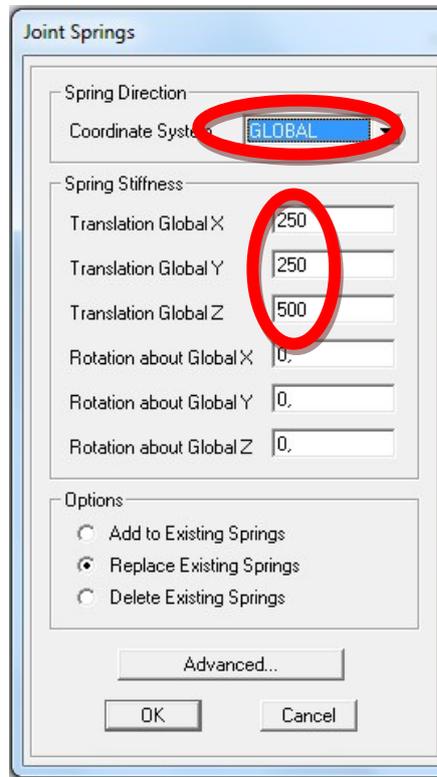
Seleccionar los 4 puntos de las esquinas de la cimentación.

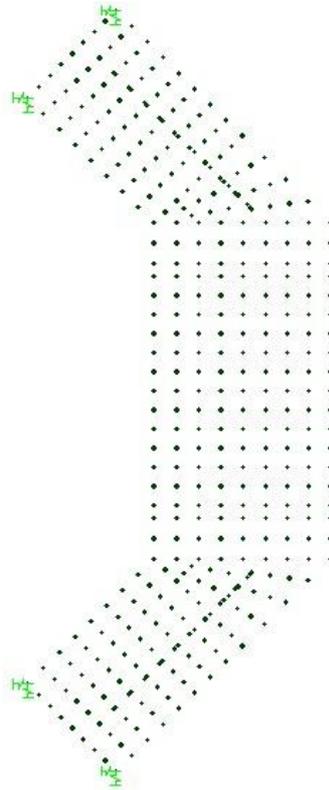


Asignar los springs.

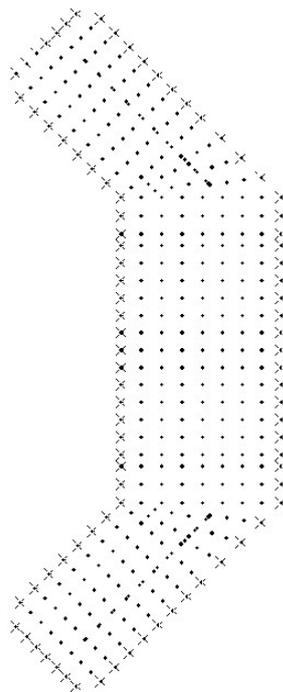


Ingresar los datos que se obtuvo en la tabla 7.2 del nudo1 con el sistema de coordenadas globales.





Remove los spring ya ubicados y seleccionar los puntos del exterior.



Ingresar los datos que se obtuvo en la tabla 7.2 del nudo2 con el sistema de coordenadas globales.

Joint Springs

Spring Direction

Coordinate System: GLOBAL

Spring Stiffness

Translation Global X: 500

Translation Global Y: 500

Translation Global Z: 1000

Rotation about Global X: 0.

Rotation about Global Y: 0.

Rotation about Global Z: 0.

Options

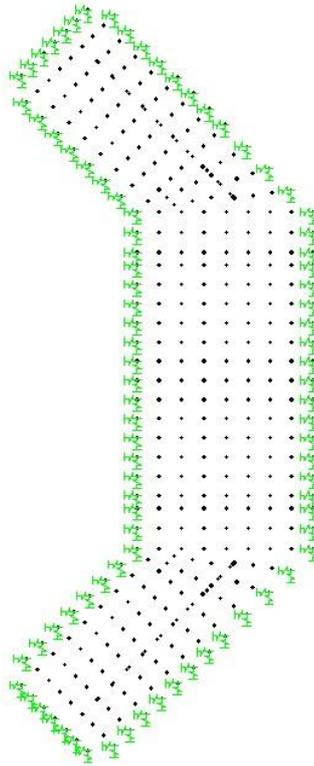
Add to Existing Springs

Replace Existing Springs

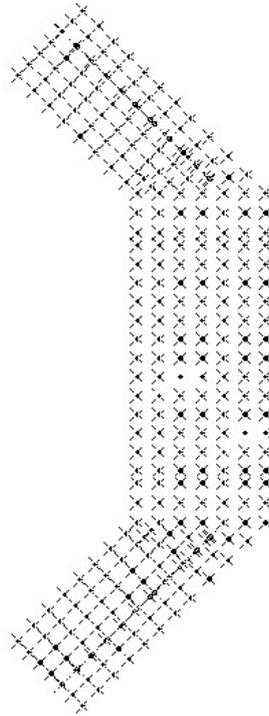
Delete Existing Springs

Advanced...

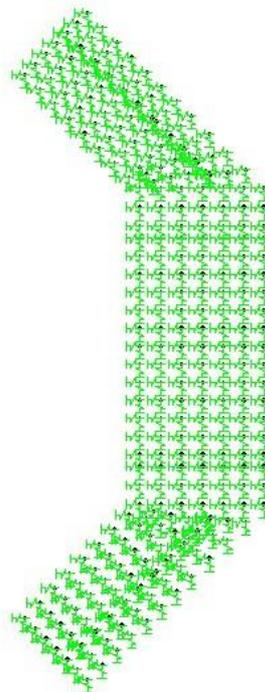
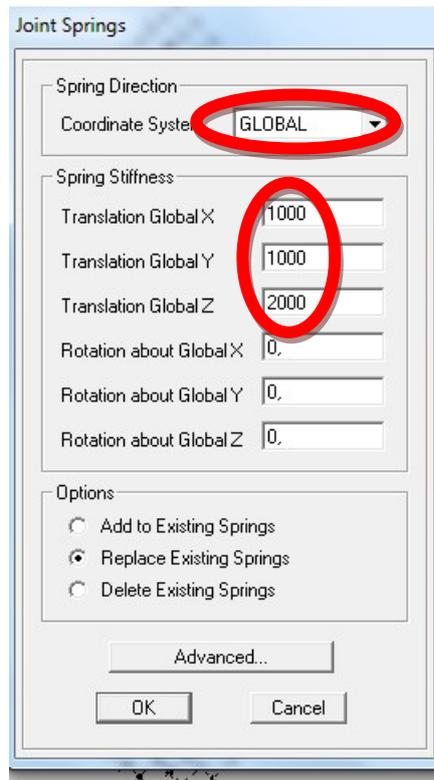
OK Cancel



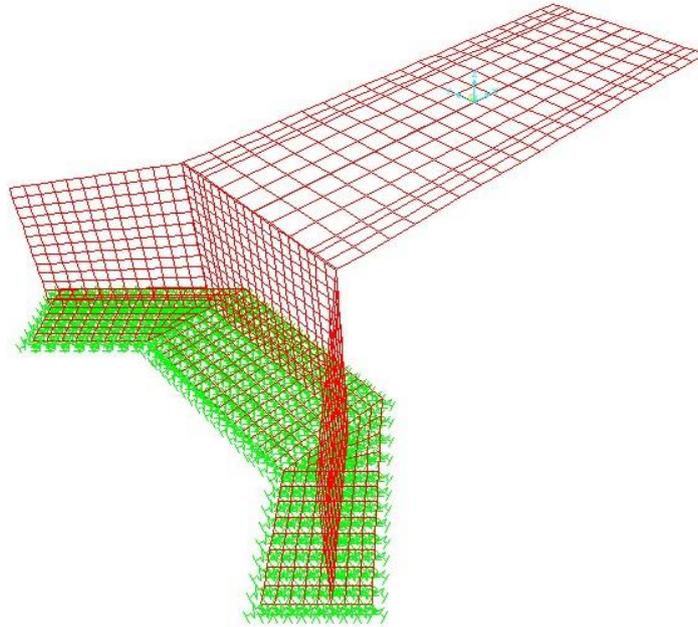
Por último seleccionar los puntos sobrantes.



Ingresar los datos que se obtuvo en la tabla 7.2 del nudo2 con el sistema de coordenadas globales.

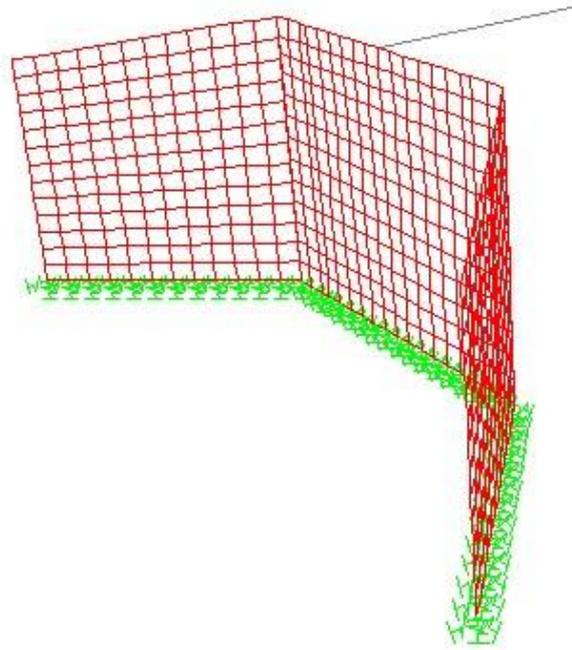


Clic derecho SHOW ALL (mostrar todo) y vista en 3d.

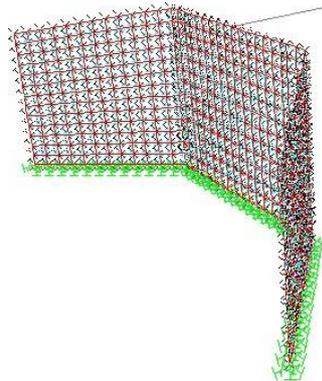


PROCEDIMIENTO PARA INGRESAR LA PRESIÓN DE TIERRAS

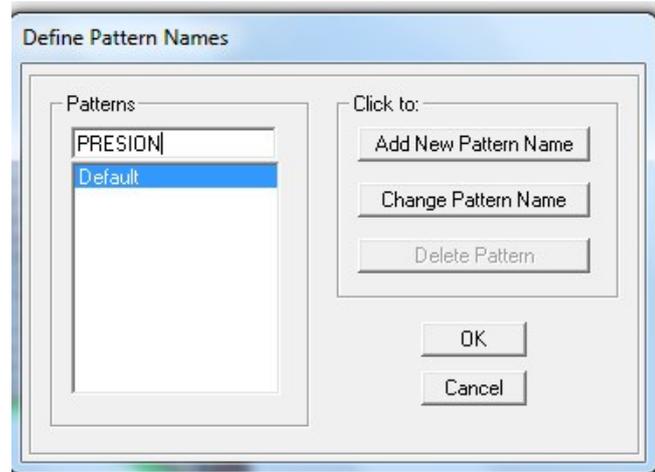
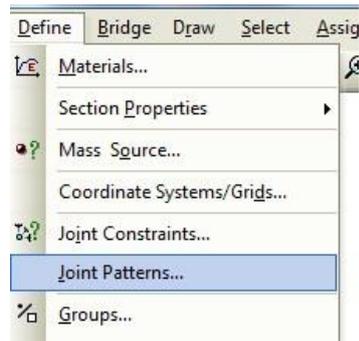
Ahora para la presión de tierras (CARGA) que resistirá el estribo.



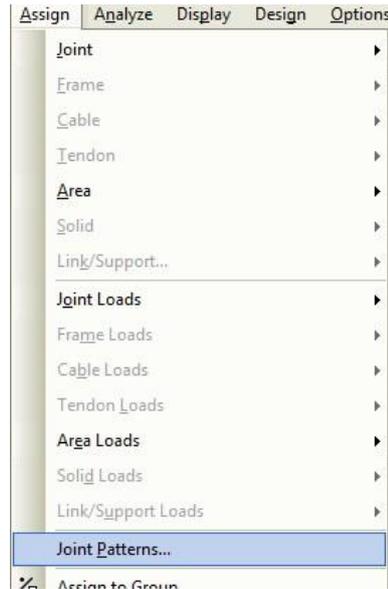
Seleccionar solo el estribo.



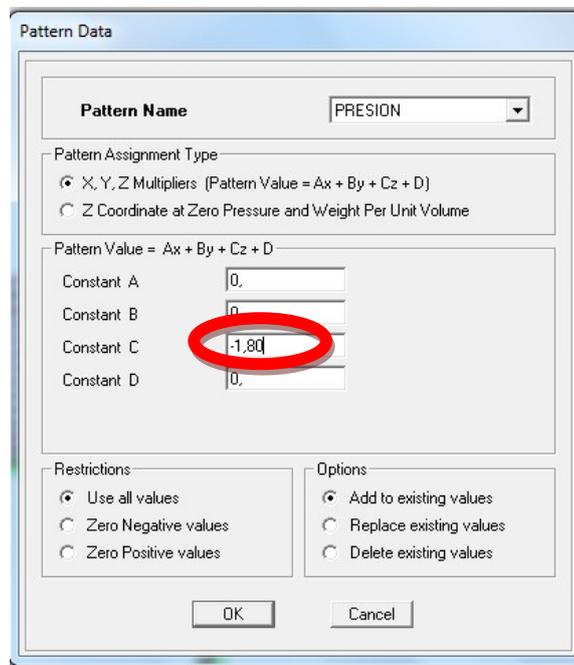
Definir (DEFINE) Junta de nudos patrones y poner un nombre Presión la misma que servirá para aplicar la presión del suelo.



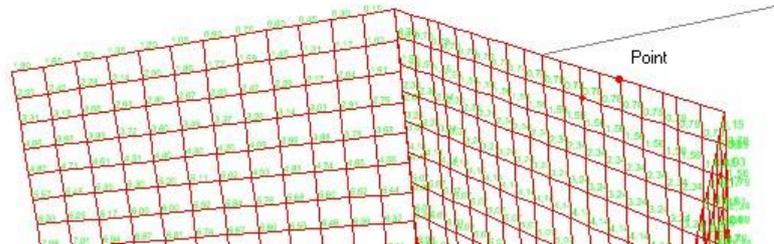
Una vez definido la PRESIÓN del suelo proceder a asignar (ASSIGN) el valor de la carga.



Del estudio de suelos se obtuvo el peso específico del suelo que es 1.80Tn/m³. este valor se ingresa en la constante C, no se llenará las demás constantes debido a que las solicitaciones del estribo no presentan una sobre carga y además el eje del puente está ubicado geométricamente en la coordenada Z (0.0.0).



El punto superior del estribo, clic derecho se observa el siguiente valor siendo la manera en que la presión de tierras actuará.



Y
en
el

Object Model - Point Information

Location Assignments Loads

Identification

Label: 341

Constraints	None
Restraint	None
Local Axes	Default
Springs	None
Masses	None
Panel Zone	None
Joint Pattern	
Pattern Name	PRESSION
Value	0.
Group	ALL
Generalized Displs	None
RS Named Sets	None
Plot Functions	None
Merge Number	0

Tonf, m, C

Reset All

Update Display

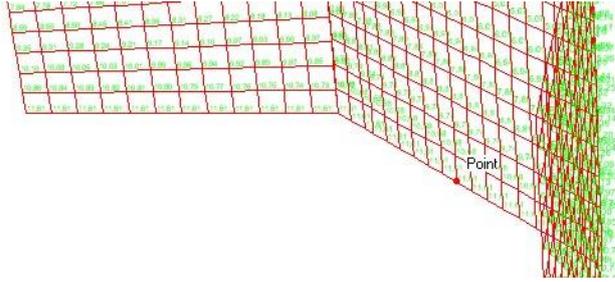
Modify Display

OK

Cancel

Double click white background cell to edit item.

punto inferior del estribo la presión será mayor.



Object Model - Point Information

Location Assignments Loads

Identification

Label 446

Constraints	None
Restraint	None
Local Axes	Default
Springs	
Coordinate System	GLOBAL
UX	1000,
UY	1000,
UZ	2000,
Masses	None
Panel Zone	None
Joint Pattern	
Pattern Name	ASSIGN
Value	11,61
Group	ALL
Generalized Displs	None
RS Named Sets	None
Plot Functions	None
Merge Number	0

Tonf, m, C

Reset All

Update Display

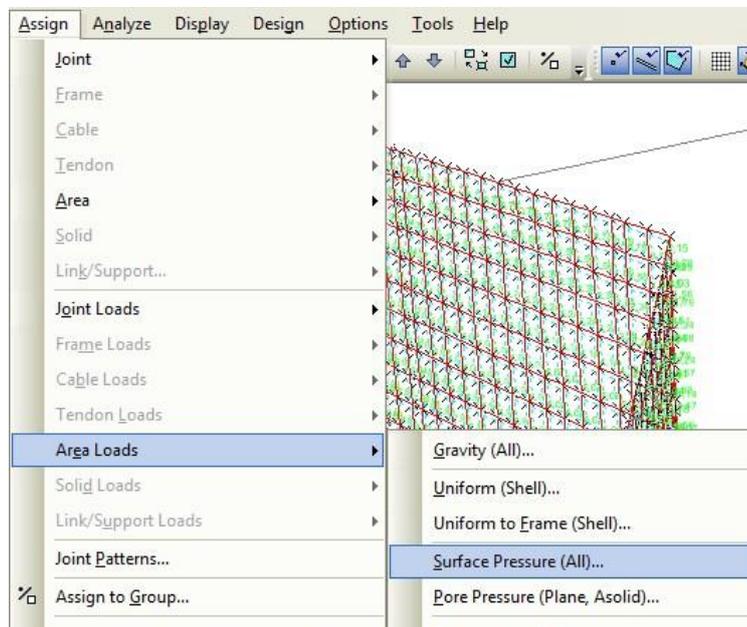
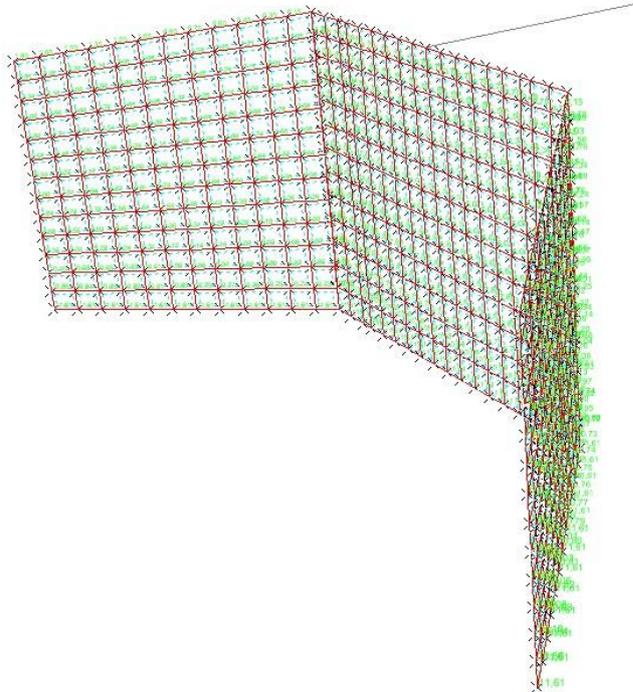
Modify Display

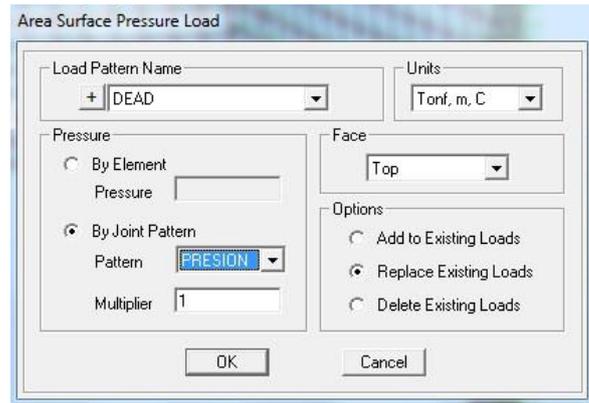
OK

Cancel

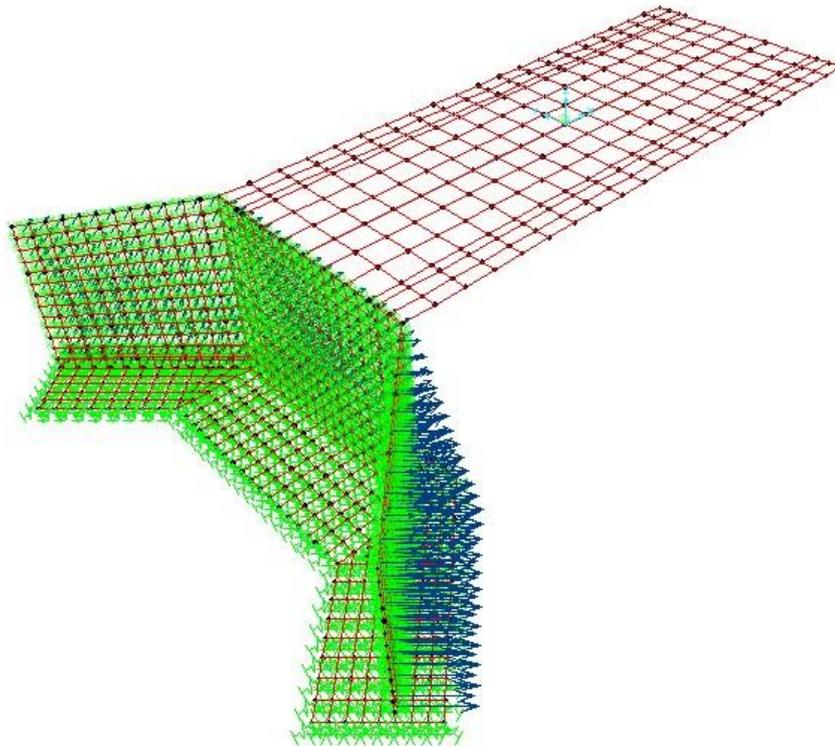
Double click white background cell to edit item.

Marcar todo el estribo para asignar la presión de la superficie (SURFACE PRESSURE).



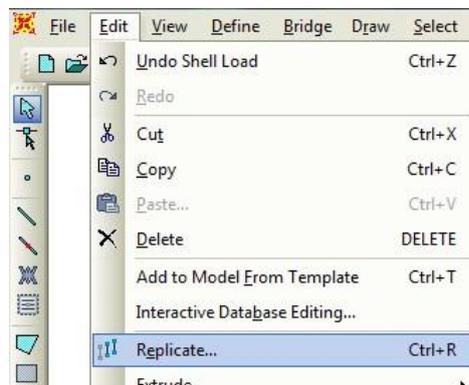


En la siguiente imagen se observa cómo estará creando la presión de tierras en el estribo con la flechas de la imagen.

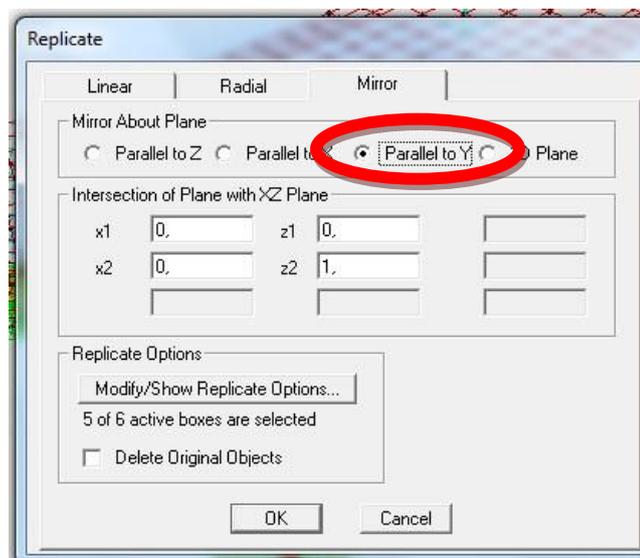


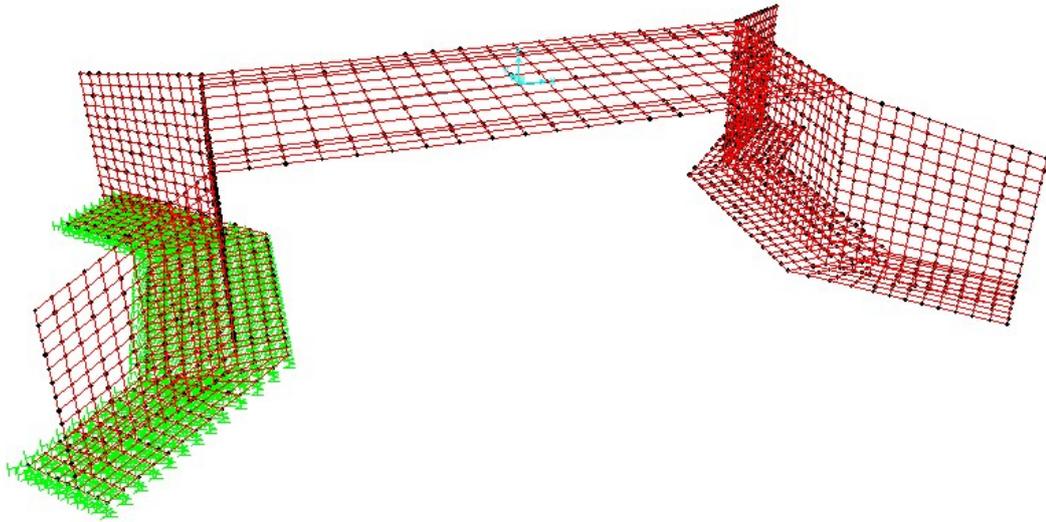
PROCEDIMIENTO PARA DIBUJAR EL ESTRIBO DEL OTRO LADO DEL PUENTE

Para dibujar el estribo del otro lado del puente se hará una réplica (REPLICATE), seleccionamos todo el estribo.

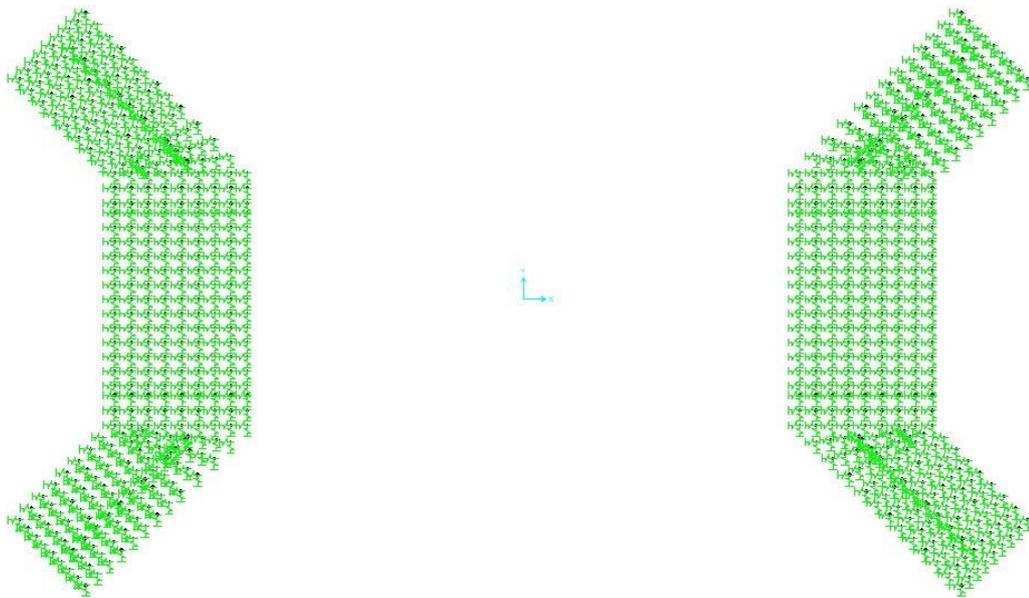


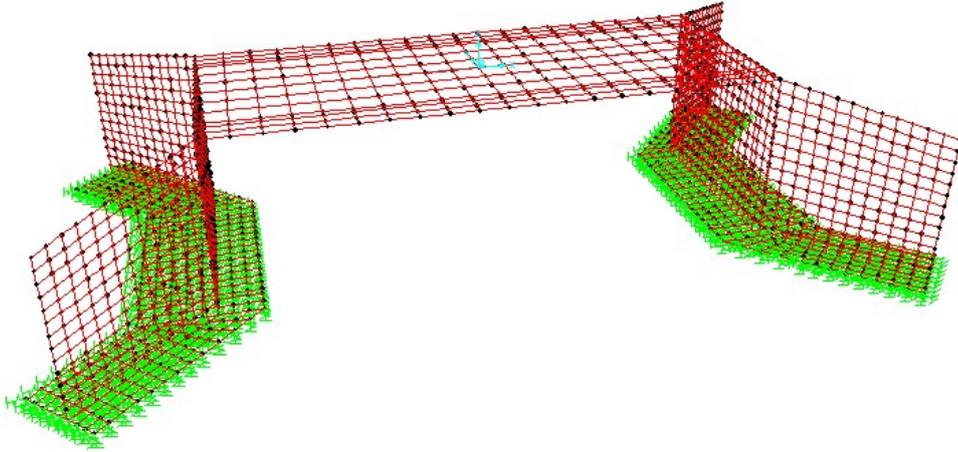
En la pestaña espejo (MIRROR) y paralelo al eje Y, se obtendrá el estribo del otro lado.



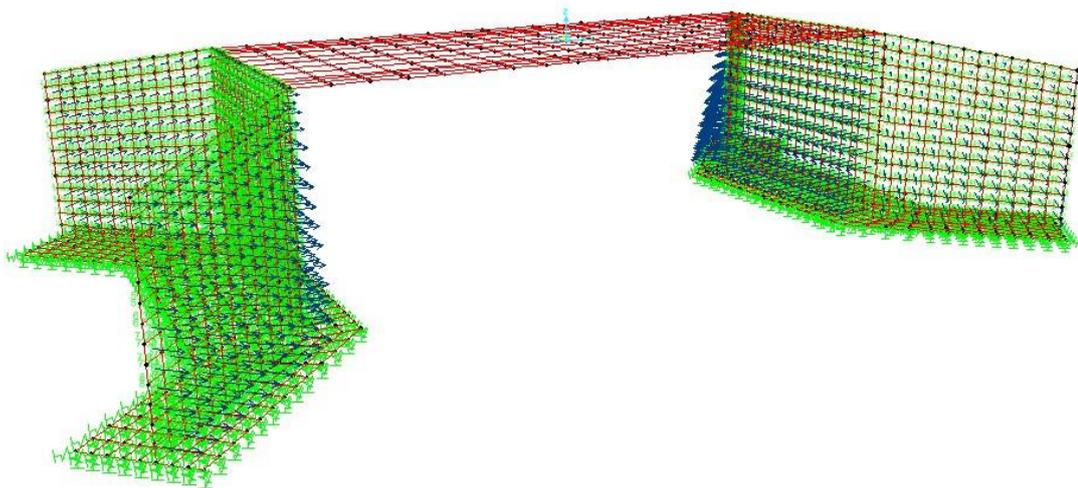


Con el mismo concepto anterior colocar los spring en el otro lado de la cimentación.



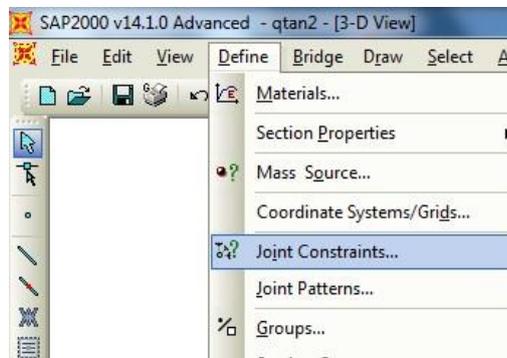


Al igual que se deberá definir y asignar la presión de tierras en el otro estribo.

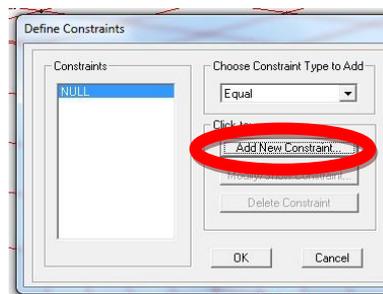


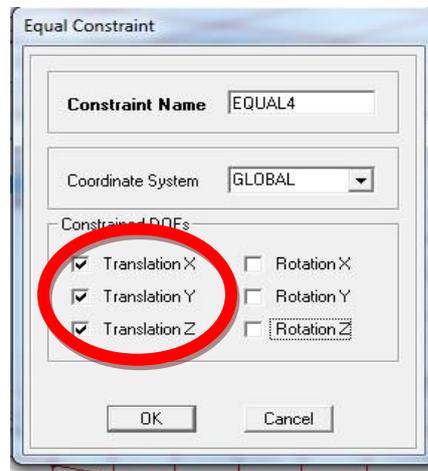
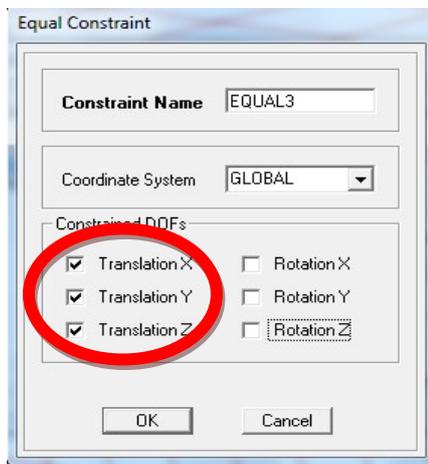
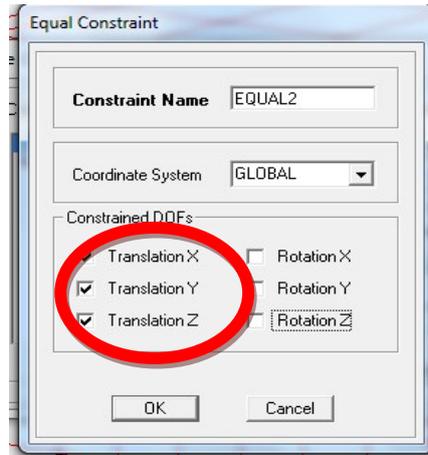
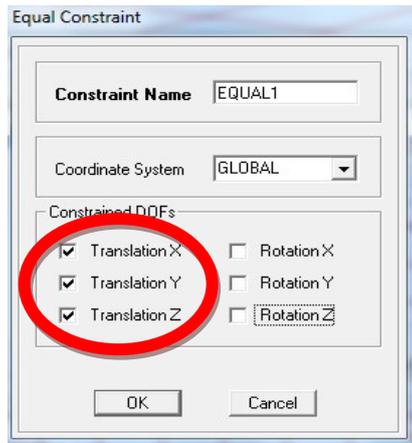
PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR JOINT CONSTRAINTS/EQUAL

Para que el modelo matemático del puente se encuentre idealizado y tenga un comportamiento acorde a la realidad, se deberá definir la interacción entre la infraestructura y la superestructura, para lo cual se necesita definir uniones forzadas (JOINT CONSTRAINTS/EQUAL), que permite transmitir tanto cargas como efectos entre los nudos seleccionados. Dado que la idealización de la estructura del puente está dada por un apoyo fijo en una margen del puente y un apoyo móvil en la margen opuesta del mismo, se deberá crear 4 EQUAL con apoyo fijo uno por cada viga, así mismo se deberá crear 4 EQUAL con apoyo móvil uno por cada viga.

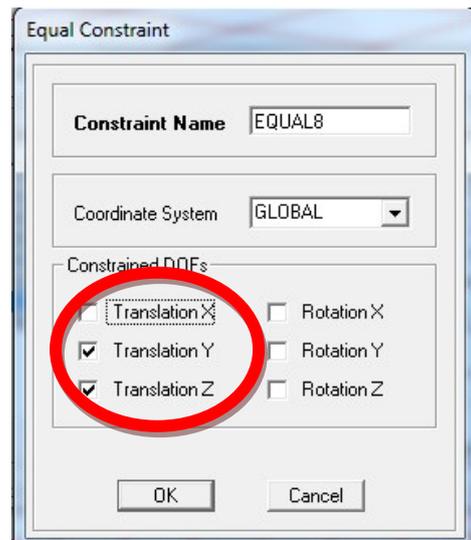
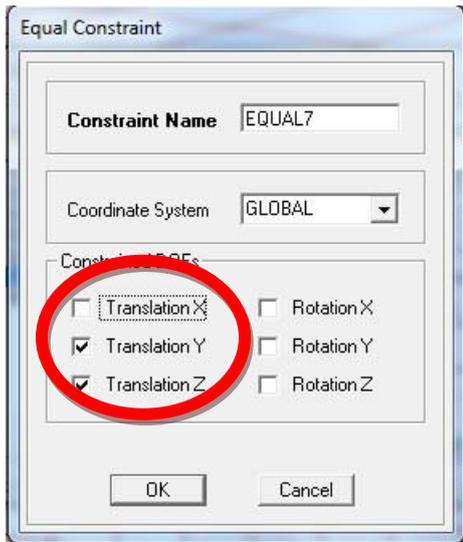
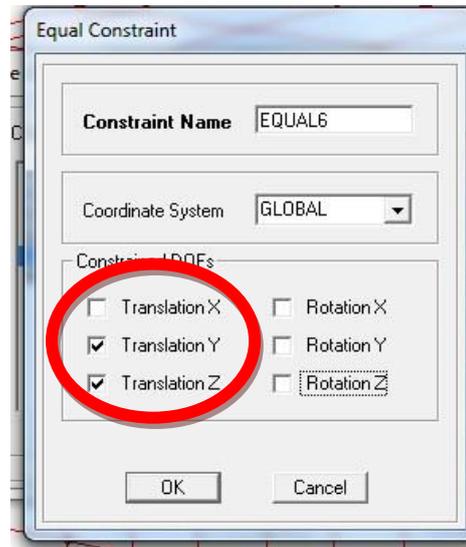
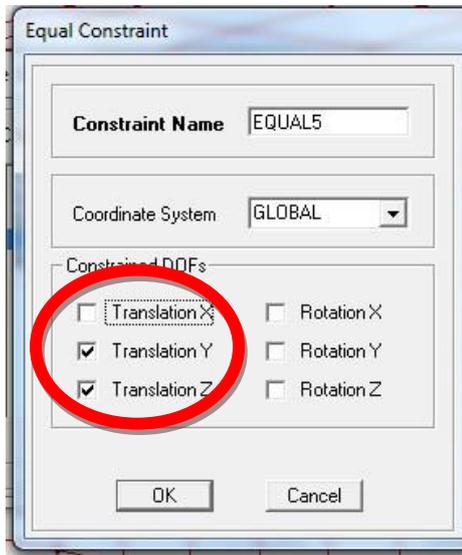
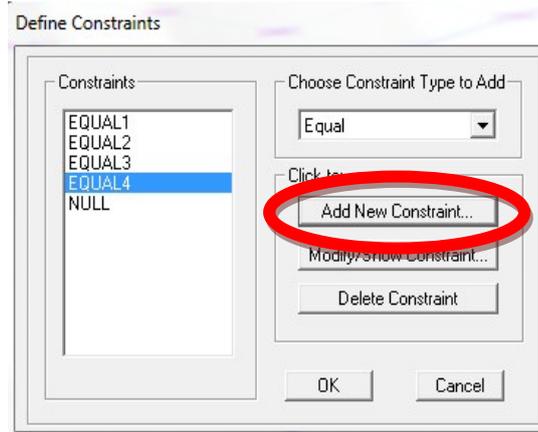


Crear 4 EQUAL con apoyo fijo uno por cada viga es decir no tendrá traslación en X, Y e Z.



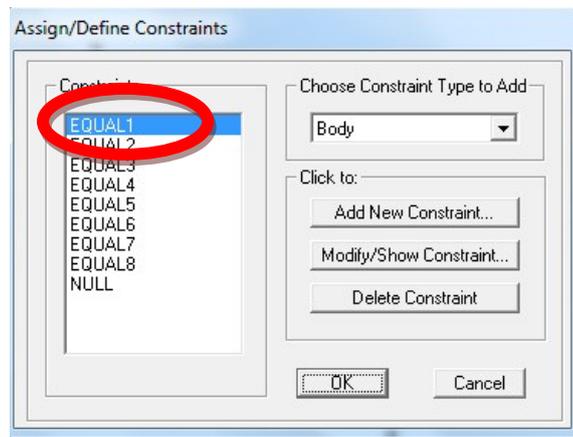
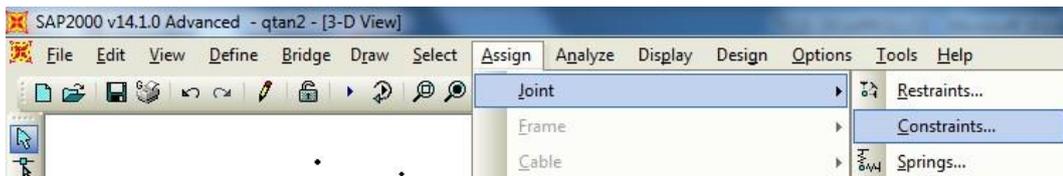
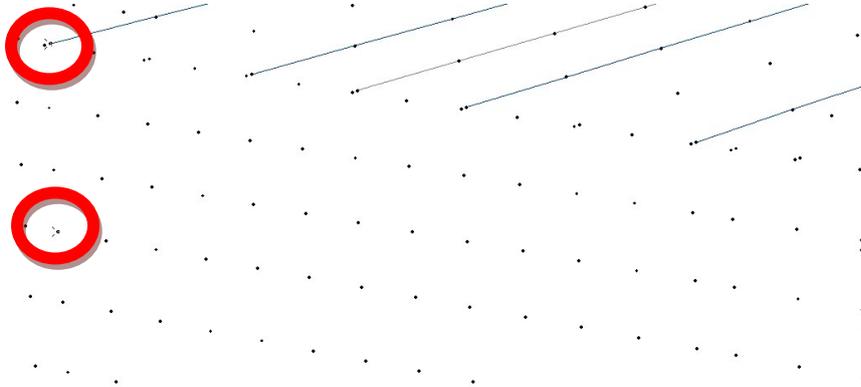


Crear 4 EQUAL con apoyo móvil uno por cada viga es decir tendrá traslación en X.



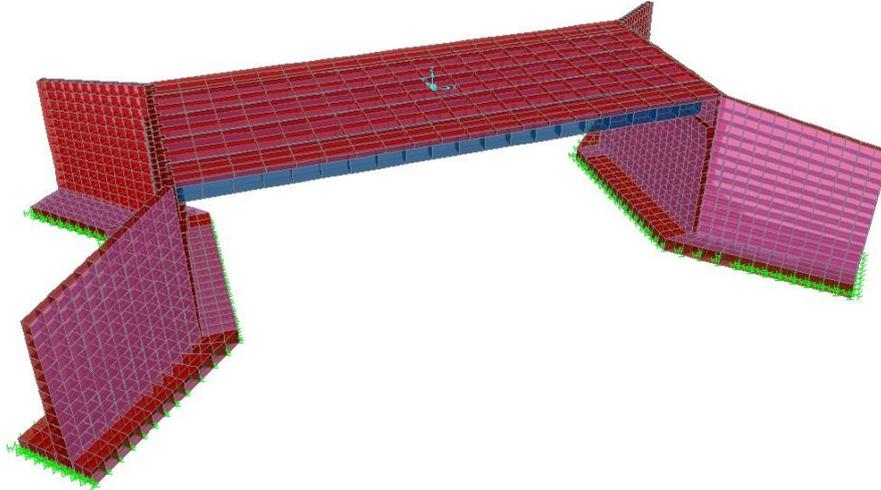
PROCEDIMIENTO PARA ASIGNAR LOS EQUAL

Para asignar los EQUAL se deberá seleccionar el punto extremo de la viga y el punto en el se asienta la viga.



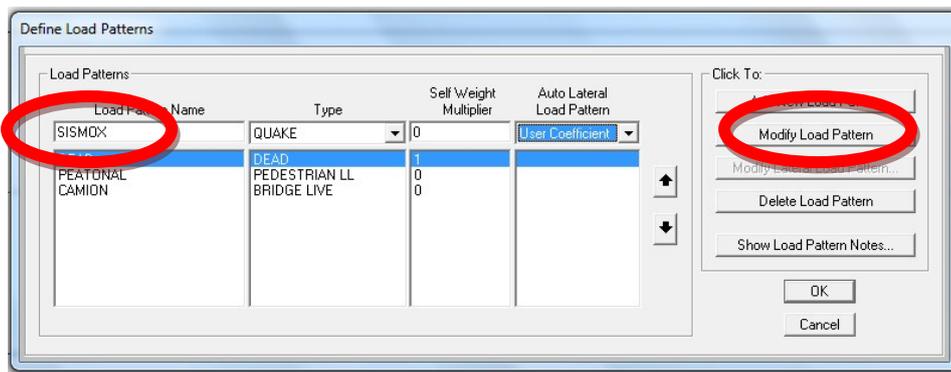
La condición de comportamiento de las vigas no es igual en ninguna de ellas, por tal razón se deberá asignar un diferente EQUAL para cada extremo de la viga. Sabiendo que los primeros 4 EQUAL son con apoyo fijo y estarán en el mismo extremo y los

4 EQUAL últimos estarán al otro lado de la viga debido a que son apoyos móviles.

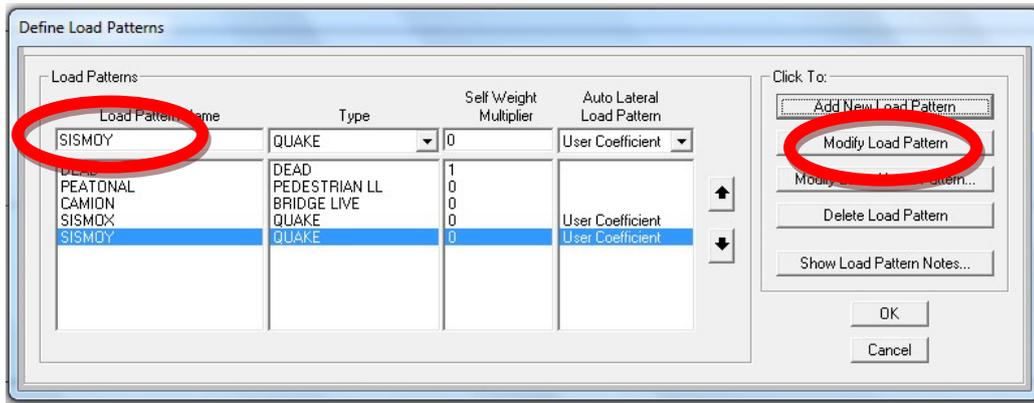
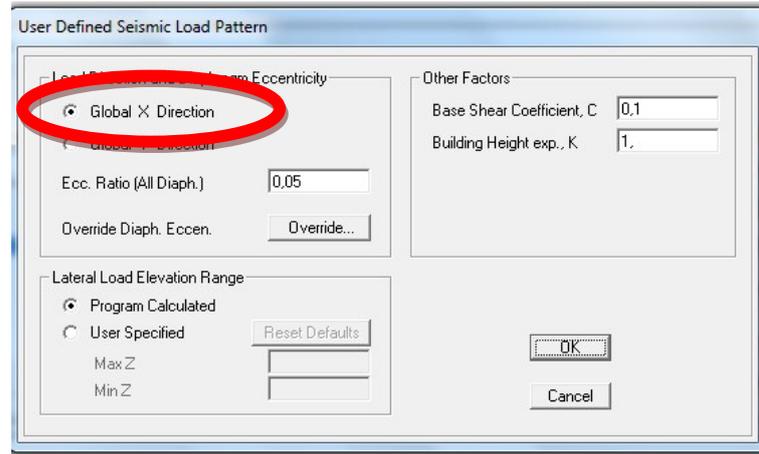


PROCEDIMIENTO PARA INGRESAR SISMO EN X Y SISMO EN Y

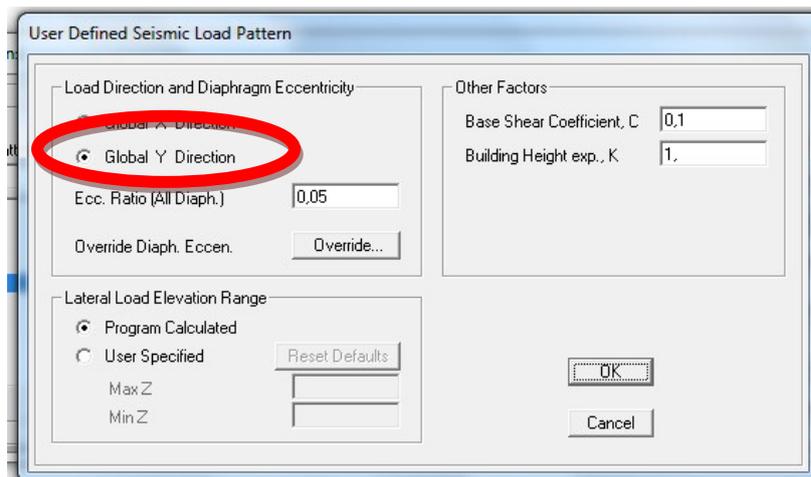
Ingresar los patrones de carga para sismo en X y sismo en Y, para realizar las combinaciones de carga para puentes.



Asegurarse de que la dirección global este en X.



Asegurarse de que la dirección global este en Y.



PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LAS COMBINACIONES DE CARGA

Se definirá las siguientes combinaciones de carga con el código (AASTHO) 2004:

En nuestro caso utilizaremos:

RESISTENCIA I – Combinación de cargas básica que representa el uso vehicular normal del puente, sin viento.

EVENTO EXTREMO I – Combinación de cargas que incluye sismos.

SERVICIO II – Combinación de cargas cuya intención es controlar la fluencia de las estructuras de acero y el resbalamiento que provoca la sobrecarga vehicular en las conexiones de resbalamiento crítico.

Serán los siguientes combos:

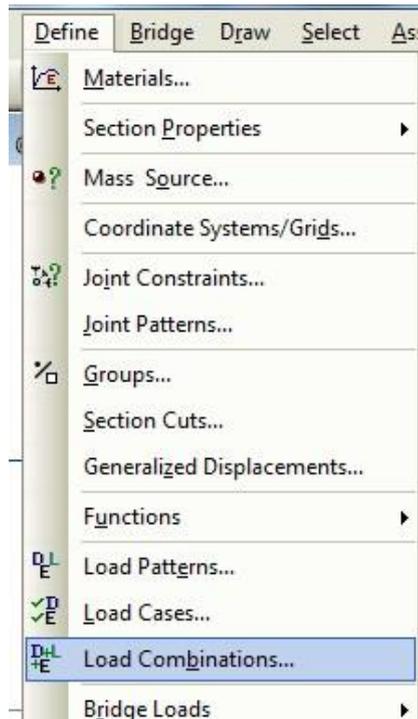
Basándose en la tabla 7.3 y 7.4

Donde:

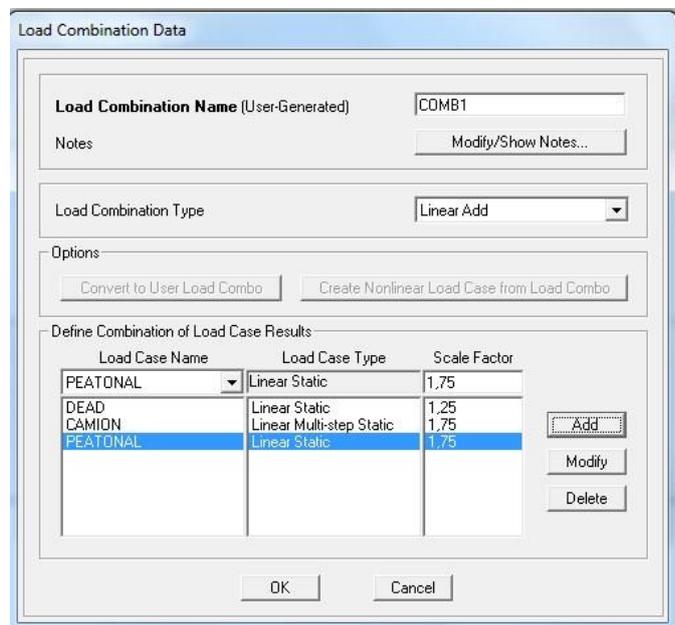
Dead = Carga Muerta

Camión = Carga Vehicular

Peatonal = Carga Peatonal



$$\text{Combo1} = 1.25\text{Dead} + 1.75\text{Camión} + 1.75\text{Peatonal}$$



$$\text{Combo2} = 1.25\text{Dead} + 1\text{Camión} + 1\text{Peatonal} + 1\text{SismoX}$$

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated): COMB2

Notes:

Load Combination Type: Linear Add

Options:

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
SISMOX	Linear Static	1
DEAD	Linear Static	1,25
CAMION	Linear Multi-step Static	1
PEATONAL	Linear Static	1
SISMOX	Linear Static	1

Combo3 = 1.25Dead + 1Camión + 1Peatonal - 1SismoX

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated): COMB3

Notes:

Load Combination Type: Linear Add

Options:

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
SISMOX	Linear Static	-1
DEAD	Linear Static	1,25
CAMION	Linear Multi-step Static	1
PEATONAL	Linear Static	1
SISMOX	Linear Static	-1

Combo4 = 1.25Dead + 1Camión + 1Peatonal + 1SismoY

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated): COMB4

Notes:

Load Combination Type: Linear Add

Options:

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
SISMOY	Linear Static	1
DEAD	Linear Static	1,25
CAMION	Linear Multi-step Static	1,
PEATONAL	Linear Static	1,
SISMOY	Linear Static	1

$$\text{Combo5} = 1.25\text{Dead} + 1\text{Camión} + 1\text{Peatonal} - 1\text{SismoY}$$

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated): COMB5

Notes:

Load Combination Type: Linear Add

Options:

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
SISMOY	Linear Static	-1
DEAD	Linear Static	1,25
CAMION	Linear Multi-step Static	1,
PEATONAL	Linear Static	1,
SISMOY	Linear Static	-1

$$\text{Combo6} = 1.00\text{Dead} + 1.30\text{Camión} + 1.30\text{Peatonal}$$

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
PEATONAL	Linear Static	1,3
DEAD	Linear Static	1
CAMION	Linear Multi-step Static	1,3
PEATONAL	Linear Static	1,3

Cimentación y deformación = 1.00Dead + 1.00Camión + 1.00Peatonal

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

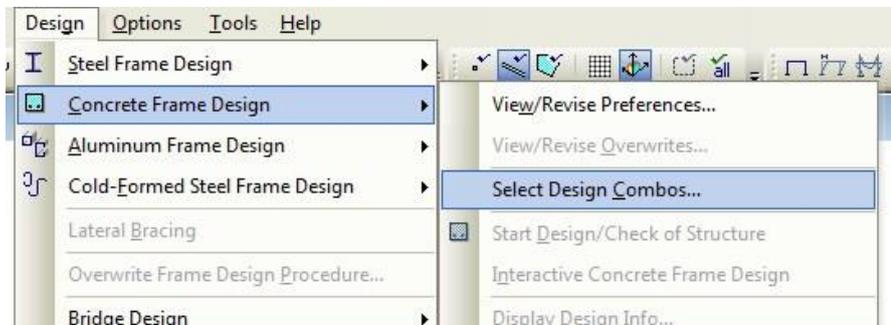
Load Combination Type

Options

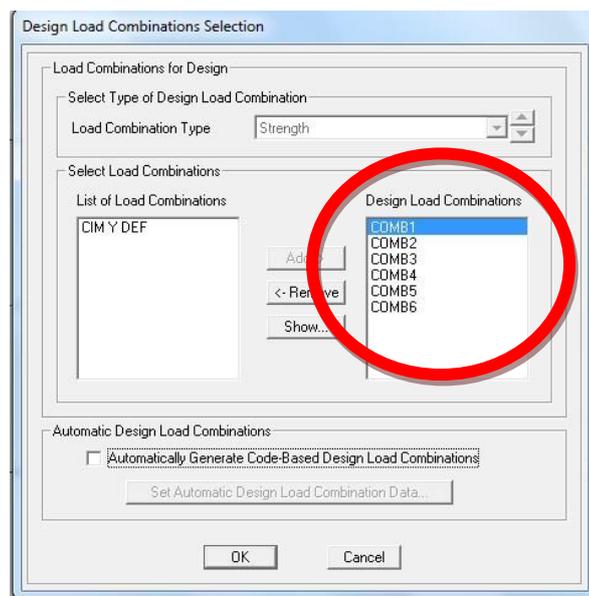
Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
CAMION	Linear Multi-step Static	1
DEAD	Linear Static	1
CAMION	Linear Multi-step Static	1
PEATONAL	Linear Static	1

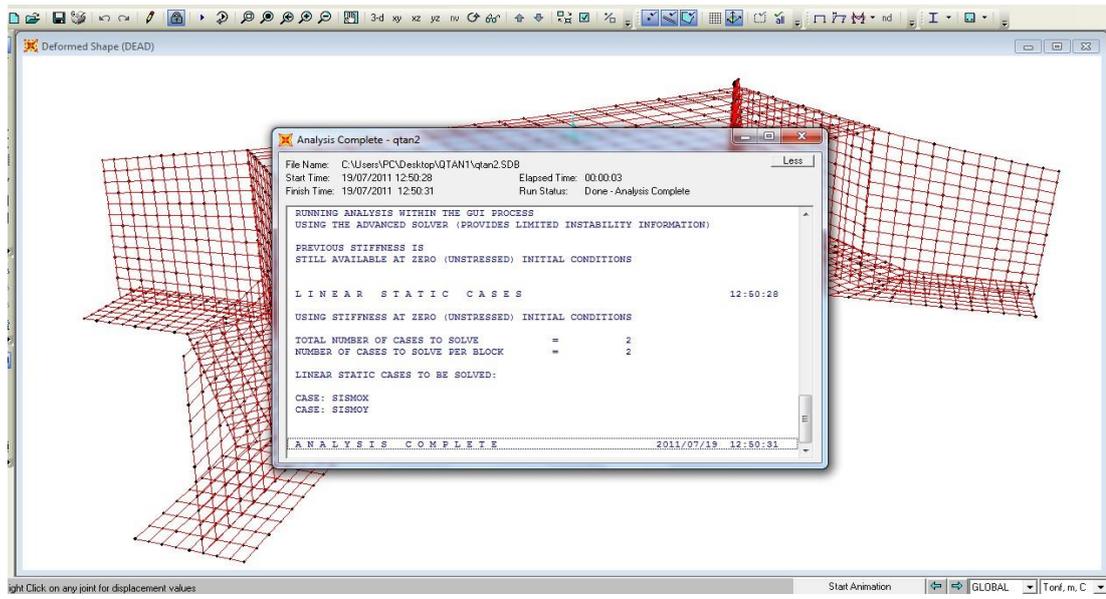
Una vez creados las combinaciones de carga, se diseñará con el siguiente procedimiento.



Añadir las combinaciones de la carga al diseño del puente



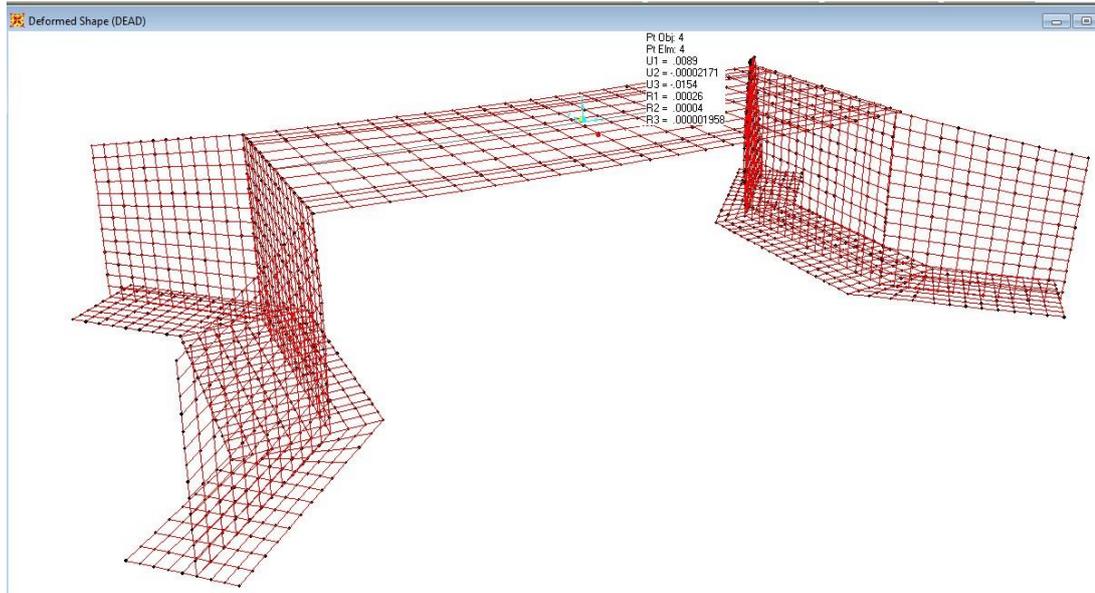
Una vez terminado las combinaciones de carga se calcula la estructura.



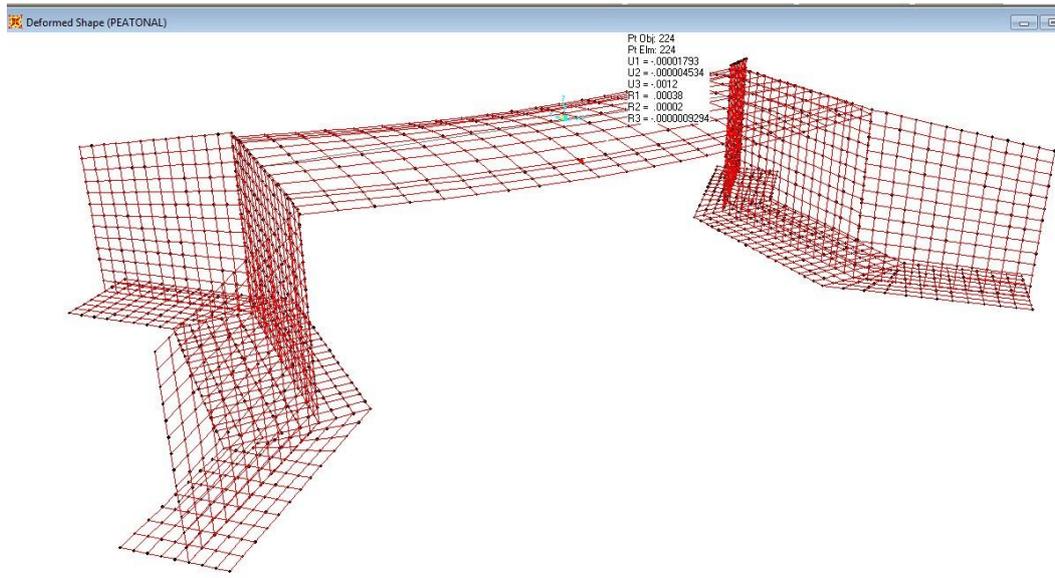
PROCEDIMIENTO PARA ENCONTRAR LAS DEFORMACIONES

Para encontrar las deformaciones por:

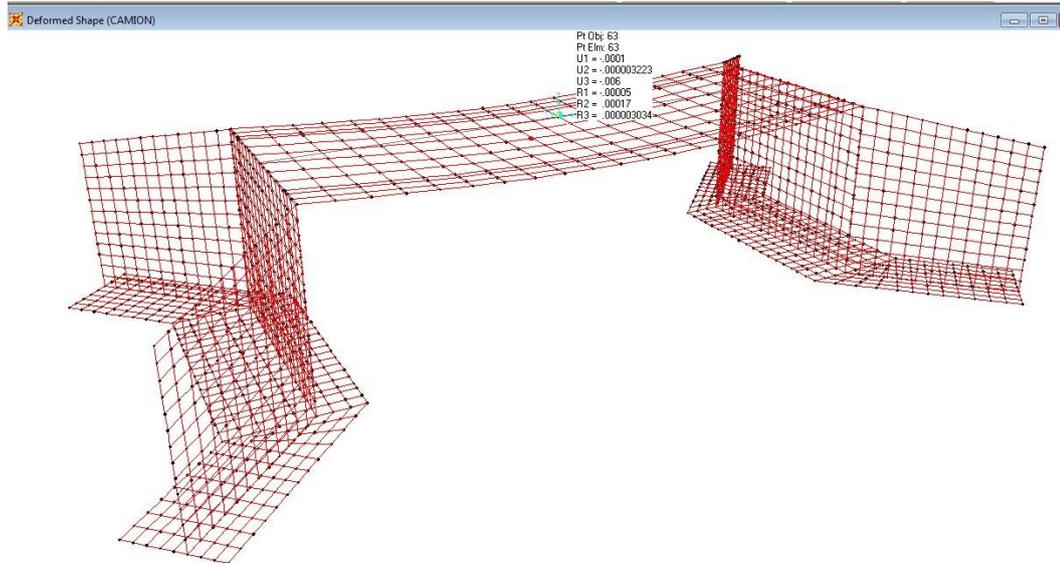
- Peso propio.



- Carga peatonal:

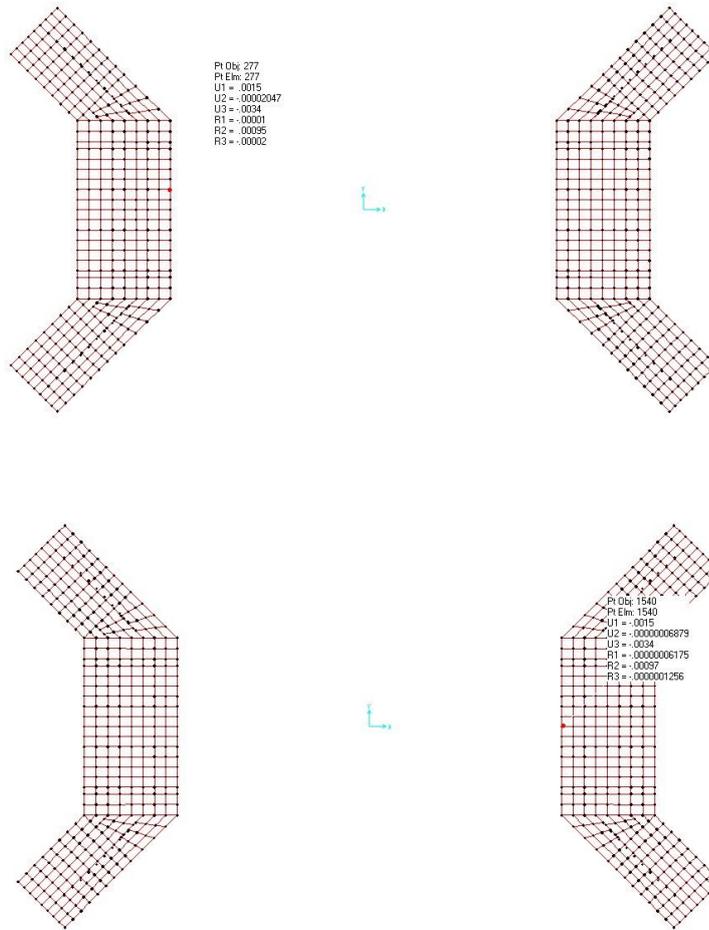


- Carga del camión.



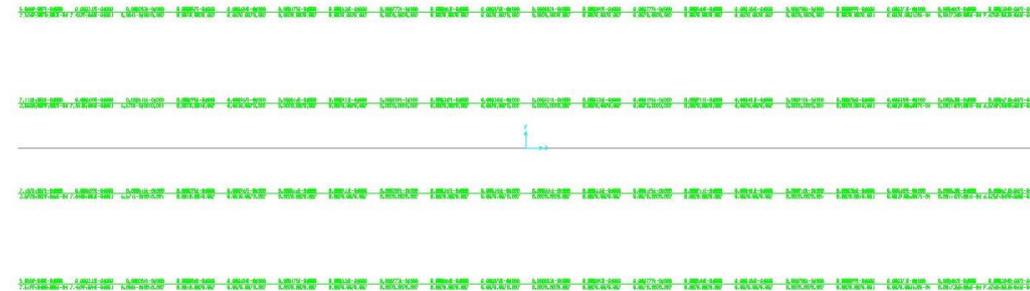
Para saber ver si la cimentación no va a tener mayores problemas al momento de la construcción por su propio peso se multiplica la máxima deformación de la cimentación por el coeficiente de Balasto *4000.

En este caso máxima deformación = $0.0034 \text{Tn/m} \cdot 4000 \text{Tn/m}^3 = 13.6 \text{Tn/m}^2$ es decir que es menor que la capacidad portante del suelo 20Tn/m^2 por lo tanto no se va a tener problemas de hundimiento por carga muerta.



ARMADO DE LA INFRAESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA.

- Vigas.



Concrete Design Data ACI 318-05/IBC2003

File

ACI 318-05/IBC2003 BEAM SECTION DESIGN Type:Sway Special Units: TonF, cm, C (Summary)

Element	: 31	D=125,000	B=50,000	bf=50,000
Section ID	: VIGA1.25X50	ds=0,000	dct=5,000	dcb=5,000
Combo ID	: COMB6	E=253,456	fc=0,240	Lt.Wt. Fac.=1,000
Station Loc	: 100,000	L=100,000	Fy=4,218	Fys=4,218

Phi(Bending):	0,900
Phi(Shear):	0,750
Phi(Seis Shear):	0,600
Phi(Torsion):	0,750

Design Moments, M3				
	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment
	6848,981	0,000	6848,981	0,000

Flexural Reinforcement for Moment, M3				
	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar
Top (+2 Axis)	0,000	0,000	0,000	0,000
Bottom (-2 Axis)	20,000	15,444	0,000	20,000

Shear Reinforcement for Shear, U2				
	Rebar Av/s	Shear Uu	Shear phi*Uc	Shear phi*Us
	0,000	0,940	36,970	0,000
				Up
				121,101

Reinforcement for Torsion, U2					
	Rebar At/s	Torsion Tu	Critical Phi*Tcr	Area Ao	Perimeter Ph
	0,001	23,879	32,270	0,000	4057,290
					314,440

El área de acero mínimo (A_{smin}) es el 1% de la sección transversal de la viga, el cálculo se detalla a continuación.

$$A_{smin} = p_{min} \times b \times d$$

Donde:

p_{min} = porcentaje mínimo de acero
 b = base de la sección transversal de la viga
 d = peralte

efectivo de la sección transversal de la viga

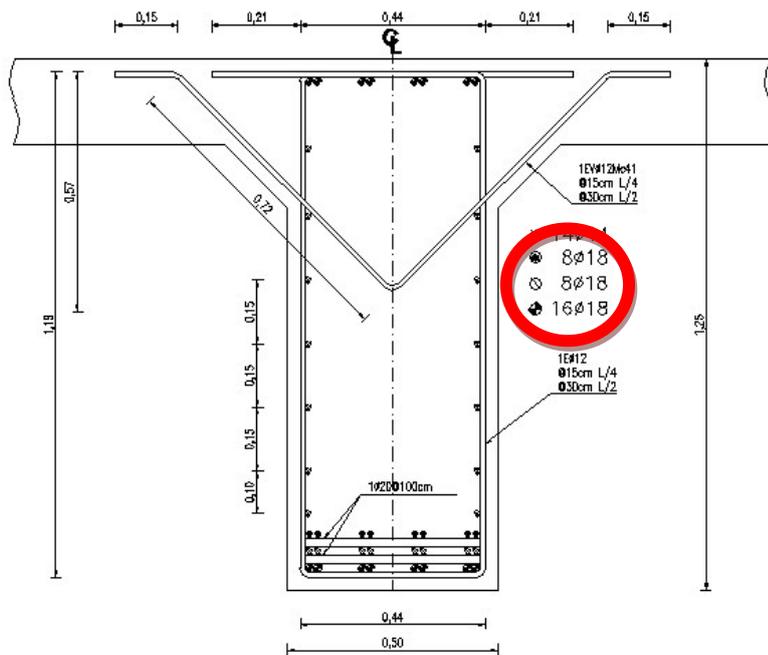
$$A_{smin} = \rho_{min} \times b \times d$$

$$A_{smin} = 0.01 \times 50 \text{cm} \times 122 \text{cm}$$

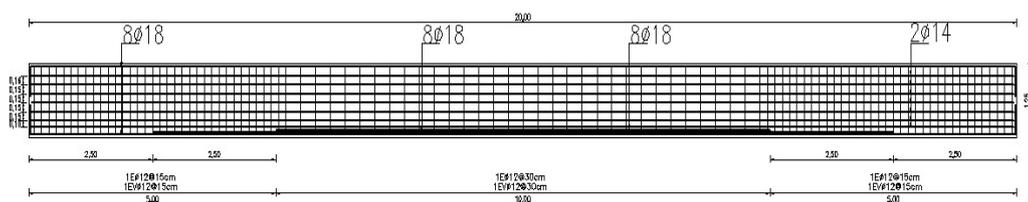
$$A_{smin} = 61 \text{cm}^2$$

Al realizar la comparación del área de acero de refuerzo obtenido en el programa con el área de acero mínima calculada posteriormente, se observa que el área de acero obtenida con el programa es inferior al área de acero mínima en tal virtud se deberá utilizar esta última para el armado de la viga.

$$A_{smin} = 61 \text{cm}^2 \rightarrow 24\emptyset 18 \text{mm.}$$

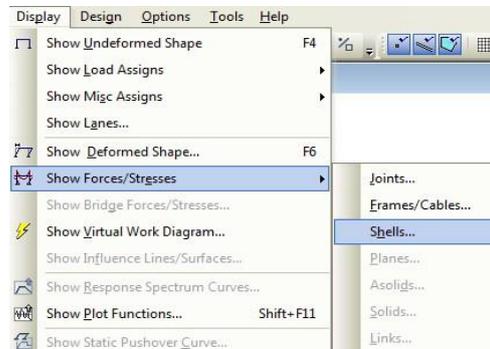


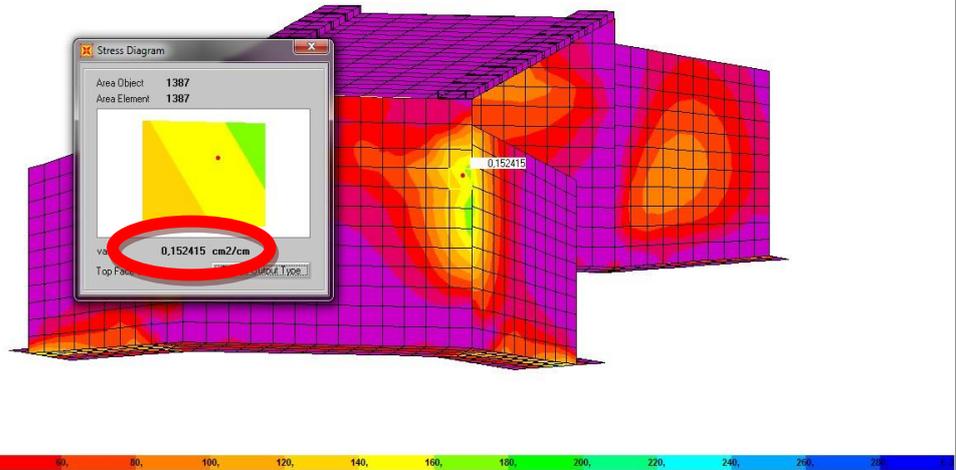
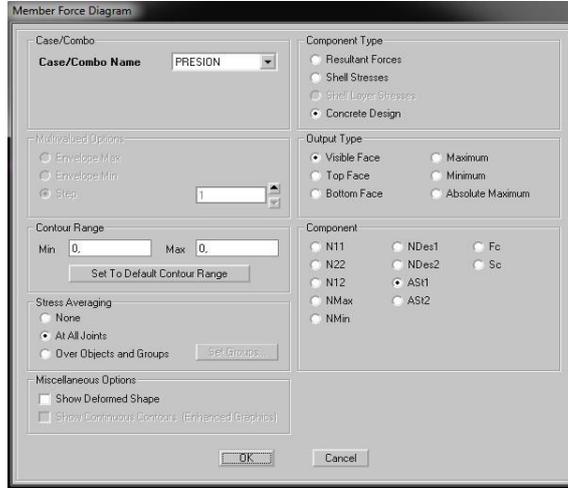
SECCION TRANSVERSAL TIPICA DE VIGA



VIGA LONGITUDINAL DE HORMIGÓN ARMADO

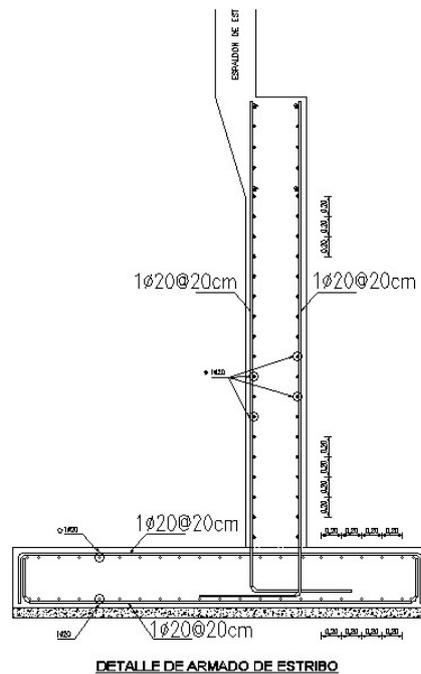
- Estribos y cimentación.





Seleccionar la parte más crítica de la pantalla, clic derecho en el elemento Shell de esta sección, aparecerá una ventana en la cual muestra el área de acero en cm^2 por cada cm.

En tal virtud el armado de la pantalla del estribo se detallará a continuación.

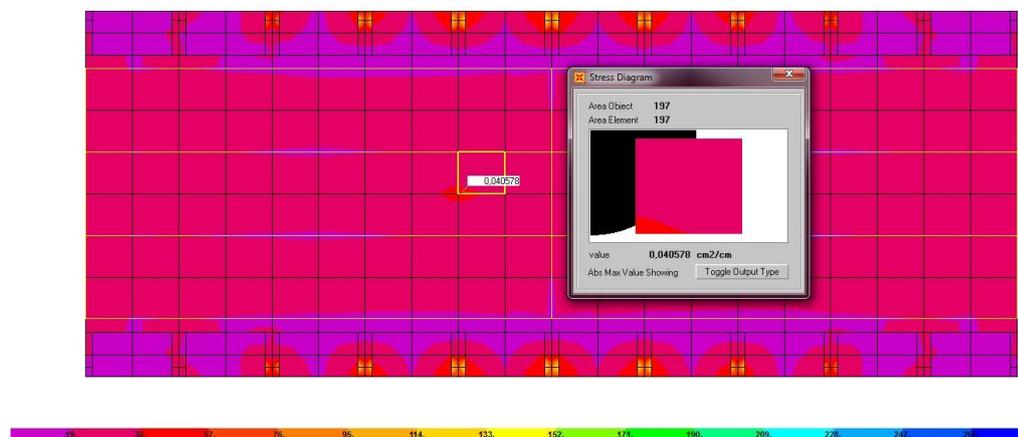


- Losa.

El armado de la losa se realizará con la combinación siguiente:

$$\text{Combo1} = 1.25\text{Dead} + 1.75\text{Camión} + 1.75\text{Peatonal}$$

Seleccionar la parte más crítica de la losa, clic derecho en el elemento Shell de esta sección, aparecerá una ventana en la cual muestra el área de acero en cm^2 por cada cm.



El área de acero mínimo ($A_{s\min}$) es el 0.0034 de la sección transversal de la losa, el cálculo se detalla a continuación.

$$A_{s\min} = p_{\min} \times b \times d$$

Donde:

p_{\min} = porcentaje mínimo de acero b = base de la sección transversal de la viga d = peralte efectivo de la sección transversal de la viga

$$A_{smin} = \rho_{min} \times b \times d$$

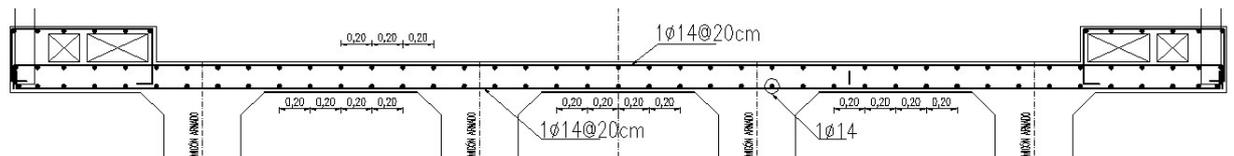
$$A_{smin} = 0.0034 \times 100 \text{cm} \times 17 \text{cm}$$

$$A_{smin} = 6 \text{cm}^2$$

Al realizar la comparación del área de acero de refuerzo obtenido en el programa con el área de acero mínima calculada posteriormente, se observa que el área de acero obtenida con el programa es inferior al área de acero mínima en tal virtud se deberá utilizar esta última para el armado de la losa.

$$A_{smin} = 6 \text{cm}^2 \rightarrow 1\emptyset 14 @ 20 \text{cm}.$$

En tal virtud el armado de la losa se detallará a continuación.



7.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.8.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones expuestas, son obtenidas de la elaboración de la guía en la utilización de SAP2000 en el diseño y cálculo de un puente en hormigón armado de losa sobre vigas.

- La guía optimizará la utilización de SAP2000 en el diseño y cálculo de un puente en hormigón armado de losa sobre vigas.
- SAP2000 realiza el análisis de una manera rápida y segura, y ayuda a evitar errores que pueden suscitarse al realizar los cálculos manualmente.
- Mejor manera como funciona SAP2000 al momento de calcular puentes de hormigón armado y su comportamiento a través de cargas, ya sean muertas, vivas o por sismo.
- SAP2000 ayuda a la determinación de esfuerzos de los elementos estructurales del puente de la infra-estructura es decir la cimentación, pantallas y muros de ala del estribo. Además la superestructura compuesta por las vigas de soporte y la losa.

El diseño de este puente viene indicado de manera más simplificada en el plano vial a desarrollarse en el sitio.

7.9 BIBLIOGRAFIA

1. Normas AASTHO 2004, Código Ecuatoriano de la Construcción CEC 2000., Normas CORPEECUADOR.
2. DOWRICK, D. (1997) Diseño de estructuras Resistentes a sismos.
Editorial Limusa. México.
3. REYES, W. (2007) perfil del proyecto, análisis y diseño estructural en el programa SAP2000.
4. Manual de puentes de la Ing. Jeaqueline Camino.
5. http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_de_los_elementos_finitos
6. <http://www.miliarium.com/monografias/Puentes/TiposPuentes.asp>
7. <http://www.civilcad.org/producto.asp?idprod=32&idcat=8>

ANEXOS:

TABLA 7.1

FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA PARA VIGAS INTERIORES

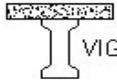
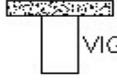
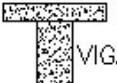
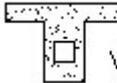
ESQUEMA	TIPO DE PISO	UN CARRIL	DOS CARRILES
  	Losa de hormigón sobre vigas metálicas, de hormigón presforzado, o de hormigón armado, con unión no monolítica.	$S \leq 2.134$ $S \leq 3.05$	$S \leq 2.134$ $S \leq 4$
	Losa de hormigón sobre vigas de hormigón armado con unión monolítica (vigas T).	$S \leq 1.981$ $S \leq 1.83$	$S \leq 1.981$ $S \leq 3$
	Losa de hormigón sobre vigas tipo cajón.	$S \leq 2.438$ $S \leq 3.66$	$S \leq 2.438$ $S \leq 4$

Tabla 7.3 (AASHTO 2004)

COMBINACIONES DE CARGA Y FACTORES DE CARGA

Tabla 3.4.1-1 – Combinaciones de Cargas y Factores de Carga

Combinación de Cargas	DC DD DW EH EV ES EL	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU CR SH	TG	SE	Usar sólo uno por vez				
										EQ	IC	CT	CV	
Estado Límite														
RESISTENCIA I (a menos que se especifique lo contrario)	γ_p	1,75	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
RESISTENCIA II	γ_p	1,35	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
RESISTENCIA III	γ_p	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
RESISTENCIA IV – Sólo EH, EV, ES, DW, DC	γ_p 1,5	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-	-	-
RESISTENCIA V	γ_p	1,35	1,00	0,40	1,0	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
EVENTO EXTREMO I	γ_p	γ_{EQ}	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-	-	-
EVENTO EXTREMO II	γ_p	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	1,00	1,00	-
SERVICIO I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,0	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
SERVICIO II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-	-	-
SERVICIO III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
SERVICIO IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,0	-	-	-	-	-
FATIGA - Sólo LL, IM y CE	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Cargas permanentes

DD = fricción negativa (downdrag)

DC = peso propio de los componentes estructurales y accesorios no estructurales

DW = peso propio de las superficies de rodamiento e instalaciones para servicios públicos

EH = empuje horizontal del suelo

EL = tensiones residuales acumuladas resultantes del proceso constructivo, incluyendo las fuerzas secundarias del postesado

ES = sobrecarga de suelo

EV = presión vertical del peso propio del suelo de relleno

Cargas transitorias

BR = fuerza de frenado de los vehículos

CE = fuerza centrífuga de los vehículos

CR = fluencia lenta

CT = fuerza de colisión de un vehículo

CV = fuerza de colisión de una embarcación

EQ = sismo

FR = fricción

IC = carga de hielo

IM = incremento por carga vehicular dinámica

LL = sobrecarga vehicular

LS = sobrecarga viva

PL = sobrecarga peatonal

SE = asentamiento

SH = contracción

TG = gradiente de temperatura

TU = temperatura uniforme

WA = carga hidráulica y presión del flujo de agua

WL = viento sobre la sobrecarga

WS = viento sobre la estructura

Tabla 7.4 (AASHTO 2004)

**FACTORES DE CARGA PARA CARGAS
PERMANENTES**

 Tabla 3.4.1-2 – Factores de carga para cargas permanentes, γ_p

Tipo de carga	Factor de Carga	
	Máximo	Mínimo
<i>DC</i> : Elemento y accesorios	1,25	0,90
<i>DD</i> : Fricción negativa (downdrag)	1,80	0,45
<i>DW</i> : Superficies de rodamiento e instalaciones para servicios públicos	1,50	0,65
<i>EH</i> : Empuje horizontal del suelo		
• Activo	1,50	0,90
• En reposo	1,35	0,90
<i>EL</i> : Tensiones residuales de montaje	1,00	1,00
<i>EV</i> : Empuje vertical del suelo		
• Estabilidad global	1,00	N/A
• Muros de sostenimiento y estribos	1,35	1,00
• Estructura rígida enterrada	1,30	0,90
• Marcos rígidos	1,35	0,90
• Estructuras flexibles enterradas u otras, excepto alcantarillas metálicas rectangulares	1,95	0,90
• Alcantarillas metálicas rectangulares flexibles	1,50	0,90
<i>ES</i> : Sobrecarga de suelo	1,50	0,75

Tabla 3.5.1-1 – Densidades

Material		Densidad (kg/m ³)
Aleaciones de aluminio		2800
Superficies de rodamiento bituminosas		2250
Hierro fundido		7200
Escoria		960
Arena, limo o arcilla compactados		1925
Hormigón	Agregados de baja densidad	1775
	Agregados de baja densidad y arena	1925
	Densidad normal con $f_c \leq 35$ MPa	2320
	Densidad normal con $35 < f_c \leq 105$ MPa	$2240 + 2,29 f_c$
Arena, limo o grava sueltos		1600
Arcilla blanda		1600
Grava, macadán o balasto compactado a rodillo		2250
Acero		7850
Sillería		2725
Madera	Dura	960
	Blanda	800
Agua	Dulce	1000
	Salada	1025
Elemento		Masa por unidad de longitud (Kg/mm)
Rieles para tránsito, durmientes y fijadores por vía		0,30

Tabla C5.4.2.1-1 – Características de las mezclas de hormigón según su Clase

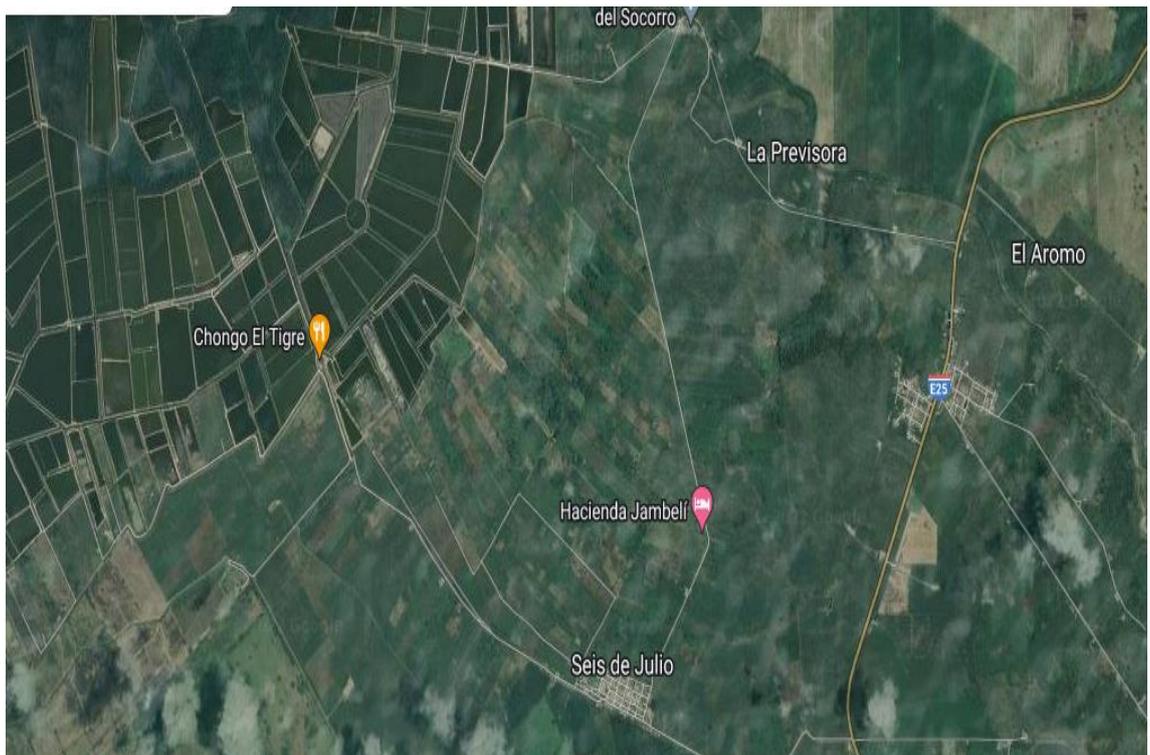
Clase de Hormigón	Mínimo contenido de cemento	Máxima relación agua-cemento	Rango de contenido de aire	Agregado grueso según ASSHTO M 43 (ASTM D 448)	Resistencia a la compresión a 28 días
	kg/m ³	kg por kg	%	Tamaño aberturas cuadradas (mm)	MPa
A	362	0,49	-	25 a 4,75	28
A(AE)	362	0,45	6,0 ± 1,5	25 a 4,75	28
B	307	0,58	-	50 a 25	17
B(AE)	307	0,55	5,0 ± 1,5	25 a 4,75	17
C	390	0,49	-	12,5 a 4,75	28
C(AE)	390	0,45	7,0 ± 1,5	12,5 a 4,75	28
P P(HPC)	334	0,49	Según se especifica en otras secciones	25 a 4,75 ó 19 a 4,75	Según se especifica en otras secciones
S	390	0,58	-	25 a 4,75	-
Baja densidad	334	Según se especifica en la documentación técnica			

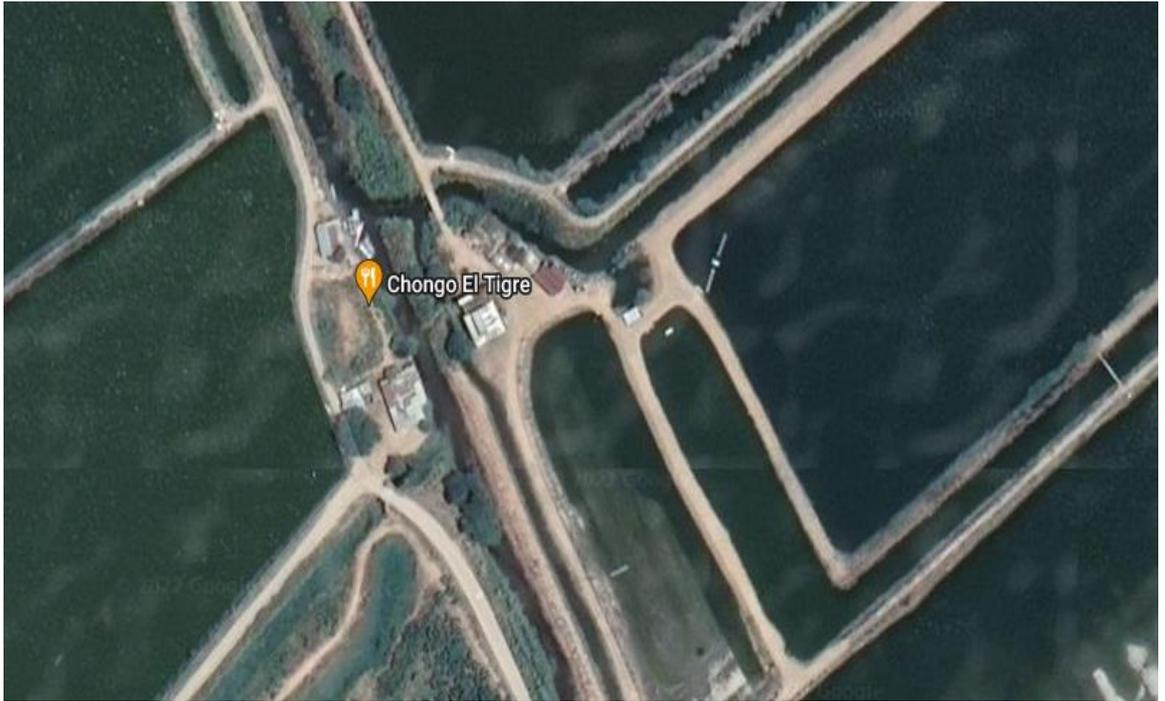
La intención es que estas clases de hormigón se utilicen de la siguiente manera:

- El hormigón de Clase A generalmente se utiliza para todos los elementos de las estructuras, excepto cuando otra clase de hormigón resulta más adecuada, y específicamente para hormigón expuesto al agua salada.
- El hormigón Clase B se utiliza en zapatas, pedestales, fustes de pilotes macizos y muros de gravedad.
- El hormigón Clase C se utiliza en secciones delgadas, tales como barandas armadas de menos de 100 mm de espesor, como relleno en pisos de emparrillado de acero, etc.

- El hormigón Clase P se utiliza cuando se requieren resistencias superiores a 28 MPa. En el caso del hormigón pretensado se debería considerar limitar el tamaño nominal de los agregados a 20 mm.
- El hormigón Clase S se utiliza cuando es necesario colocar bajo agua en compartimentos estancos para obtener un sello impermeable al agua.

FOTOGRAFICO







ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. GENERALIDADES	4
3. JUSTIFICACIÓN	4
4. OBJETIVOS.....	5
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
4.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....	5
5. UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO	6
5.1. LINDEROS DEL TERRENO:	6
5.2. CLIMA, ALTITUD Y VIENTO	7
5.3. VIAS DE ACCESO.....	8
5.4. TOPOGRAFIA DEL TERRENO	8
5.5. PRECIPITACIÓN	8
5.6. SISMICIDAD	9
6. MARCO TEÓRICO.....	9
6.1. ESTUDIO GEOTECNICO	9
6.2. USO E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO GEOTECNICO.....	9
6.3. EL SUELO	10
6.3.1. IMPORTANCIA DEL SUELO	10
6.3.2. COMPOSICION DE LOS SUELOS	10
6.3.3. ESTRUCTURA DE LOS SUELOS	12
6.3.4. TIPOS DE SUELO.....	13
6.3.5. CARACTERISTICAS DEL SUELO	14
6.3.5.1. PROPIEDADES FÍSICAS	14
6.3.5.2. PROPIEDADES QUÍMICAS.....	16
6.3.5.3. PROPIEDADES BIOLÓGICAS	16
6.3.6. SIMBOLOGIA DE SUELOS SEGÚN EL RNE.....	17
6.4. CIMENTACION	19
6.5. CALICATA.....	19
7. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA EL ESTUDIO GEOTECNICO.....	20
7.1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO	20
7.2. CONTENIDO DE HUMEDAD.....	25
7.3. PESOS UNITARIO SUELTO COMPACTADO.....	27

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO

7.4. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION.....	30
7.5. DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTEBERG DEL SUELO (LIMITE LIQUIDO, PLASTICO Y INDICE DE PLASTICIDAD).....	35
7.6. CLASIFICACION DE SUELOS SUCS	42
7.7. CORTE DIRECTO.....	49
7.8. ANALISIS QUIMICO.....	54
8. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	56
9. CONCLUSIONES.....	57
10. ANEXOS	58
11. PLANO DE UBICACION.....	59

1. INTRODUCCIÓN

El estudio geotécnico es requisito primordial para toda obra civil, estipulado en la norma sismo resistente del 2010 (NSR-10) específicamente en el TITULO H; con el objetivo de que los ingenieros civiles cada día sean más conscientes del peligro al que están expuestas las construcciones con los diversos ataques naturales y fallas del suelo (sismos, huracanes, fallas geológicas, etc.), razón por la cual omitir tal requisito es un acto de gran irresponsabilidad y falta de conciencia.

Antes de utilizar el suelo como soporte de cualquier construcción que pueda generar en él grandes esfuerzos, se debe someter a estudio con el fin de determinar sus características físico-mecánicas y predecir su comportamiento y resistencia frente a la acción de las cargas que deberá soportar, para esto se llevara a cabo diversos ensayos de laboratorio, y éstos se harán de manera rigurosa para minimizar el margen de error, y así se garantizará la certeza de los resultados sobre el comportamiento del suelo estudiado de una manera que no sea tan alto el grado de incertidumbre.

Todo esto con el fin de amoldar el diseño de los cimientos a las características de resistencia del suelo para poder garantizar así que la construcción pueda cumplir con todas sus funciones, tanto de servicio como de resistencia frente a los efectos que actuarán sobre ella durante su vida útil.

2. GENERALIDADES

En el presente informe técnico se detallan las investigaciones geotécnicas ejecutadas al subsuelo del terreno para construcción de un puente, con el objetivo de especificar y recomendar el tipo de cimentación para transmitir las cargas de las especificaciones proyectadas en el área de estudio, así como otros parámetros geotécnicos.

3. JUSTIFICACIÓN

El ser humano en su afán de satisfacer sus necesidades siempre se ha inquietado por tener ideas, las cuales son plasmadas en diseños y finalmente se llevan a la ejecución; Así mismo, la construcción responde a necesidades individuales y/o colectivas con el objetivo principal de brindar construcciones seguras, económicas, confortables y amigas del medio ambiente; para lograr tal seguridad deseada es menester saber que toda edificación debe soportarse sobre el terreno en forma adecuada para sus fines de diseño, construcción y funcionamiento; por lo tanto se debe conocer los parámetros de resistencia y características del mismo.

Es primordial garantizar desde el inicio de nuestra obra, que las condiciones del terreno nos permiten tener seguridad en el momento de construir la estructura, que estamos frente a un suelo estable y de no ser así, poder desarrollar alternativas que nos estabilicen el suelo.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Analizar las características geotécnicas del suelo para así diseñar una estructura de cimentación que cumpla con los requerimientos y normatividades para una edificación.

4.2. Objetivo específico

- ✓ Calcular la capacidad portante del suelo.
- ✓ Realizar el análisis químico del suelo de fundación.
- ✓ Realizar el análisis granulométrico del suelo por tamizado.
- ✓ Realizar el ensayo de corte directo.
- ✓ Calcular la humedad natural del suelo.
- ✓ Calcular el límite líquido y plástico del suelo.
- ✓ Calcular el índice de plasticidad del suelo.
- ✓ Calcular el peso unitario del suelo.
- ✓ Calcular los constantes físicos del suelo.

5. UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Sector : Seis de Julio
Distrito : Naranjal
Provincia : Guayas
Región : Costa

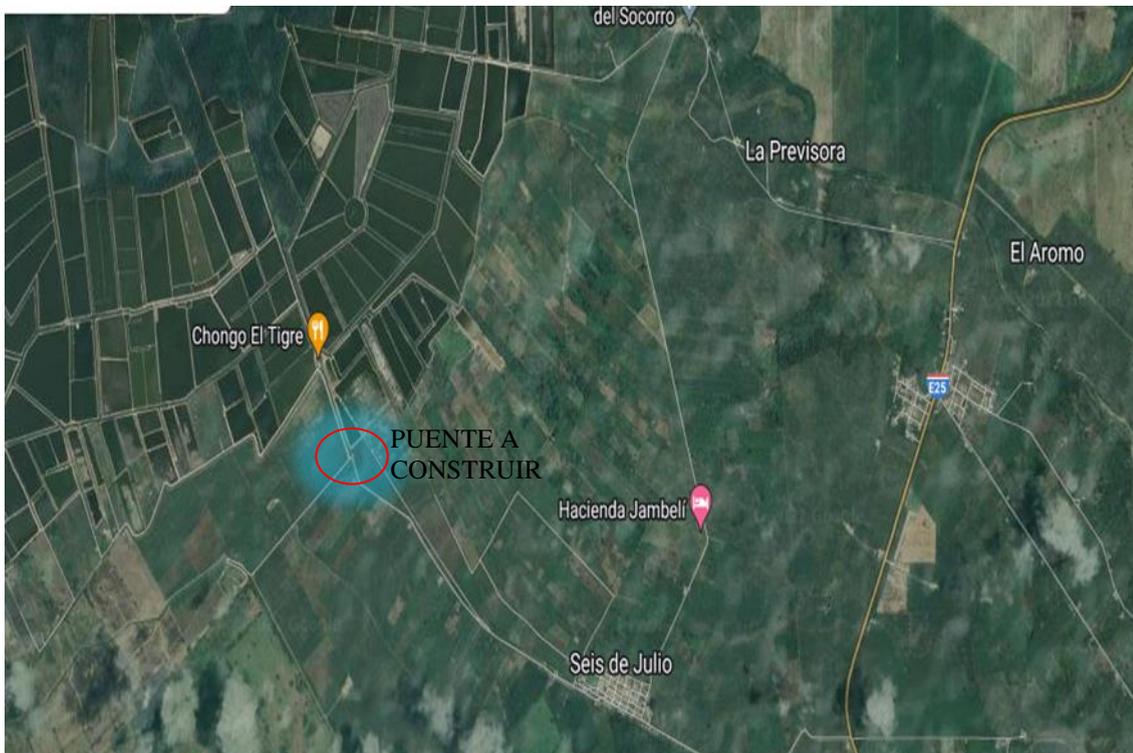


Imagen N° 01: Ubicación del Proyecto

Fuente: Google Earth (programa de búsqueda de lugares).

5.1. LINDEROS DEL TERRENO:

Por el Norte : Con el chongo el Tigre
Por el Sur : Con Balao Chico
Por el este : Con la comunidad Seis de Julio
Por el Oeste : Con el Puerto San Jorge

5.2. CLIMA, ALTITUD Y VIENTO

En lo referente al clima, el sector Seis de Julio presenta una amplia oscilación entre el día y la noche; aunque predomina el frío, siendo éste más intenso en el invierno, principalmente en los meses de junio y julio, alcanzando valores inferiores a 22 °C

En cuanto a su temperatura media esta es de entre 22 a 36 °C, la temperatura máxima se mantiene uniforme a lo largo del año durante todos los meses con un promedio de 33,08 °C, no de la misma manera la temperatura mínima que tiene como un promedio los 20 °C durante el mes de julio.

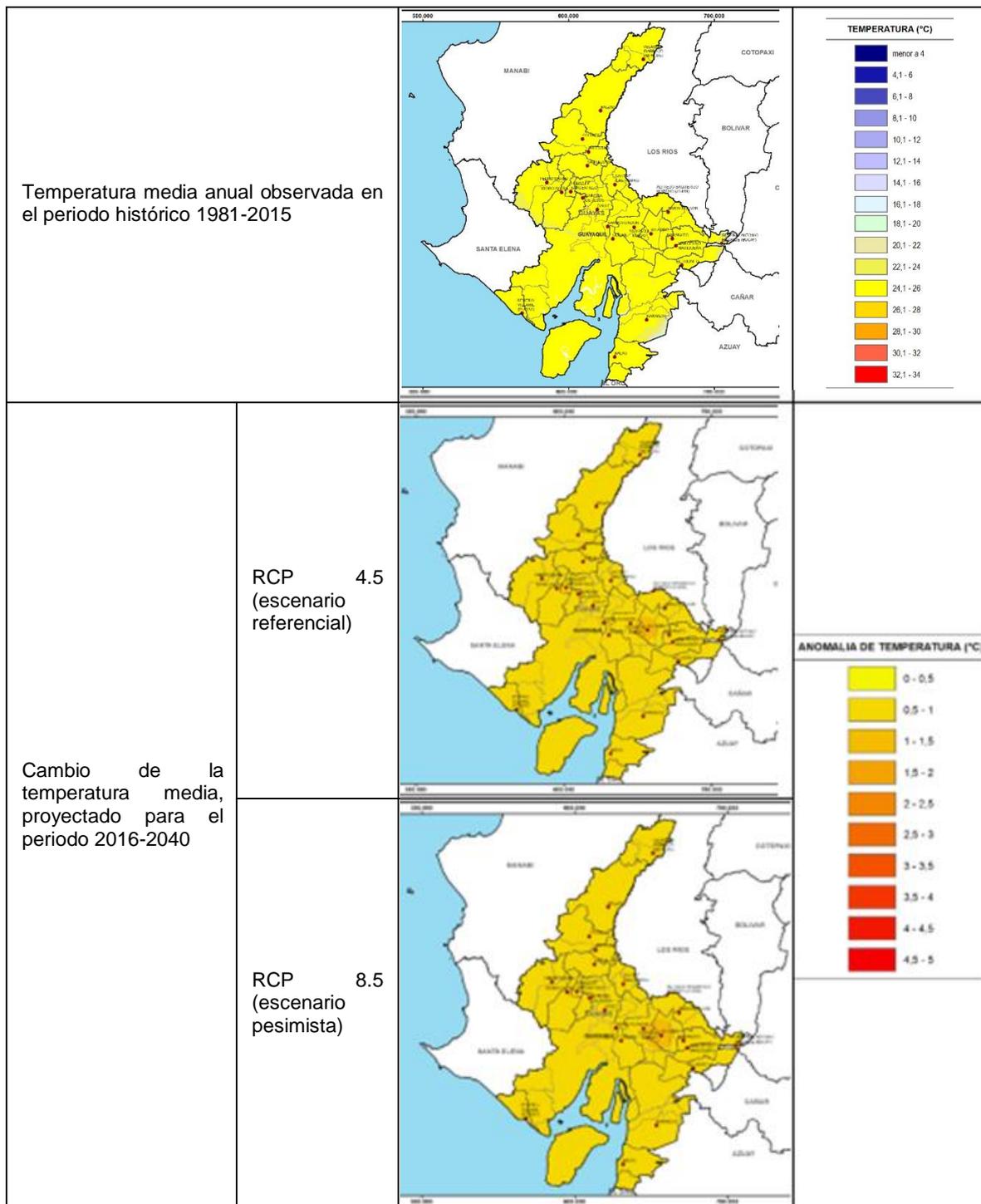
Generalmente el verano es la estación húmeda, incluye los meses de diciembre a marzo, en los cuales la precipitación media varía entre los valores de 85,9 mm a 183.3 mm.

La altitud promedio y oficial es de 2,824 m.s.n.m.

En la provincia de Guayas se presentan valores de temperatura entre los 18° y los 28°C, siendo la mayor parte temperaturas superiores a los 22°C y únicamente el suroriente del cantón Naranjal en las estribaciones con la cordillera occidental la que menores valores posee (con temperaturas cercanas a los 18°C).

Bajo los escenarios de cambio climático para 2016-2040, tanto en el RCP 4.5 como en el RCP 8.5 habría un incremento de la temperatura, del orden de 0,6 a 0,9°C en toda la provincia. Temperatura media anual observada en el periodo histórico 1981-2015 Cambio de la temperatura media, proyectado para el periodo 2016-2040 RCP 4.5 (escenario referencial) RCP 8.5 (escenario pesimista)

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO



Fuente: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica – Sistema Único de Información Ambiental – (Guía para la interpretación y uso de los escenarios de cambio climático – provincia del Guayas, 2019)

-Nivel de amenaza para las sequías, según la tendencia de aumento del número de días secos consecutivos al año, bajo los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 en el periodo 2016-2040, en comparación al clima histórico del periodo 1981-2015 –

En la provincia de Guayas, el clima histórico ha mostrado una tendencia al aumento de las sequías en la mayor parte de ella, con incrementos de 3 días secos más hacia el año 2015 con respecto al año 1981 en el sur y centro de la misma, e incluso teniendo algunas zonas del centro con tendencias mayores (de 15 a más de 30 días secos más hacia el año 2015). En el norte y oriente de la provincia, 53 la tendencia ha sido a reducciones de la mayor cantidad de días secos consecutivos al año. Bajo los escenarios de cambio climático, tanto bajo el RCP 4.5 como bajo el RCP 8.5 gran parte del sur de la provincia (Cantón Balao) pasaría a tener periodos secos más cortos, debido a que las tendencias muestran reducción en la cantidad de días secos consecutivos. En el centro de la provincia, si bien se mantiene la tendencia de aumento de las sequías, éstas son menores en comparación al comportamiento del clima histórico, teniendo entre 3 y 30 días secos más hacia el año 2040, en comparación con el periodo 1981-2015. En ambos escenarios tanto el RCP 4.5 como RCP 8.5, el cantón Naranjal presenta una categoría de normalización “muy baja”, es decir, la tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 o más años (las sequias más fuertes se extenderían en un día y medio más hacia el año 2030 y se extenderían en 3 días más hacia el año 2040).

- Nivel de amenaza para las lluvias intensas, según la tendencia de aumento del número de días al año con lluvias extremas, bajo los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 en el periodo 2016-2040, en comparación al clima histórico del periodo 1981- 2015

En la provincia de Guayas, el clima histórico ha mostrado una tendencia muy baja de aumento de los días al año con lluvias extremas, con 3 días más hacia el año 2015, con relación al año 1981 en la mayor parte del occidente y centro de la provincia, y con una tendencia de incremento mayor en el oriente de ella (con 6 días más hacia el año 2015, con respecto al año 1981). Bajo los escenarios de cambio climático, bajo el RCP 4.5 esta tendencia de aumento de los días con lluvias extremas se mantendría similar a la del clima histórico 1981-2015. Únicamente en el norte (El Empalme, Balzar, Palestina y parte de

Colimes) la tendencia sería algo mayor (con 6 días más con lluvias extremas hacia el año 2040, con relación al clima histórico 1981-2015). Bajo el RCP 8.5, la tendencia aumentaría en toda la provincia, teniendo como mínimo 15 días más con lluvias extremas hacia el año 2040, con relación al clima histórico 1981-2015, y con algunas zonas al norte de la misma con 30 días más de lluvias extremas hacia el año 2040. En el escenarios RCP 4.5 el cantón Naranjal presenta una categoría de normalización “baja” es decir, la tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 o 10 años (habrían 3 días más con lluvias extremas hacia el año 2030, y 6 días más hacia el año 2040); mientras que para el escenario RCP 8.5 presenta una categoría de normalización “moderada”, es decir, la tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 o 5 años (habrían 6 días más con lluvias extremas hacia el año 2030, y 15 días más hacia el año 2040)

- Nivel de amenaza para alta temperatura, según la tendencia de aumento del número de días al año con temperaturas máximas extremas, bajo los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 en el periodo 2016-2040, en comparación al clima histórico del periodo 1981-2015

En la provincia de Guayas, el clima histórico ha mostrado una tendencia muy baja de aumento de los días al año con temperaturas muy altas (con 3 días más hacia el año 2015, con relación al año 1981) en la mayor parte de la provincia, y con una tendencia de incremento mayor (con 6 días más hacia el año 2015 con respecto al año 1981) en el sur (cantón Balao) y parte del centro (Guayaquil, Daule, Santa Lucía) y norte de ella (El Empalme). Bajo los escenarios de cambio climático, bajo el RCP 4.5 esta tendencia de aumento de los días con temperaturas muy altas se incrementaría, con 6 días más hacia el año 2040, con relación al clima histórico 1981-2015, en gran parte de la provincia, y en el centro (Guayaquil, Daule, Santa Lucía) y noroccidente con una tendencia mayor (con 15 días más de temperaturas muy altas hacia el año 2040, con relación al clima histórico 1981-2015). Bajo el RCP 8.5, la tendencia aumentaría significativamente en toda la provincia, pasando a tener 15 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2040 con respecto al clima histórico 1981-2015, y con algunas zonas al norte, sur, oriente y occidente con una tendencia mayor (30 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2040). En el escenario RCP 4.5 el cantón Naranjal presenta una categoría de normalización “baja” es decir, la tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 o 10 años (habría 3 días más temperaturas muy 54 altas

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO

hacia el año 2030, y 6 días más hacia el año 2040); mientras que para el escenario RCP 8.5 presenta una categoría de normalización “moderada”, es decir, la tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 o 5 años (habrían 6 días más temperaturas muy altas hacia el año 2030, y 15 días más hacia el año 2040)

5.3. VIAS DE ACCESO

Se accede al área de estudio por la carretera principal de la via Panamericana al ingreso de la cooperativa 6 de Julio se procede a 4,9 km de recorrido según lo indica la grafica de acuerdo a las coordenadas del google maps.



Imagen N° 02: Vias de Acceso del Proyecto
Fuente: Google Earth (programa de búsqueda de lugares).

5.4. TOPOGRAFIA DEL TERRENO

El área de estudio se ubica en un área de terreno con material natural y no de relleno, predominan los suelos arcillosos y limosos de naturaleza. La topografía del terreno es llano y lastrado.

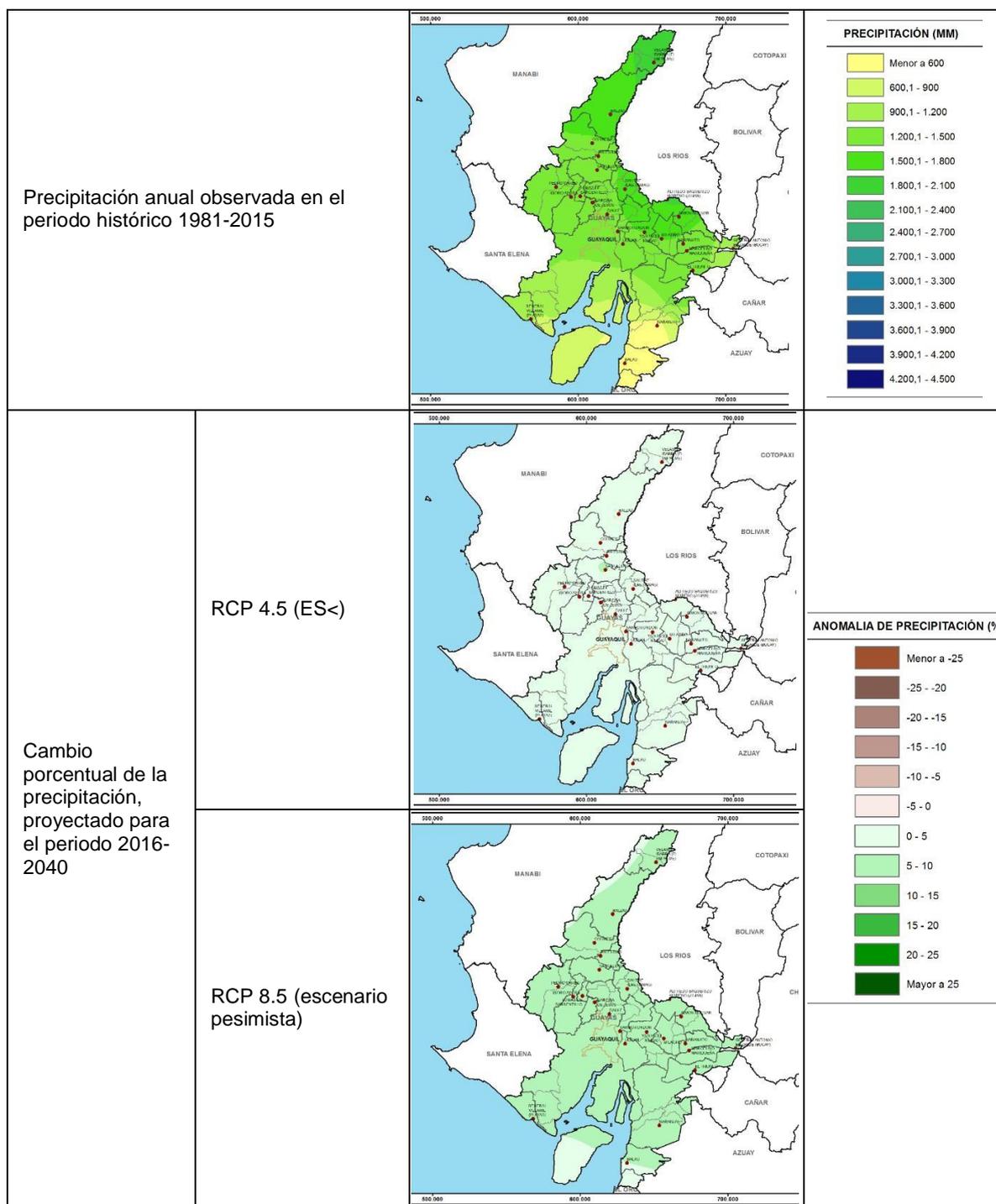
5.5. PRECIPITACIÓN

Para la provincia del Guayas los mayores valores de precipitación se dan en la parte nororiental en cantones como El Empalme y Balzar, con precipitaciones entre 1.200 y 1.800 milímetros al año.

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO

Los 51 menores valores se dan en la parte sur de la provincia, con lluvias menores a 1.200 milímetros anuales (Naranjal y Balao).

Bajo los escenarios de cambio climático para 2016-2040, en ambos escenarios se darían incrementos de precipitación, siendo del orden del 4% bajo el RCP 4.5 y del 7% bajo el RCP 8.5.



Fuente: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica – Sistema Único de Información Ambiental – (Guía para la interpretación y uso de los escenarios de cambio climático – provincia del Guayas, 2019).

5.6. SISMICIDAD

La Norma de Construcción del Ecuador (NEC) para el diseño sismo resistente de las edificaciones deben tenerse en cuenta tres factores principales:

- Tipo de suelo
- Nivel de amenaza de acuerdo al mapa de zonificación o las curvas de peligro sísmico
- Uso y funcionalidad del edificio proyectado.

En el NEC establece seis zonas sísmicas en el Ecuador, donde la Provincia Bolívar se encuentra entre las zonas sísmicas IV y V. Los cuales los cantones de Chillanes, San Miguel, Chimbo y Guaranda están en la zona V; y los cantones de Caluma, Echeandia y las Naves en la zona sísmica IV.

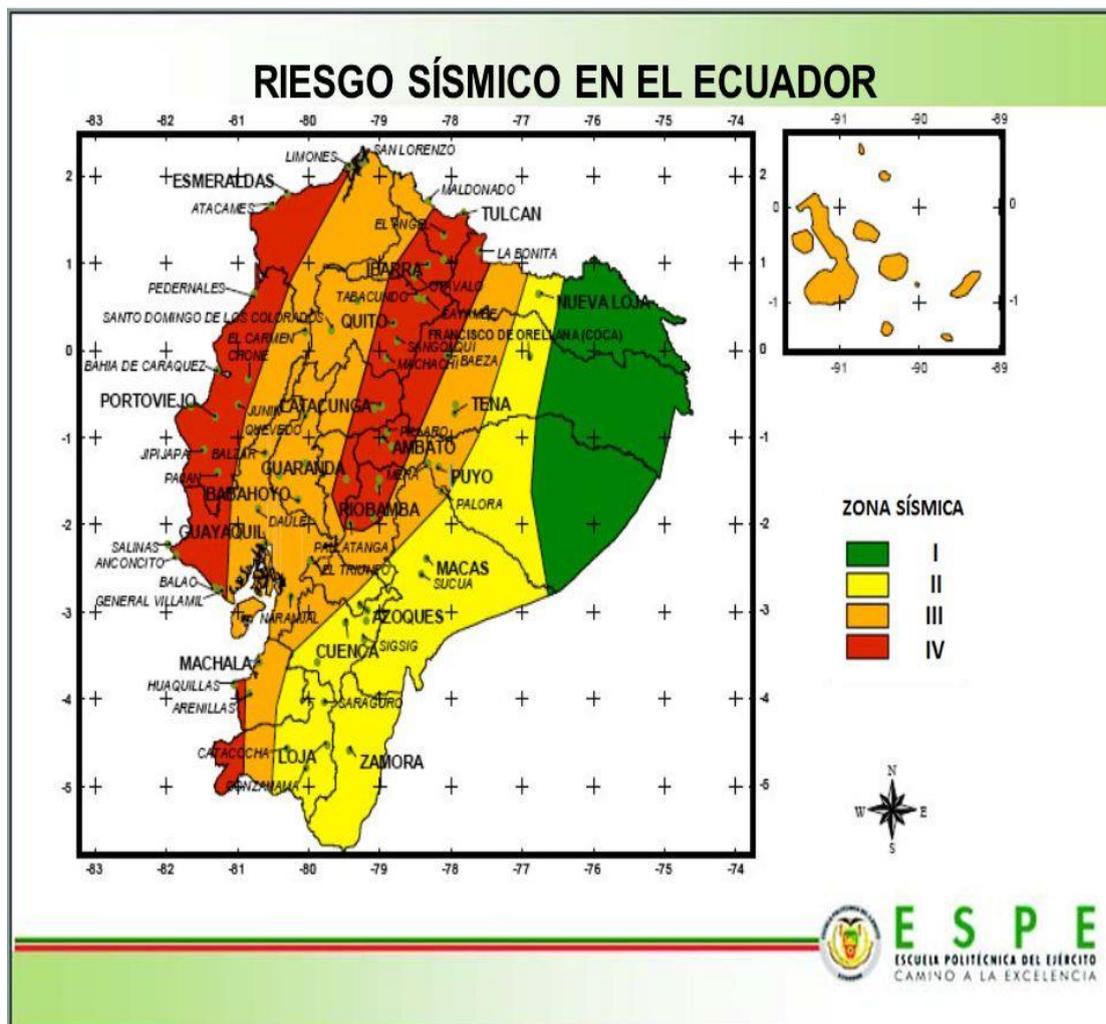


Imagen N° 03: Zonas sísmicas de Ecuador

Fuente: <https://sites.google.com/site/introducciongestionriesgos/zonas-sismicas-en-el-ecuador>

6. MARCO TEÓRICO

6.1. ESTUDIO GEOTECNICO

Se define como estudio geotécnico el conjunto de actividades de subsuelos los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la edificación y se protejan las vías, instalaciones de servicios públicos, predios y construcciones vecinas.

6.2. USO E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO GEOTECNICO

Los estudios geotécnicos se utilizan para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los suelos que sean necesarias conocer, dependiendo del proyecto que se vaya a ejecutar; por ejemplo en carreteras es importante conocer el módulo de elasticidad del suelo y la capacidad portante que servirá de subrasante, para cimentar un puente es necesario conocer la resistencia del suelo de cimentación y su compartimiento, en el tiempo, ante los esfuerzos que transmitirá la estructura.

A su vez la geotecnia puede facilitar la ejecución de sondeos valiéndose de pruebas geofísicas como herramienta para tener una idea previa de la estratigrafía del terreno de cimentación. La geotecnia pues constituye un medio para adaptar las estructuras a las condiciones del terreno.

6.3. EL SUELO

La palabra suelo se deriva del latín “solum” que significa piso o superficie de la tierra. Se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.

Los suelos son sistemas complejos donde ocurren una vasta gama de procesos físicos y biológicos que se ven reflejados en la gran variedad de suelos existentes en la tierra.

Son muchos los procesos que pueden contribuir a crear un suelo particular, algunos de estos son: la deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización, y deposición de material orgánico.

6.3.1. IMPORTANCIA DEL SUELO

En el campo de trabajo, el ingeniero civil constantemente se enfrenta a diversos problemas surgidos por el tipo de suelo con el cual tratará, el suelo es lo que soportará el peso de una estructura, y si este no cumple con ese objetivo, la estructura sufrirá problemas de agrietamiento, hundimientos y otros que también dañaran la obra realizada.

Pero el suelo no sólo es utilizado como base para soportar las cargas, sino también en taludes, como material para construcción, y como impermeabilizante para rellenos sanitarios; la diversidad de usos que ahora en día se le da al suelo es el resultado de mucho tiempo de investigación.

6.3.2. COMPOSICION DE LOS SUELOS

Considerando al suelo como un material sus componentes esenciales están compuestos:

Fracción inorgánica o mineral:

Resultante de la alteración físico-química de la roca, en cierto modo refleja la composición del substrato pero puede presentar diferencias si existen materiales que hayan sido arrastrados hasta allí y mezclados con los existentes y está constituida por partículas de diversos tamaños desde cantos, gravas hasta partículas sub-microscópicas de arcilla que viene a ser el resultado de la meteorización química principalmente de la hidrólisis, que le confiere a los suelos propiedades como la plasticidad y la cohesión.

Fracción orgánica:

Formada por residuos de la vegetación natural. Está presente principalmente en forma de material amorfo de color oscuro o humus, resultante de la acción de las plantas y animales, está compuesto por materia orgánica en descomposición, en su mayor parte de materia vegetal en la que se puede reconocer fragmentos de restos de las plantas no descompuestas: hojas, tallos, raíces y semillas, pero el 60 al 90% de la materia orgánica de los suelos se encuentra en estado húmico y de su proporción depende la calidad del suelo, además de ser fuente importante de nutrientes vegetales, el humus potencial la capacidad del suelo para retener el agua.

Agua del suelo:

Que contiene sustancias o nutrientes en solución coloidal o en verdadera solución. El constituyente coloidal se presenta comúnmente en películas, capas o agregados independientes, esta materia está constituida por minerales insolubles. Los componentes en solución son las sales que están totalmente dissociadas en sus iones componentes como calcio, magnesio, potasio. Además, se proporcionan la humedad para activar las reacciones químicas, también proporciona los nutrientes a las plantas.

Aire del suelo

Ocupa los espacios porosos no rellenos de agua y es la fuente de oxígeno y del dióxido carbónico también son necesarios para las plantas, por tanto es dependiente y su composición varía por un mismo suelo. Los principales aspectos por lo que difiere de la atmósfera libre son:

- Contiene una proporción de anhídrido carbónico mucho mayor.
- Está saturado con vapor de agua excepto en suelos de aire seco.
- Contiene menos oxígeno y nitrógeno.

Las proporciones más altas de anhídrido carbónico sean halladas en suelos ricos en materia orgánica, tanto por la descomposición biológica, como por respiración de las raíces de las plantas constituyen el principal medio, que a su vez es agotado por la fotosíntesis y regenerado en la atmosfera.

6.3.3. ESTRUCTURA DE LOS SUELOS

Los factores que intervienen en la formación del suelo actúan desde la superficie hacia abajo, debido a ello las variaciones de composición, color, estructura, textura varían gradualmente hacia abajo. Estas diferencias que se acentúan con el tiempo, dividen al suelo en zonas, capas u horizontes. En los suelos se distinguen cinco zonas muy marcadas, también llamadas horizontes que cubren el perfil desde la superficie hasta roca firme sin alterar, reciben la designación de "O" "A" "E" "B" "C" que son comunes en climas templados y que varían de un ambiente a otro tanto en características como en extensión del horizonte.

El horizonte "O", en la parte superficial es de color oscuro a negro, debido a la gran cantidad de materia orgánica reconocible como hojas sueltas y otros restos orgánicos, de bajo una capa de color negro constituida de humus que es el resultado de la descomposición total de la materia vegetal, además este horizonte contiene a la vida microscópica como hongos, bacterias, algas que proporcionan en oxígeno, bióxido de carbono, los ácidos orgánicos propicios para el desarrollo del suelo. Este horizonte no está desarrollado en los suelos de regiones desérticas y en las lateritas.

El horizonte "A", Es el horizonte mineral más superficial, formado por partículas finas de arena y arcilla y algo de humus, que las aguas de lluvia al penetrar, arrastran hacia abajo los compuestos coloidales y sales solubles, a este proceso de lavado se denomina eluviación, debido a este

empobrecimiento de las sustancias, a este horizonte se le llama zona de lixiviación.

El horizonte “E”, se encuentra por debajo del horizonte “A”, es de color claro y no contiene materia orgánica.

El horizonte “B”, es la llamada zona de deposición. Es el nivel intermedio del suelo y tiene un grosor variable. Su color es claro a pardo rojizo o amarillento, de la alúmina coloidal le da un aspecto poroso y plástico. En este horizonte suele precipitar el carbonato de calcio formando costras que se denominan “caliche”.

El horizonte “C”, Es más profundo y corresponde a una zona transicional a la roca madre que da origen al suelo y forma el substrato. Está formado en su mayor parte por abundante material suelto, embebido en una matriz de arena y arcilla que termina cuando comienza la roca firme o la roca madre. Tanto al horizonte “O” y “A”, constituye la denominada capa superficial del suelo, el horizonte “B” la capa subsuperficial. Los horizontes “O”, “A”, “E”, “B” juntos constituyen el solum o suelos verdadero.

6.3.4. TIPOS DE SUELO

Suelos pedregosos: Predominan piedras y gravas como bloques y cantos rodados, muy duros y difíciles de trabajar.

Suelos calcáreos: Formado por roca calcárea, retienen poca agua y materia orgánica.

Suelos arenosos: Predomina la arena, son suelos porosos y suaves; sus componentes, al estar sueltos, no retienen casi humedad.

Suelos arcillosos: Son más compactos que el suelo arenoso ya que predomina la arcilla y retienen mucha agua.

Suelos limosos: Intermedios a los dos anteriores.

Suelos orgánicos: Poseen abundante materia orgánica y retienen agua.

6.3.5. CARACTERISTICAS DEL SUELO

Los suelos se diferencian por sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

6.3.5.1. Propiedades físicas:

Textura: Determinada por la proporción de partículas minerales de diverso tamaño presentes en el suelo. Esta propiedad ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de las plantas. Para el estudio de la textura del suelo, éste se considera formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida constituye cerca del 50 % del volumen de la mayor parte de los suelos superficiales y consta de una mezcla de partículas inorgánicas y orgánicas cuyo tamaño y forma varían considerablemente. La distribución proporcional de los diferentes tamaños de partículas minerales determina la textura de un determinado suelo. La textura del suelo se considera una propiedad básica porque los tamaños de las partículas minerales y la proporción relativa de los grupos por tamaños varían considerablemente entre los suelos, pero no se alteran fácilmente en un determinado suelo.

Estructura: Es la forma en que las partículas se juntan para formar agregados. De acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura esferoidal (agregados redondeados), laminar (agregados en láminas), prismática (en forma de prisma), blocosa (en bloques), y granular (en granos). La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados.

Densidad: Se refiere a la cantidad de masa por unidad de volumen del suelo.

Temperatura: Esta influye en la distribución de la vegetación.

Color: Esto depende de sus componentes y varía con la cantidad de humedad. El color rojo indica contenido de óxidos de hierro y manganeso; el amarillo indica óxidos de hierro hidratado; el blanco y el gris indican presencia de cuarzo, yeso y caolín; y el negro y marrón indican materia orgánica. Cuanto más negro es un suelo, más productivo será, por los beneficios de la materia orgánica. El color del suelo puede proporcionar información clave sobre otras propiedades del medio edáfico. Por ejemplo, suelos de colores grisáceos y con presencia de "moteados o manchas" son síntomas de malas condiciones de

aireación. Horizontes superficiales de colores oscuros tenderán a absorber mayor radiación y por consiguiente a tener mayores temperaturas que suelos de colores claros.

Porosidad: Se determina por las cavidades o poros que permiten la penetración de agua y aire. En las arenas los dos elementos ingresan con facilidad.

Permeabilidad: La Permeabilidad es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire y es una de las cualidades más importantes que han de considerarse para la piscicultura. Un estanque construido en suelo impermeable perderá poca agua por filtración. Mientras más permeable sea el suelo, mayor será la filtración. Algunos suelos son tan permeables y la filtración tan intensa que para construir en ellos cualquier tipo de estanque es preciso aplicar técnicas de construcción especiales. En un volumen de esta colección que aparecerá próximamente se ofrecerá información sobre dichas técnicas.

Consistencia: La consistencia del suelo es usualmente definida como el término que designa las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión, actuando dentro del suelo a varios contenidos de humedad. Estas manifestaciones incluyen:

- a) El comportamiento con respecto a la gravedad, presión y tensión.
- b) La tendencia de la masa del suelo de adhesión a cuerpos extraños o sustancias
- c) Las sensaciones que son evidenciadas y sentidas por los dedos del observador.

6.3.5.2. Propiedades químicas:

La capacidad de intercambio: Corresponde a la capacidad del complejo arcillahumus de ceder nutrientes a las plantas por intermedio de la captación de partículas minerales.

La fertilidad: Se refiere a los nutrientes que están a disposición de la planta.

El PH: Indica la acidez, la neutralidad o alcalinidad del suelo. Es una propiedad química que se mide en la solución del suelo por el contenido de Hidrógeno. Si el hidrógeno está en baja cantidad la acidez es moderada o no existe; pero en alta proporción hace que el suelo sea extremadamente ácido. La acidez de un suelo la puede determinar el tipo de roca en el que se origina, puede ser también causada por muchas lluvias que lo lavan, también por un

período de evolución muy largo o por alta presencia de residuos vegetales y animales en descomposición.

6.3.5.3. Propiedades biológicas:

Estas se relacionan con la presencia de materia orgánica. Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en materiales importantes en composición del suelo y en la producción de plantas.

Las propiedades biológicas están asociadas a la presencia de materia orgánica y de formas de vida animal, tales como microorganismos, lombrices e insectos. Contribuyen a definir su capacidad de uso y su erodabilidad. Las propiedades biológicas del suelo son muy importantes, ya que está constituida por la microfauna del suelo, como hongos, bacterias, nematodos, insectos y lombrices, los cuales mejoran las condiciones del suelo acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica, además, que entre ellos ocurren procesos de antagonismo o sinergia que permite un balance entre poblaciones dañinas y benéficas que disminuyen los ataques de plagas a las plantas.

6.3.6. SIMBOLOGIA DE SUELOS

La simbología de suelos del Reglamento Nacional de Edificaciones clasifica el suelo por el método SUCS.

Este sistema de clasificación usado en ingeniería y geología es importante para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.

Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de **Pt**). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado.

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO

DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.	

Imagen N° 04: Simbología de suelos. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones 2013. Cap.358. Norma E-050. Suelos y Cimentaciones.

6.4. CIMENTACION

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los pilares o muros que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados (excepto en suelos rocosos muy coherentes).

La cimentación es importante porque es el grupo de elementos que soportan a la superestructura. Hay que prestar especial atención ya que la estabilidad de la construcción depende en gran medida del tipo de terreno.

6.5. CALICATA

Las calicatas o catas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno. Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala retroexcavadora.

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo.

7. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA EL ESTUDIO GEOTECNICO

Los ensayos geotécnicos de laboratorio son pruebas realizadas para la determinación de las características geotécnicas de un terreno, como parte de las técnicas de reconocimiento de un reconocimiento geotécnico. Estos ensayos se ejecutan sobre las muestras previamente obtenidas en el terreno y, dependiendo del tipo de ensayo, se exigen distintas calidades de muestra.

Los ensayos geotécnicos de laboratorio son los siguientes:

- ✓ Ensayo de análisis granulométrico por tamizado.
- ✓ Ensayo de contenido de humedad.
- ✓ Ensayo de peso específico.
- ✓ Ensayo de pesos unitarios.
- ✓ Ensayo de límite líquido.
- ✓ Ensayo de límite plástico.
- ✓ Ensayo de índice de plasticidad.
- ✓ Ensayo de corte directo.
- ✓ Clasificación de suelos.
- ✓ Análisis químico del suelo de fundación.
- ✓ Ensayo de constantes físicos.

7.1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Introducción:

El termino agregados comprende las arenas, gravas naturales y la piedra triturada utilizada para preparar morteros y concretos.

La limpieza, sanidad, resistencia, forma y tamaño de las partículas son importantes en cualquier tipo de agregado. En nuestro laboratorio nos enfocaremos en esta última, teniendo como propiedad LA GRANULOMETRIA.

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO

La granulometría y el tamaño máximo de los agregados son importantes debido a su efecto en la dosificación, trabajabilidad, economía, porosidad y contracción del concreto.

Para la gradación de los agregados se utiliza una serie de tamices que están especificados en la norma Técnica de Laboratorios, los cuales se seleccionaran los tamaños y por medio de unos procedimientos hallaremos su módulo de finura, para que el agregado fino y el tamaño máximo nominal y absoluto para el agregado grueso.

Objetivo general

Establecer los requisitos de gradación y calidad para los agregados (finos y gruesos).

Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de paso de los diferentes tamaños del agregado (fino y grueso) y con estos datos construir su curva granulométrica.
- Determinar mediante el análisis de tamizado la gradación que existe en una muestra de agregados (fino y grueso).

Material y equipo

Balanza: Una balanza o bascula con precisión dentro del 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, graduada como mínimo a 0.05Kg. El rango de uso de la balanza es la diferencia entre las masas del molde lleno y vacío.

Serie de tamices: Son una serie de tazas esmaltadas a través de las cuales se hace pasar una muestra de agregado que sea fino o grueso, su orden es de mayor a menor.

En su orden se utilizaran los siguientes tamices:

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO

#3, #2 ½, #2, #1 ½, #1, #3/4, #1/2, #3/8, #1/4, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200.

TAMIZ	ABERTURA (mm)
3"	76.2
2 ½"	63.5
2"	50.8
1 ½"	38.1
1"	25.4
¾ "	19.1
½ "	12.7
3/8 "	9.52
¼ "	6.35
No. 4	4.76
No. 10	2.00
No. 40	0.420
No. 200	0.075

Tabla N° 01: Tipos de tamices con sus respectivas medidas de aberturas.

La granulometría de una base de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas. Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados, por abertura, de mayor a menor.

El tamizada a mano se hace de tal manera que el material se mantenga en movimiento circular con una mano mientras se golpea con la otra, pero en ningún caso de debe inducir con la mano el paso de la partícula a través del tamiz; recomendando, que los resultados del análisis en tamiz se coloquen en forma tabular.

Siguiendo la respectiva recomendación, en la columna 1 se indica la serie de tamices utilizada en forma descendente. Después se toma el material retenido en cada tamiz, se pesa, y cada valor se coloca en la columna 2.

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO

Cada uno de estos pesos retenidos se expresa como porcentaje (retenido) del peso total de la muestra.

$$\% \text{Retenido} = \left[\frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total de la Muestra}} \right] * 100$$

Este valor de % retenido se coloca en la columna 3.

En la columna 4 se van colocando los porcentajes retenidos acumulados.

En la columna 5 se registra el porcentaje acumulado que pasa, que será simplemente la diferencia entre 100 y el porcentaje retenido acumulado.

$$\% \text{PASA} = 100 - \% \text{RETENIDO ACUMULADO}$$

Los resultados de un análisis granulométrico también se pueden representar en forma gráfica y en tal caso se llaman curvas granulométricas. Las curvas granulométricas permiten visualizar mejor la distribución de tamaños dentro de una masa de agregados y permite conocer además que tan grueso o fino es. En la siguiente figura se muestra la curva granulométrica.

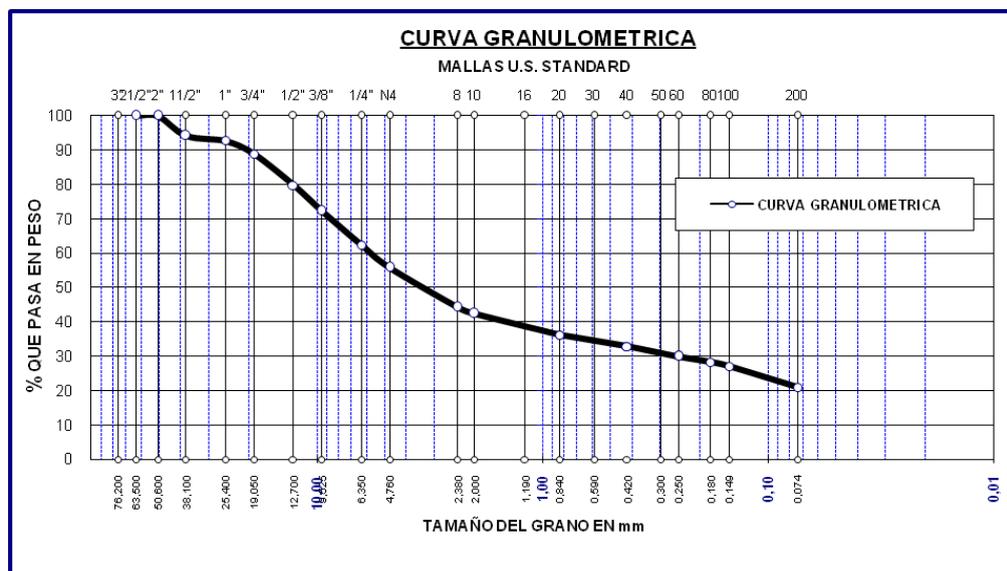


Imagen N° 05: Un ejemplo de cómo sería la curva granulométrica.

Fuente: Ensayo de analisis granulometrico de Widmer Gutierrez Cuellar, año 2011.

EN CONSECUENCIA, HAY FACTORES QUE SE DERIVAN DE UN ANÁLISIS GRANULOMETRICO COMO SON:

PARA AGREGADO FINO

Módulo de finura (MF)

El módulo de finura es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2 desde el tamiz #100 en adelante hasta el tamaño máximo presente y dividido entre 100.

Se considera que el MF de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2,3 y 3,1 o donde un valor menor que 2,0 indica una arena fina 2,5 una arena de finura media y más de 3,0 una arena gruesa.

PARA AGREGADO GRUESO.

Tamaño máximo (TM)

Se define como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra.

Tamaño máximo nominal (TMN)

El tamaño máximo nominal es otro parámetro que se deriva del análisis granulométrico y está definido como el siguiente tamiz que le sigue en abertura (mayor) a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado del es del 15% o más. La mayoría de los especificadores granulométricos se dan en función del tamaño máximo nominal y comúnmente se estipula de tal manera que el agregado cumpla con los siguientes requisitos.

El TMN no debe ser mayor que $1/5$ de la dimensión más pequeña del miembro del concreto.

El TMN no debe ser mayor que $1/3$ del espesor de una losa.

El TMN no debe ser mayor que $3/4$ del espaciamiento libre máximo entre las barras de refuerzo.

7.2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Introducción:

En los agregados existen poros, los cuales se encuentran en la intemperie y pueden estar llenos de agua, estos poseen un grado de humedad, el cual es de gran importancia ya que con el podríamos saber si nos aporta agua a la mezcla.

Este método consiste en someter una muestra de agregado a un proceso de secado y comparar su peso antes y después del mismo para determinar su porcentaje de humedad total. Este método es lo suficiente exacto para los fines usuales, tales como el ajuste de la del peso de una mezcla de concreto.

Objetivo general

Establecer el método de ensayo para determinar el porcentaje de humedad total en una muestra de agregado por medio del secado.

Objetivos específicos

- Determinar el contenido de la humedad total para asegurar la calidad y uniformidad.
- Conocer el uso del calor, como el medio más apropiado para hacer la extracción de la humedad en agregados.
- Saber sobre la relación que existe entre la humedad total, la humedad superficial y la absorción.

Material y equipos

Balanza: Una balanza o bascula con precisión dentro del 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, graduada como mínimo a 0.05Kg.

Horno: Fuente de calor capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$.
Recipiente, Se utiliza para introducir la muestra en el horno.

Base teórica

Los agregados pueden tener algún grado de humedad lo cual está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y cantidad o volumen total de poros.

Las partículas de agregado pueden pasar por cuatro estados, los cuales se describen a continuación:

Totalmente seco. Se logra mediante un secado al horno a 110°C hasta que los agregados tengan un peso constante. (Generalmente 24 horas).

Parcialmente seco. Se logra mediante exposición al aire.

Saturado y superficialmente seco. (SSS). En un estado limite en el que los agregados tienen todos sus poros llenos de agua, pero superficialmente se encuentran secos. Este estado solo se logra en el laboratorio.

Totalmente húmedo. Todos los agregados están llenos de agua y además existe agua libre superficial.

El contenido de humedad de los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$W(\%) = \left[\frac{W_m - W_n}{W_s} \right] * 100$$

W (%): Es el contenido de humedad (%).

W_m : Es el peso inicial de la muestra (g).

W_s : Es el peso de la muestra seca (g).

También existe la humedad libre donde esta se refiere a la película superficial de agua que rodea el agregado, donde la humedad libre es igual a la diferencia entre la humedad total y la absorción del agregado, donde la humedad total es aquella que se define como la cantidad total de agua que posee un agregado. Cuando la humedad libre es positiva se dice que el agregado está aportando agua a la mezcla, para el diseño de mezclas es importante saber esta propiedad; y cuando la humedad es negativa se dice que el agregado está quitando agua a la mezcla.

Este método no se puede aplicar a aquellos casos en el que el calor pueda alterar al agregado, o donde se requiere una determinación más refinada de la humedad.

7.3. PESOS UNITARIO SUELTO COMPACTADO

Introducción

El presente ensayo de laboratorio tiene como objetivo, obtener la masa unitaria suelta y apisonada de acuerdo a las **Normas Técnicas Peruanas**, las cuales involucran una muestra de agregado en un recipiente de volumen conocido y para luego restar el peso del recipiente.

La masa unitaria suelta se realiza por medio del llenado con el agregado del recipiente, a una altura no mayor de 50mm, se enraza y se pesa (3veces), se saca el peso promedio y se divide entre el volumen y nos da la masa unitaria suelta. Para la masa unitaria compacta se realiza el mismo procedimiento, con la variación de que el recipiente se llena en tres capas y cada capa es golpeada con una varilla 25 veces por capa según la norma y luego se procede igual.

Objetivo

Determinar la masa por unidad de volumen de una muestra de agregado (<100 T.M.N.) en estado suelto y estado apisonado.

Base teórica

El propósito de este método de ensayo es determinar la masa por unidad de volumen de una muestra de agregado, para agregados que no excedan 100mm de tamaño máximo nominal. La masa de un agregado debe ser siempre relacionada con el volumen específico. La masa unitaria de un agregado debe ser conocida para seleccionar las proporciones adecuadas en el diseño de mezclas de concreto.

Este método permite la determinación del peso unitario de un agregado en la condición compactada (por apisonamiento externo o vibración) o en la condición suelta (como viene de una pala o cucharón) después de que el

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO

agregado ha sido secado hasta peso constante. El método involucra la determinación de una muestra de agregado en recipiente (medida) de volumen conocido, y entonces se resta el peso del recipiente.

Equipo

Balanza con sensibilidad de 0.1% de la masa del material.

Varilla compactadora.

Recipiente.

Recipiente de medida con capacidad mínima a la indicada en la tabla dependiendo del tamaño máximo del agregado.

Tamaño Máximo Nominal Del Agregado(mm)	Capacidad del molde *	
	(m3)	(L)
12.5	0.0028	2.8
25.0	0.0093	9.3
37.5	0.0140	14.0
75.0	0.0280	28.0
112.0	0.0700	70.0
150.0	0.0100	100.0

Tabla N° 02: Capacidad de Moldes

*El volumen real del molde debe ser como mínimo un 95% del volumen nominal tabulado.

Procedimiento

La masa unitaria suelta

La masa unitaria suelta se determina usando el método del paleo el cual sigue el siguiente procedimiento:

Determine la masa del recipiente y llene de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50mm por encima del borde. Enrase la superficie y pese el recipiente lleno. Repita esta operación tres veces y determine el promedio.

Masa unitaria apisonada

La masa unitaria compactada se determina usando el método de apisonamiento con varilla en agregados con tamaño máximo nominal menor o igual a 37.5mm, o mediante el método de golpeo si el tamaño máximo nominal es superior a los 37mm e inferior a 150mm.

Para el método de apisonamiento con varilla, mida el peso del recipiente y ponga el agregado en tres capas de igual volumen, hasta llenarlo. Empareje cada capa con la mano y apisona con 25 golpes de varilla distribuidos uniformemente a cada capa. Al apisonar la primera capa debe evitarse que la varilla golpee el fondo del recipiente y al apisonar las superiores aplicar la fuerza necesaria, para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa. Nivela la superficie con la varilla y determine la masa del recipiente lleno. Determine el peso del molde más su contenido y la masa del molde por separado y registre los valores con una aproximación de 0.05Kg.

Cálculos matemáticos.

La masa unitaria suelta y apisonada, es el cociente entre la masa de las muestras suelta y apisonada respectivamente sobre el volumen del recipiente.

$$PESO\ UNITARIO = \left[\frac{PESO\ MUESTRA - PESO\ DEL\ RECIPIENTE}{VOLUMEN\ DEL\ RECIPIENTE} \right]$$

7.4. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

- AGREGADO FINO ITINTEC**
- AGREGADO GRUESO**

Introducción:

Una de las propiedades físicas de los agregados es el PESO ESPECIFICO. Al realizar este ensayo de laboratorio podemos decir que el acuerdo a los tipos de agregados encontraremos partículas que tienen poros saturables como no saturables que dependiendo de su permeabilidad pueden estar

vacíos parcialmente saturados o totalmente llenos de agua, generando así una serie de estados de humedad y densidad.

Sabiendo lo que más interesa en el estudio de suelo es la densidad aparente de los agregados.

Objetivo general

Determinar la densidad y la absorción de los agregados (finos y gruesos) a partir del humedecimiento de los agregados en un tiempo determinado.

Objetivos específicos

- Calcular el peso específico y absorción de una cierta muestra de agregado (fino y grueso).
- Establecer el tipo de agregado (fino y grueso) para el estudio de suelo.
- Conocer la importancia y cómo influye la densidad y absorción que tienen los agregados en la reacción del suelo

Materiales y equipos:

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos

Para el agregado grueso

Balanza: Un aparato sensible, fácil de leer, con precisión de 0.05% de la masa de una muestra en cualquier punto dentro del rango usado para este ensayo. La balanza debe estar equipada con un aparato apropiado para suspender el recipiente de la muestra en agua desde el centro de la plataforma de la balanza.

Recipiente de la muestra: Una canasta de malla con abertura de 3.35mm o más fina, o un balde de aproximadamente de igual ancho y altura, con capacidad suficiente para un tamaño máximo nominal de 37.5mm o menos. El recipiente debe ser construido de modo que no se atrape aire cuando se sumerja.

Tamices. Tamiz n°4 o 4.75mm.

Para el agregado fino

Balanza. Un aparato sensible, fácil de leer, con sensibilidad de 0.1 gramo de la masa de la muestra en cualquier punto dentro del rango usado para este ensayo.

Picnómetro. Frasco volumétrico de vidrio con capacidad de 500cm³ a la temperatura normal.

Molde metálico. Debe ser de forma tronca cónica con las medidas siguientes 40mm de diámetro en la base superior, 90mm de diámetro en la base inferior y 75mm de altura.

Pisón metálico. Debe tener un peso de 340g y una sección plana de 25mm de diámetro.

Base teórica

PESO ESPECÍFICO

El peso específico es una propiedad física de los agregados y está definida por la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada, lo que significa que depende directamente de las características del grano del agregado.

Como generalmente las partículas del agregado tienen poros tanto saturables como no saturables, dependiendo de su permeabilidad interna pueden estar vacíos, parcialmente saturados o totalmente llenos de agua se genera una serie de estados de humedad a los que corresponde idéntico número de tipos de pesos específicos, la que más interesa en el campo de la tecnología del concreto y específicamente en el diseño de mezclas es el peso específico aparente que se define como la relación que existe entre el peso del material y el volumen que ocupan las partículas de ese material incluidos todos los poros (saturables y no saturables).

Este factor es importante para el diseño de mezclas porque con él se determina la cantidad de agregado requerido para un volumen unitario de concreto, debido a que los poros interiores de las partículas de agregado van a ocupar un volumen dentro de la masa de concreto y además porque el agua se aloja dentro de los poros saturables.

Existen tres tipos de densidad las cuales están basadas en la relación entre la masa (en el aire) y el volumen del material; a saber:

Peso específico nominal. Es la relación entre el peso en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo los poros no saturables, y el peso de un volumen igual de agua destilada libre de gas a temperatura establecida.

Peso específico aparente. La relación entre el peso en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo sus poros saturables y no saturables, (pero sin incluir los vacíos entre las partículas) y la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a temperatura establecida.

Peso específico aparente (SSS). La relación entre la suma en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo la masa del agua dentro de los poros saturables, (después de la inmersión en el agua durante aproximadamente 24 horas), pero sin incluir los vacíos entre las partículas, comparando con la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.

El peso específico aparente es la característica usada generalmente para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes tipos de mezclas, incluyendo el concreto de cemento portland, el concreto bituminoso, y con otras mezclas que son proporcionadas o analizadas sobre la base de un volumen absoluto. El peso específico aparente es también usado en el cálculo de los vacíos del agregado. La densidad aparente (SSS) se usa si el agregado está húmedo, es decir, si ha satisfecho su absorción. Inversamente, el peso específico nominal (seco al horno) se usa para cálculos cuando el agregado está seco o se asume que está seco. La densidad nominal concierne a la densidad relativa del material sólido sin incluir los poros saturables de las partículas constituyentes.

ABSORCION

La absorción en los agregados, es el incremento en el peso del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca. El agregado se considera como "seco" cuando se ha mantenido

a una temperatura de $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ por suficiente tiempo para remover toda el agua no combinada.

La capacidad de absorción se determina por medio de los procedimientos descritos en la norma técnica, para agregados gruesos, y la norma técnica, para agregados finos. Básicamente consiste en sumergir la muestra durante 24 horas luego de la cual se saca y se lleva a la condición de peso específico aparente (SSS); obtenida esta condición, se pesa e inmediatamente se seca en un horno y la diferencia de pesos, expresado como un porcentaje de peso de la muestra seca, es la capacidad de absorción.

Para el cálculo, tanto las densidades como la absorción para el agregado grueso se calculan de la siguiente manera:

RESULTADOS PARA EL AGREGADO FINO

Llamando:

A=Peso al aire de la muestra desecada, en gramos.

B=Peso del picnómetro aforado lleno de agua, en gramos.

C=Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua, en gramos.

S=Peso de la muestra saturada, con superficie seca en gramos.

Se calculan los pesos específicos aparentes a $23/23^{\circ}\text{C}$ ($73.4/73.4^{\circ}\text{F}$), saturado superficie seca, así como la absorción, por las siguientes expresiones (se expresarán siempre las temperaturas a las cuales se hayan realizado las medidas).

Peso específico aparente:

$$\text{PESO ESPECIFICO APARENTE} = \left[\frac{A}{B + S - C} \right]$$

Peso específico aparente (SSS):

$$\text{PESO ESPECIFICO APARENTE(SSS)} = \left[\frac{A}{B + S - C} \right]$$

Peso específico nominal:

$$\text{PESO ESPECIFICO NOMINAL} = \left[\frac{A}{B + A - C} \right]$$

Absorción:

$$ABSORCION(\%) = \left[\frac{S - A}{A} \right]$$

RESULTADOS PARA EL AGREGADO GRUESO:

Llamando:

A=Peso en el aire de la muestra desecada, en gramos.

B=Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.

C=Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos.

Se calculan los pesos específicos aparente, saturado con superficie seca y nominal, así como la absorción, por medio de las siguientes expresiones:

Peso específico aparente:

$$PESO ESPECIFICO APARENTE = \left[\frac{A}{B - C} \right]$$

Peso específico aparente (SSS):

$$PESO ESPECIFICO APARENTE(SSS) = \left[\frac{B}{B - C} \right]$$

Peso específico nominal:

$$PESO ESPECIFICO NOMINAL = \left[\frac{A}{A - C} \right]$$

Absorción:

$$ABSORCION(\%) = \left[\frac{B - A}{A} \right]$$

7.5. DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTEBERG DEL SUELO (LIMITE LIQUIDO, PLASTICO Y INDICE DE PLASTICIDAD)

ASTM D 4318, AASHTO T 89-90 Y T 90-87

Norma Técnica

Introducción:

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Así un suelo se

puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido. La arcilla, por ejemplo al agregarle agua, pasa gradualmente del estado sólido al estado plástico y finalmente al estado líquido. El contenido de agua con que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro y en mecánica de suelos interesa fundamentalmente conocer el rango de humedades, para el cual el suelo presenta un comportamiento plástico, es decir, acepta deformaciones sin romperse (plasticidad), es decir, la propiedad que presenta los suelos hasta cierto límite sin romperse. El método usado para medir estos límites de humedad fue ideado por Atterberg a principios de siglo a través de dos ensayos que definen los límites del estado plástico.

Los límites de Atterberg son propiedades índices de los suelos, con que se definen la plasticidad y se utilizan en la identificación y clasificación de un suelo.

Los límites de Atterberg nos permiten conocer o identificar de forma sencilla algunas de las propiedades de los suelos, además los podemos encontrar en diferentes estados; líquido, plástico, semi-sólido y sólido. Algunos materiales como las arcillas al agregarle agua, pasan gradualmente de sólido a plástico. En este caso y en la mecánica de suelos nos interesa saber que humedad soporta para que resista deformaciones hasta un límite donde no se rompa. En la práctica de laboratorio nos encontraremos con un material, donde vamos a analizar el estado líquido y el estado plástico de él mismo, para eso utilizaremos la cazuela de Casagrande.

Objetivo general

La determinación de los límites de ATTERBERG, límite líquido, límite plástico y límite de contracción, estos corresponden a la humedad, es decir, el porcentaje de agua respecto al peso de los sólidos finos de los materiales que pasan de una consistencia a otra.

Objetivos específicos

- Estudiar la Relación entre el Limite Plástico y el Limite Liquido queda como un resultado el Índice de Plasticidad.
- Establecer los estados de consistencia del suelo, caracterizados por la cantidad de humedad adquirida.
- Determinar el límite plástico, determinando el porcentaje del suelo que ha producido un cilindro de ± 3 mm de diámetro, es decir el contenido de agua o porcentaje que limita el estado plástico de un estado semisólido resistente.
- Comprender la importancia de los límites de Atterberg en el estudio de propiedades mecánicas del suelo esenciales para comprender el manejo que debe tener, al enfatizar en el sector agrícola.

Material y equipos

PARA EL LIMITE LÍQUIDO

- Malla N° 40.
- Copa de casa grande con rasurador – calibrador.
- Balanza de 2000 gr.
- Horno con temperatura constante de 100 a 110°C.
- Capsula de porcelana
- Espátula flexible.
- Cuenta gotas.
- Tara.

PARA EL LIMITE PLASTICO

- Vidrio esmerilado o papel absorbente
- Tara.
- Balanza con sensibilidad de 0.01gr.
- Horno con una temperatura constante de 100 a 110°C
- Alambre de acero de 3 mm. X 10 cm. (alambre de referencia).

Base teórica

En gran parte mediante el trabajo de Atterberg y Casagrande (1948), los límites de Atterberg y los índices con ellos relacionados han constituido unos valores muy útiles para caracterizar los conjuntos de partículas de los suelos. Originalmente fueron ideados por Atterberg quien era especialista en agronomía y posteriormente redefinidos por Casagrande para aplicarlos a la mecánica de suelos de la manera que hoy se conocen.

Los límites se basan en el concepto de que un suelo de grano fino solamente puede existir en cuatro (algunos autores consideran cinco estados) estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco, pasando al añadir agua a los estados semisólido, plástico y finalmente líquido.

Los contenidos de humedad y los puntos de transición de un estado a otro se denominan límite de retracción o contracción, límite plástico y límite líquido.

Puede considerarse que los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, SUCS) y también en la Clasificación de la AASHTO de carreteras. Estos límites son válidos para suelos finos y para la porción de finos de suelos granulares.

Para la determinación de estos límites es necesario remoldear la muestra de suelo destruyendo su estructura original, por lo que es absolutamente necesaria una descripción previa del suelo en sus condiciones naturales. Para realizar los límites de Atterberg se trabaja con todo el material menor

que la malla nº 40 (0,42 mm). Esto quiere decir que no sólo se trabaja con la parte fina del suelo (< malla nº 200), sino que se incluye igualmente la fracción de arena fina.

Los límites de Atterberg son los siguientes:

- **Límite Líquido (LL).** **L o LL.-** Es el contenido de humedad requerido para que una muestra de suelo, en el aparato de Casagrande, cierre una ranura de ½” de amplitud, a los 25 golpes generados a la cápsula de bronce que esta posee, con un ritmo de dos golpes por minuto.

El límite líquido se calcula mediante la curva de fluidez en porcentaje (%) en basa a 25 golpes.

- **Límite Plástico (LP).** **P o LP.-** Es el contenido de agua que presenta un rollo de suelo fino de o de 3 mm de diámetro cuando ocurre el desmoronamiento y agrietamiento por rodado. Sin agrietarse el suelo, no hay LP, y con muchas tampoco se tiene el LP. Los valores típicos entre arenas y arcillas se encuentran entre 5 y 30%. En arenas la prueba no es posible.

Resultado de estos dos limites, se puede hallar el índice de plasticidad.

- **Índice de Plasticidad (IP).**- Un Índice de plasticidad bajo, como por ejemplo del 5%, significa que un pequeño incremento en el contenido de humedad del suelo, lo transforma de semisólido a la condición de líquido, es decir resulta muy sensible a los cambios de humedad. Por el contrario, un índice de plasticidad alto, como por ejemplo del 20%, indica que para que un suelo pase del estado semisólido al líquido, se le debe agregar gran cantidad de agua.

Procedimiento del ensayo

Limite Líquido (LL)

En la práctica, el limite líquido se determina sabiendo que el suelo remoldado tiene una pequeña resistencia al corte (aprox. 0.02 kg/cm²) de tal modo que la muestra de suelo remoldado necesita de 25 golpes para cerrar en ½ pulgada dos secciones de una pasta de suelo de dimensiones especificadas más adelante.

- Separar y secar la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes del ensayo,
- Colocar entre 50 y 70 g de suelo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo,
- Usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o 3 pasadas suaves antes de completarlo,
- Colocar la cápsula en su posición para el ensayo,
- Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg; continuar hasta que el surco se cierre en ½" de longitud; anotar el número de golpes, cuando éste sea inferior a 40,
- Revolver el suelo de la cápsula con la espátula y repetir las operaciones (3) a (5), hasta que la diferencia entre los números de golpes para dos ensayos sucesivos no sea superior a 1 (para suelos especiales se pueden aceptar mayores diferencias); una diferencia mayor revela, por lo general, una falta de uniformidad en el contenido de humedad,
- Tomar una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad,

- Vaciar el suelo en la cápsula agregando un poco de agua y revolver el material con la espátula; repetir etapas (1) a (7),
- Repetir etapas (1) a (8), 3 a 4 veces, hasta llegar a un número de golpes de 15 a 20.

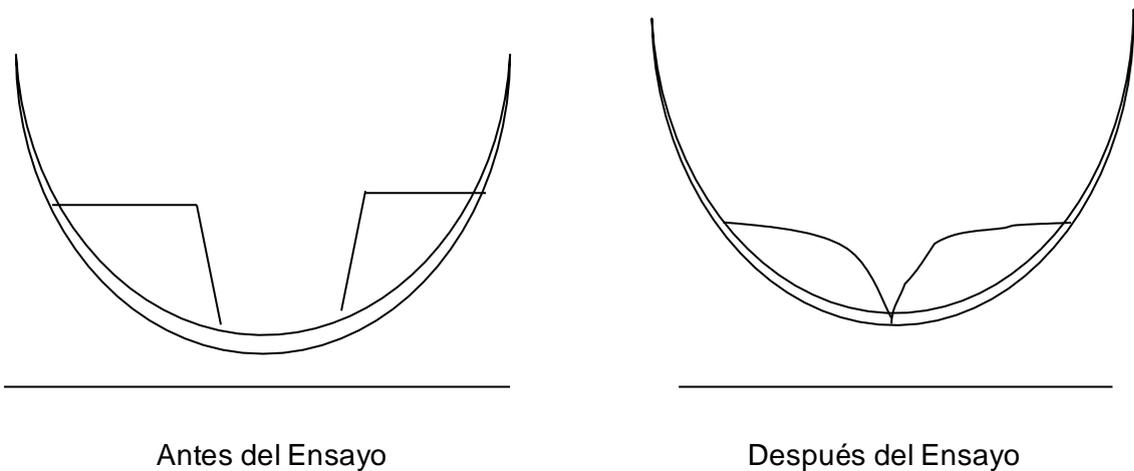


Imagen N° 06: Demostración de un antes y después del ensayo en el equipo de Casa Grande.
Fuente: Manual del ensayo de Límites de Consistencia.

Límite Plástico (LP)

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8" (3 mm) cuando se hace rodar una pequeña masa de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa.

- Utilizar el material que queda del ensayo del límite líquido,
- En los suelos muy plásticos IP puede ser muy diferente de IL; para evitar excesivas demoras en el ensayo con los suelos muy plásticos, es necesario secar el material extendiéndolo sobre la placa de vidrio y

remoldeándolo de vez en cuando; se le puede igualmente colocar sobre el horno (a temperatura baja), al sol, o bien debajo de una ampolleta eléctrica; en cualquier caso, es necesario asegurarse que se seque de manera uniforme.

- Tomar una bolita de suelo de 1 cm³ y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro.
- Reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico.
- El límite plástico, IP, corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm, así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm de largo, si no se está seguro de haber alcanzado IP, es recomendable amasar otra vez el bastoncito.
- Pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad.
- Realizar 2 o 3 ensayos repitiendo etapas (2) a (5) y promediar, diferencias entre 2 ensayos de más de 2 % resultan objetables.

7.6. CLASIFICACION DE SUELOS METODO SUCS

ASTM D 2487

Introducción

Este sistema fue propuesto por Arturo Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en el año 1942 para aeropuertos. Esta clasificación divide los suelos en:

Grueso..... % pasando # 200 < 50%.

Fino..... % pasando # 200 ≥ 50%.

Los suelos de granos grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz No. 200.

Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz No. 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz.

Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turbas), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos.

Antes de realizar la clasificación de suelo por el método SUCS, es necesario realizar el ensayo de Límites de Consistencia o también llamado Límites de Atterberg para hallar el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad.

Objetivo general

Clasificar el suelo mediante la obtención de la información requerida para desarrollar el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Objetivos específicos

- Determinar el contenido de humedad en una muestra de suelo.
- Determinar la distribución de tamaños de partícula mediante un análisis granulométrico por tamizado.
- Conocer la gradación del suelo estudiado mediante la obtención de la curva de distribución granulométrica del suelo.
- Determinar el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP), y el índice de plasticidad (IP) mediante el ensayo de Límites de Atterberg.
- Analizar las posibles fuentes de error en la determinación del contenido de humedad, de los límites líquido y plástico y el análisis granulométrico por tamizado.

Materiales y equipos

Límites de Consistencia:

Límite líquido

- Malla N° 40.
- Copa de casa grande con rasurador – calibrador.
- Balanza de 2000 gr.
- Horno con temperatura constante de 100 a 110°C.
- Capsula de porcelana
- Espátula flexible.
- Cuenta gotas.
- Tara.

Límite plástico

- Vidrio esmerilado o papel absorbente
- Tara.
- Balanza con sensibilidad de 0.01gr.
- Horno con una temperatura constante de 100 a 110°C.
- Alambre de acero de 3 mm. X 10 cm. (alambre de referencia).

Índice de plasticidad

Dónde:

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite Líquido.

LP: Límite Plástico.

Clasificación de suelo SUCS

- Tamiz N° 200 y N°4.
- Balanza.

PROCEDIMIENTO DE LA CLASIFICACION DE SUELO POR EL METODO DE SUCS

1. Selección de muestra (1kg).
2. Tamizar la muestra por el tamiz N°200, para separar suelos gruesos y suelos finos.
3. Tamizar la muestra retenida en el tamiz N° 200 por el tamiz N° 4, para separar en las partículas gruesas las gravas y arenas.

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)

ASTM D 2487

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio		Clasificación de suelos		
		Símbolo de grupo	Nombre del grupo	
Suelos de partículas gruesas mas del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW Grava bien graduada	
		$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GP Grava mal graduada	
	Mas del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM Grava limosa
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC Grava arcillosa
	Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cumple los criterios para GW y GM	GW/GM Grava bien graduada con limo
			Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC Grava bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM Grava mal graduada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC	GP-GC Grava mal graduada con arcilla
	Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW Arena bien graduada
			$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP Arena mal graduada
Suelos de partículas finas El 50% o mas pasa la malla No. 200	Arenas El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM Arena limosa	
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC Arena arcillosa	
	Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Inorgánicos	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM Arena bien graduada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC Arena bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM Arena mal graduada con limo
			Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC Arena mal graduada con arcilla
	Inorgánicos	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL Arcilla de baja plasticidad
			IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML Limo de baja plasticidad
	Orgánicos	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno	OL Arcilla orgánica
			limite liquido - no secado < 0.75	OH Limo orgánico
Limos y arcillas Limite Liquido menor que 50	Orgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH Arcilla de alta plasticidad	
		IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH Limo de alta plasticidad	
Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno	OH Arcilla orgánica	
		limite liquido - no secado < 0.75	PT Limo orgánica	
Suelos altamente orgánicos		Principalmente materia orgánica de color oscuro	PT Turba	

CARTA DE PLASTICIDAD
SUCS ASTM D2487

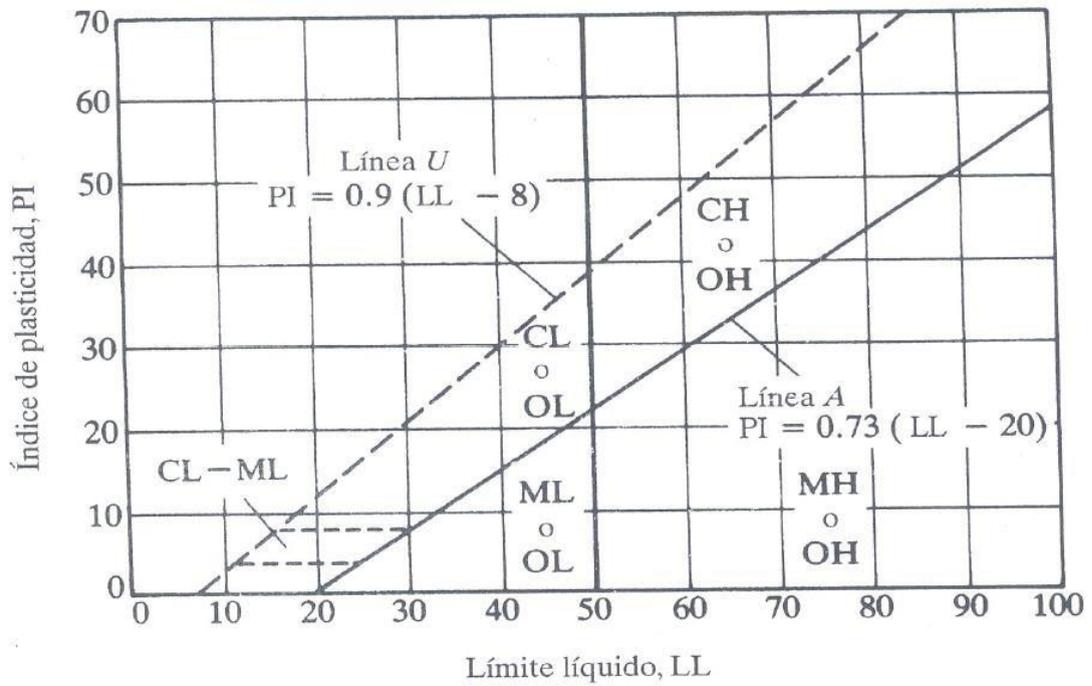
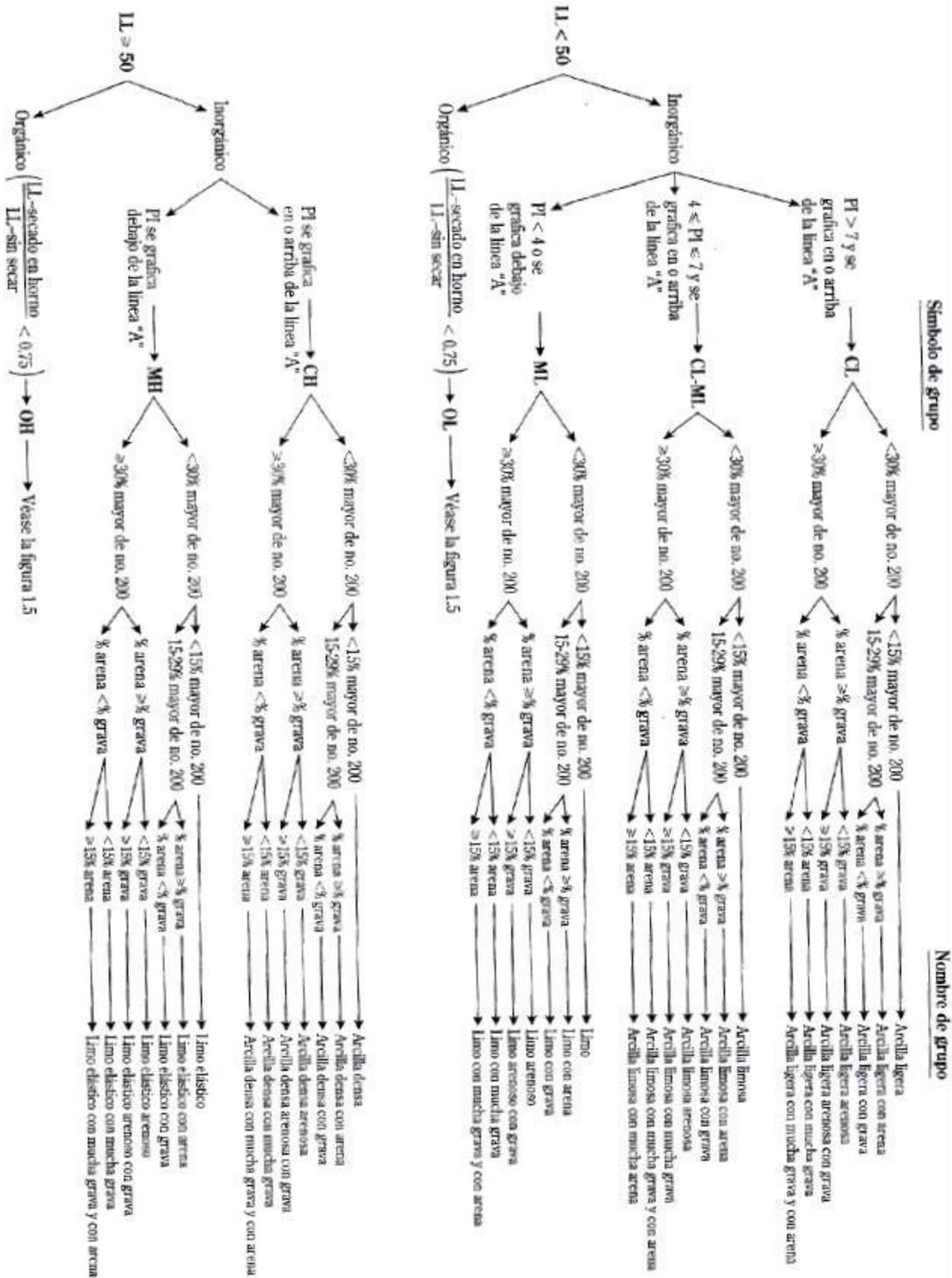


DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS DE PARTICULAS FINAS (SUCS)

ASTM D 2487



7.7. CORTE DIRECTO

NORMAS: ASTM D3080-90, INVE 154-07, AASHTO T236, J. E. Bowles (Experimento N° 17)

Introducción:

La finalidad de los ensayos de corte, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en terreno producto de la aplicación de una carga. El ensayo de corte directo se realiza con el objetivo principal de determinar el valor de la cohesión, así como el ángulo de fricción interna de un suelo sometido a esfuerzo cortante. Este ensayo impone sobre un suelo condiciones idealizadas, o sea indica la ocurrencia de una falla a través de un plano de localización predeterminado. Sobre este plano actúan dos fuerzas, una normal por una carga vertical aplicada y un esfuerzo cortante debido a la acción de una carga horizontal. Como el esfuerzo cortante y el esfuerzo normal tienen el mismo significado en la construcción del Círculo de Mohr, en lugar de resolver una serie de ecuaciones para C y $\tan \Phi$, es posible dibujar en un plano de ejes coordenados estos valores para los diferentes ensayos y proponer promedio del valor de la cohesión en el corte en Y f por la pendiente de esta recta. Normalmente el ensayo se realiza sobre tres probetas de un mismo suelo, sometida cada una de ellas a una presión normal diferente, obteniéndose la relación entre la tensión tangencial de rotura y la tensión normal aplicada. La evaluación de la resistencia al esfuerzo normal y cortante del suelo, permite cuantificar parámetros necesarios para solucionar problemas relacionados con la resistencia del terreno, que nos permite analizar problemas de la estabilidad de suelos tales como: el estudio de estabilidad de taludes para carreteras, la determinación de la capacidad de soporte en cimentaciones, la presión lateral sobre estructuras de retención de tierras.

El ensayo se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de cizalladura determinado por la configuración del aparato de cizalladura. Generalmente se ensayan tres o más especímenes,

cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento y las propiedades de resistencia a partir de las envolventes de resistencia de Mohr.

Objetivo general

Determinar la resistencia al esfuerzo cortante o capacidad portante del suelo en estudio, utilizando el ensayo de corte directo.

Objetivos específicos

- Determinar el ángulo de fricción interno.
- Determinar la cohesión del suelo.
- Obtener la gráfica de distribución de esfuerzos cortantes vs deformación para unas determinadas cargas aplicadas a dicha muestra.
- Encontrar los valores máximos de los esfuerzos cortantes para las diferentes cargas aplicadas.
- Obtener la gráfica de esfuerzo normal contra cortantes máximos.

Materiales y equipos

Equipo de Corte.

Caja de Corte (Mitad superior e inferior, placa superior, placa inferior, tornillos de seguridad).

Equipo compactador.

Molde.

Cronómetro.

Deformímetro.

Espátula.

Base teórica

Resistencia al corte de un suelo

Esta resistencia del suelo determina factores como la estabilidad de un talud, la capacidad de carga admisible para una cimentación y el empuje de un suelo contra un muro de contención.

Ecuación de falla de Coulomb (1776)

Coulomb observó que, si el empuje de un suelo contra un muro produce un desplazamiento en el muro, en el suelo retenido se forma un plano recto de deslizamiento. Él postuló que la máxima resistencia al corte, τ_f , en el plano de falla, está dada por:

$$\tau_f = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi \text{----- (1)}$$

Dónde:

σ = Es el esfuerzo normal total en el plano de falla.

φ = Es el ángulo de fricción del suelo (por ejemplo, arena)

c = Es la cohesión del suelo (por ejemplo, arcilla).

Esta es una relación empírica y se basa en la Ley de Fricción de Amonton para el deslizamiento de dos superficies planas, con la inclusión de un término de cohesión c para incluir la Stiction propia del suelo arcilloso. En los materiales granulares, $c = 0$ y por lo tanto:

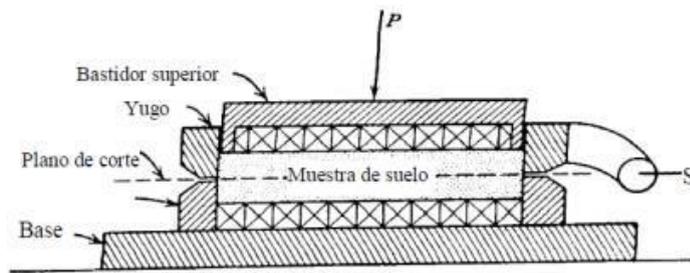
$$\tau_f = \sigma \operatorname{tg} \varphi \text{ Suelo granular----- (2)}$$

Contrariamente, en suelos puramente cohesivos, $\varphi = 0$, luego:

$$\tau_f = c \text{ Suelo cohesivo puro----- (3)}$$

Pero la ecuación (1) no condujo siempre a resultados satisfactorios, hasta que Terzagui publica su expresión $\sigma = \sigma' + U$ con el principio de los esfuerzos efectivos (el agua no tiene cortante). Entonces:

$$T_f = c' + \sigma' \operatorname{tg} \phi' \text{----- (4)}$$



Aparato de corte directo

Puesto que la resistencia al cortante depende de los esfuerzos efectivos, en el suelo los análisis deben hacerse en esos términos, involucrando c' y ϕ' , cuyos valores se obtienen del ensayo de corte directo: Aplicando al suelo una fuerza normal, se puede proceder a cizallarlo con una fuerza cortante. El movimiento vertical de la muestra se lee colocando un deformímetro en el bastidor superior.

El molde no permite control de drenaje, que en el terreno pueden fallar en condiciones de humedad diversas (condición saturada no drenada, parcialmente drenadas o totalmente drenadas), para reproducir las condiciones de campo se programa la velocidad de aplicación de las cargas. En arenas, como el drenaje es libre, el ensayo se considera drenado.

Suelo	ϕ' suelto	ϕ' denso	Suelo	ϕ' suelto	ϕ' denso
Limo	27° - 30°	30° - 36°	Arena bien gradada	33°	45°
Arena limosa	27° - 33°	30° - 35°	Grava arenosa	35°	50°
Arena uniforme	28°	34°	Suelo anguloso uniforme	35°	43°
Suelo redondeado uniforme	30°	37°	Suelo anguloso bien gradado	39°	45°
Suelo redondeado bien gradado	34°	40°	Rangos de la tabla	27° - 39°	30° - 45°

Cuadro N° 03: Valores característicos del ángulo de fricción de algunos suelos.

Fuente: Manual del ensayo de Corte Directo.

Procedimiento del ensayo

Para suelo cohesivo

- Moldear cuidadosamente tres muestras de mismo tamaño y en lo

posible de la misma densidad, tomadas de una muestra de bloque grande, o de una muestra de tubo. Utilizar un anillo cortante de manera que el tamaño pueda ser controlado. Cualquier muestra con un peso apreciablemente diferente de las otras muestras debe descartarse y en su lugar moldear otra muestra.

- Retroceder la separación y el agarre de los tornillos guía en la parte superior de la caja de corte y ensamblar las dos partes. Asegurarse de que las piedras porosas están saturadas a menos que se vaya a ensayar un suelo seco. Medir las dimensiones de la caja de corte para calcular el área de la muestra.

- Colocar cuidadosamente la muestra dentro de la caja de corte. La muestra debe ajustar perfectamente en la caja y llenarla hasta cerca de 5 mm de la parte superior de la caja de corte. Colocar el bloque o pistón de carga en su sitio sobre el suelo, la carga normal P y ajustar el deformímetro de carátula vertical. Para un ensayo consolidado es necesario controlar el deformímetro vertical igual que para el ensayo de consolidación para determinar cuando la consolidación haya terminado.

- Separar cuidadosamente las mitades de la caja de corte dejando una pequeña separación apenas mayor que el tamaño de la partícula más grande que presente el suelo, retroceder los tornillos de separación y empalmar la cabeza de carga en un sitio utilizando los tornillos. Asegurarse de que la carga normal refleje la fuerza normal más el peso del bloque de carga y la mitad superior de la caja de corte. Tener cuidado al separar la caja de corte cuando se ensaya arcillas blandas porque parte del material puede salir de la caja por la zona de separación, utilizar en estos casos cargas verticales pequeñas.

- Colocar el deformímetro de deformación cortante, fijar en cero ambos deformímetros. Para ensayos saturados es necesario llenar la caja de corte con agua y esperar un tiempo hasta que se produzca la saturación de la muestra.

- Comenzar la carga horizontal (cortante) y tomar lecturas del deformímetro de carga, desplazamiento de corte y desplazamientos verticales (de cambio de volumen). Si el ensayo se hace a deformación unitaria controlada tomar estas lecturas al desplazamiento horizontal de 5, 10 y cada 10 ó 20 unidades del deformímetro de desplazamiento horizontal. Utilizar una tasa de deformación unitaria del orden de 0.5-2 mm/min.
- Remover el suelo y tomar una muestra para contenido de humedad.

7.8. ANALISIS QUIMICO

Introducción:

Antes de abordar el estudio del suelo en si mismo, como ente complejo y dinámico, sobre el cual se va a desarrollar toda actividad terrestre o acuática viviente, es necesario encuadrarlo en el contexto del paisaje. Para ello es conveniente realizar un conocimiento fisiográfico de la zona de estudio, analizando las formas geográficas actuales y los factores que intervienen en la elaboración de ellas (Zavaleta, 1992).

Así como cualquier suelo puede definirse y describirse en términos de sus características físicas y químicas, todo tipo de suelo puede también definirse y describirse en términos de los factores ambientales responsables de su desarrollo. Estos factores principales en la formación del suelo son: Roca madre, clima (temperatura, precipitación, etc.), organismos (vegetación, microorganismos, animales del suelo, hombre), relieve o topografía y tiempo o edad. La interacción de estos cinco factores principales de formación, determinarán las características del suelo. Se debe considerar que cada uno de estos factores de formación comprende diversos números de variables. Siendo el suelo un sistema muy complejo, las relaciones físicas y químicas, entre la fase sólida, líquida y gaseosa están afectadas no sólo por sus respectivas propiedades, sino también por la temperatura, presión y la luz. Los comportamientos mecánicos de la masa del suelo son referidos como propiedades físicas de los suelos, y el estudio de esas propiedades se conoce como la física del suelo (Ardí, 1970).

La habilitación del suelo para producir cultivos depende, de la adecuada relación de sólidos, aire y agua, lo que hace posible que las plantas usen los nutrientes más eficientemente. Por consiguiente, es necesario comprender los principios y fundamentos físicos del suelo que afectan el crecimiento de las plantas; tales como: la textura, estructura, humedad, capacidad de campo, velocidad de infiltración; los que son factores que tienen un impacto sobre el manejo de la labranza, el riego, drenaje, fertilización y conservación de los suelos.

La química del suelo representa un eslabón entre la fertilidad y los aspectos físicos del suelo; comprende a elementos importantes en la química del suelo como: el análisis de NPK, materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, las reacciones de los iones intercambiables, el pH del suelo, la conductividad eléctrica, y las transformaciones bioquímicas.

Objetivo general

Determinar en el laboratorio las principales propiedades químicas del suelo.

Objetivos específicos

- Determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo.
- Determinar la máxima cantidad de agua que puede retener el suelo después de haber sido regado y desaparecido el agua gravitacional
- Determinar la cantidad de arcilla, limo y arena presente en una muestra de suelo y su clasificación textural.
- Determinar el pH, cantidad de carbonatos, de bicarbonatos y de cloruros

Como la Universidad Peruana Unión no cuenta con un laboratorio de Análisis Químicos de suelos, en análisis químico del suelo se desarrolló en la Universidad Nacional del Altiplano (UNA).

8. CONCLUSIONES

9. ANEXO

10.1. PANEL FOTOGRAFICO

Extraccion de la muestra:



Imagen N° 07: Excavando el suelo para tener una calicata para realizar el estudio geotécnico.

Fuente: Camara digital.



Imagen N° 08: Preparando la muestra para ser sacada de la calicata.

Fuente: Camara digital.

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO



Imagen N° 09: Realizando las respectivas medidas de la calicata. Altura de 1.50 m.
Fuente: Camara digital.



Imagen N° 10: Muestra para realizar los ensayos en laboratorio.
Fuente: Camara digital.



Imagen N° 11: Muestra envuelto con plástico para evitar que pierda humedad.

Fuente: Camara digital



Imagen N° 12: Muestra en el horno para determinar el contenido de humedad.

Fuente: Camara digital



Imagen N° 13: Preparando la muestra para hacer la granulometría.

Fuente: Camara digital



Imagen N° 14: La muestra después de la granulometría. Separado según tamaño.

Fuente: Camara digital



Imagen N° 15: Agregado fino listo para realizar el ensayo de Límites de Consistencia.

Fuente: Camara digital



Imagen N° 16 : Preparando la muestra del ensayo para determinar el límite líquido. Fuente: Camara digital



Imagen N° 17: El equipo de Casa Grande listo para el ensayo. (Limite líquido).

Fuente: Camara digital



Imagen N° 18: La muestra ya lista para realizar el ensayo (Límite líquido).

Fuente: Camara digital



Imagen N° 19: La muestra partido con el rasurador. (Limite líquido).

Fuente: Camara digital



Imagen N° 20: La muestra después de realizar los golpes en el equipo. (Limite líquido).

Fuente: Camara digital



Imagen N° 21: La muestra lista para realizar el límite plástico. (Limite plástico).

Fuente: Camara digital



Imagen N° 22: Realizando el ensayo de límite plástico. (Limite plástico).

Fuente: Camara digital



Imagen N° 23: Equipo de corte directo, para determinar la capacidad portante del suelo.

Fuente: Camara digital



Imagen N° 24: Tomando medidas y preparando el equipo. (Corte directo)

Fuente: Camara digital

ESTUDIO GEOTECNICO DE SUELO



Imagen N° 25: Tomando la muestra para el ensayo. (Corte directo)

Fuente: Camara digital



Imagen N° 26: Preparando la muestra para el ensayo, rasurando la muestra a nivel del equipo.
(Corte directo)

Fuente: Camara digital

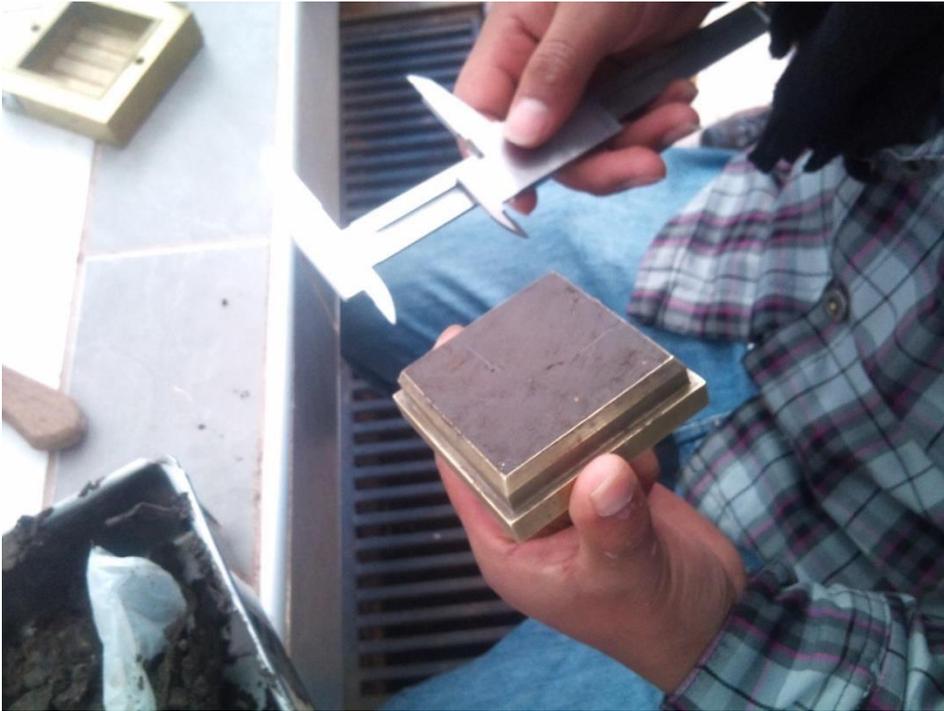


Imagen N° 27: Midiendo la muestra a ensayar. (Corte directo)

Fuente: Camara digital



Imagen N° 28: Colocando la muestra en el equipo de corte directo. (Corte directo)

Fuente: Camara digital



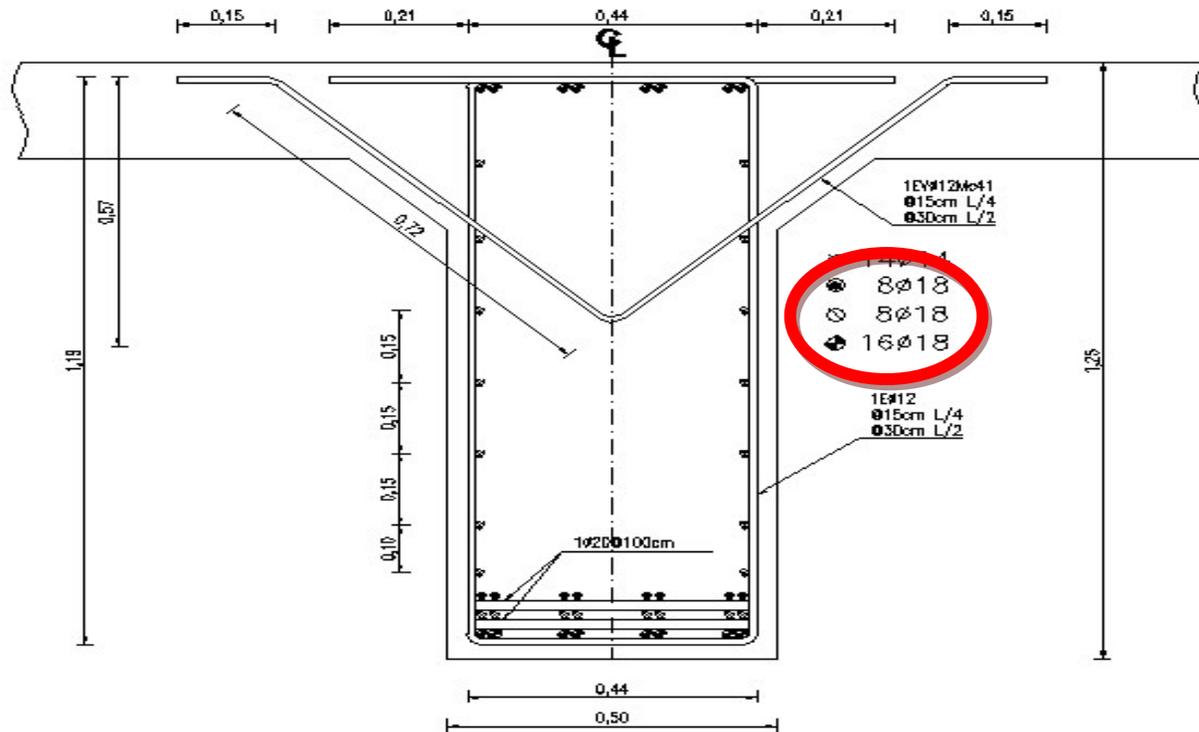
Imagen N° 29: los datos que nos dan el equipo (Corte directo)

Fuente: Camara digital

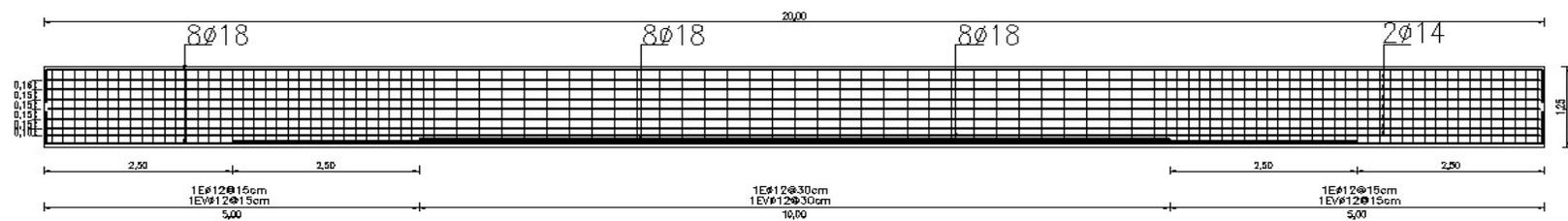


Imagen N° 30: Tomando nota los datos obtenidos. (Corte directo)

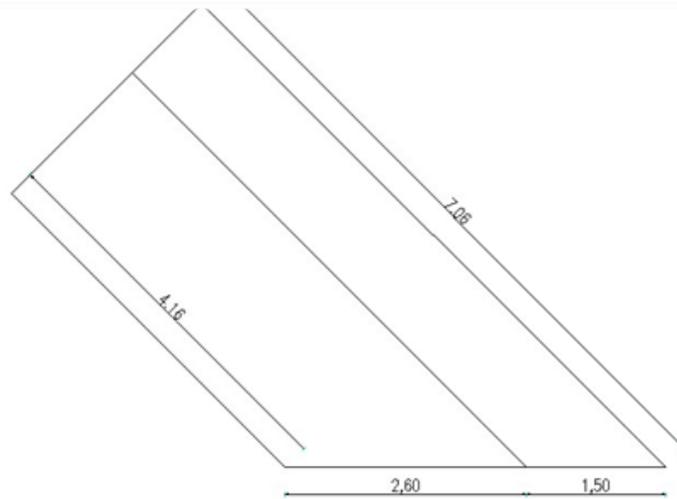
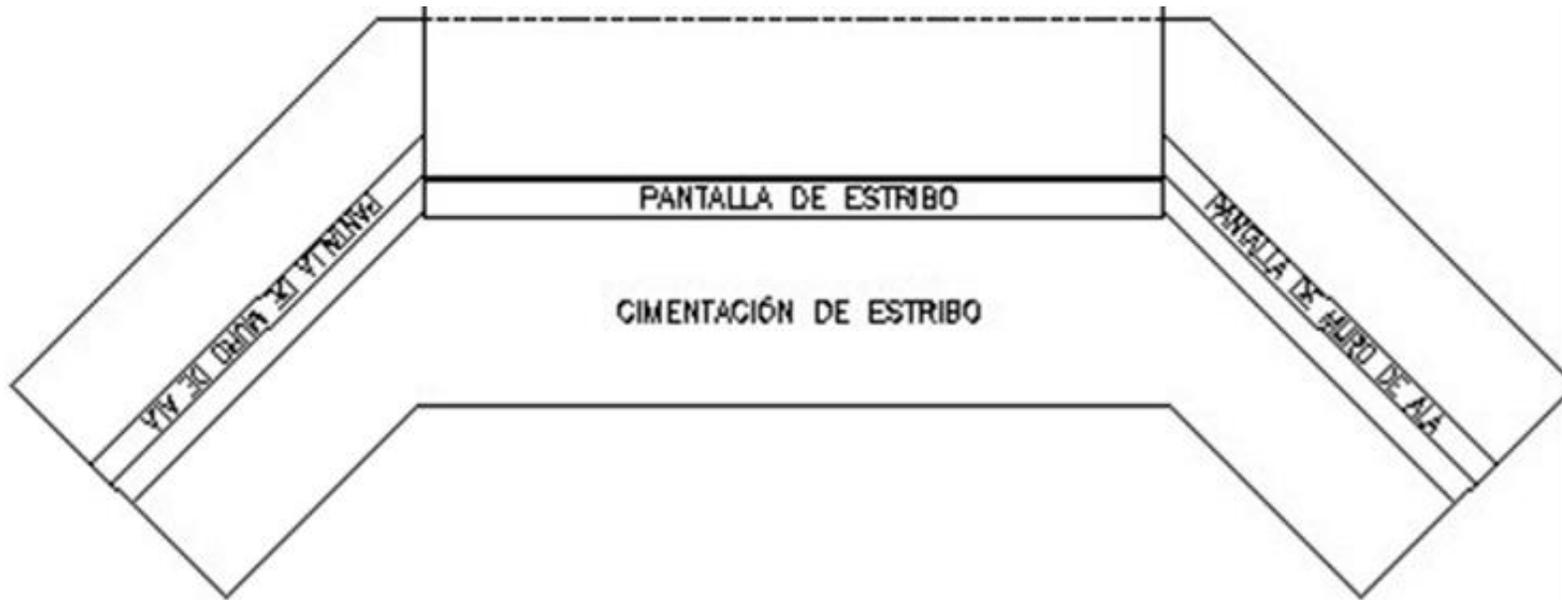
Fuente: Camara digital

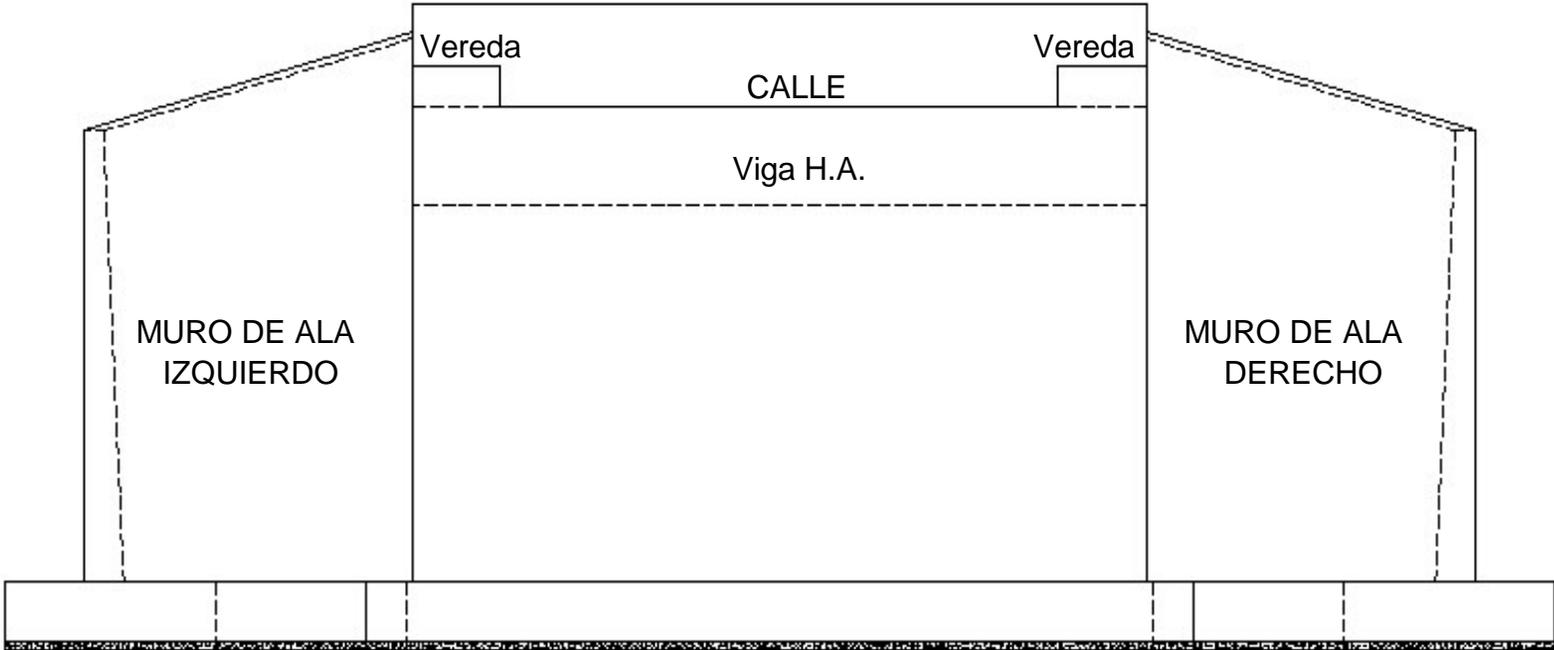


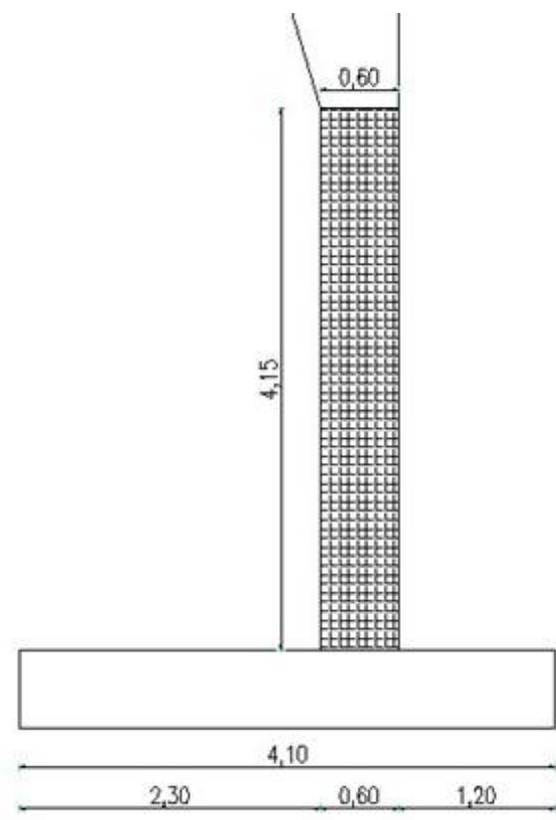
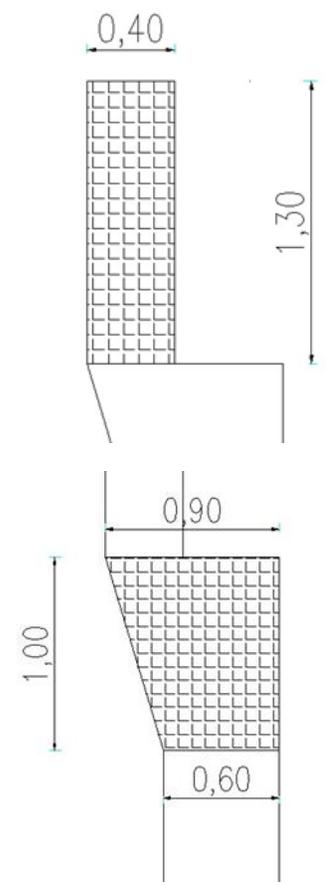
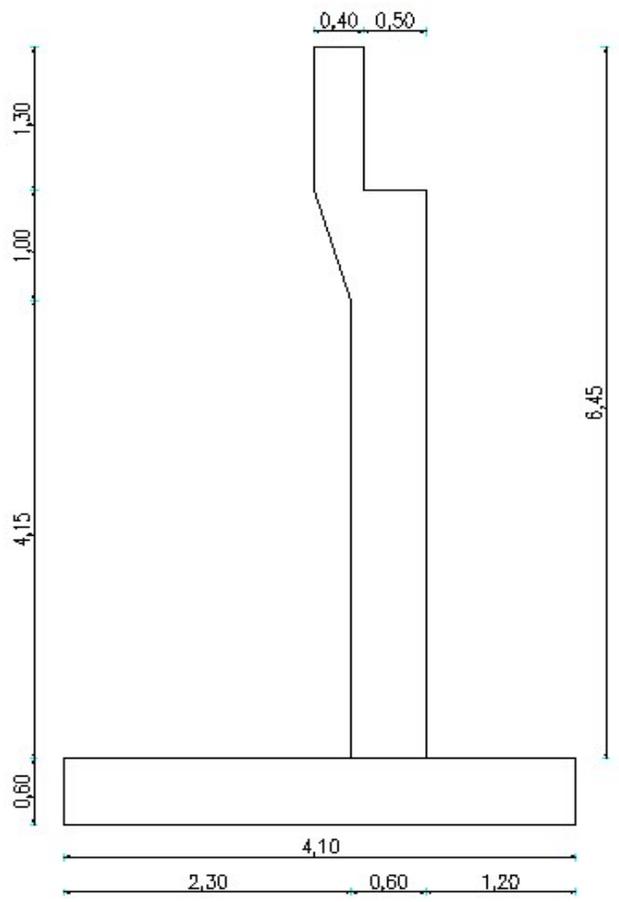
SECCION TRANSVERSAL TIPICA DE VIGA



VIGA LONGITUDINAL DE HORMIGÓN ARMADO







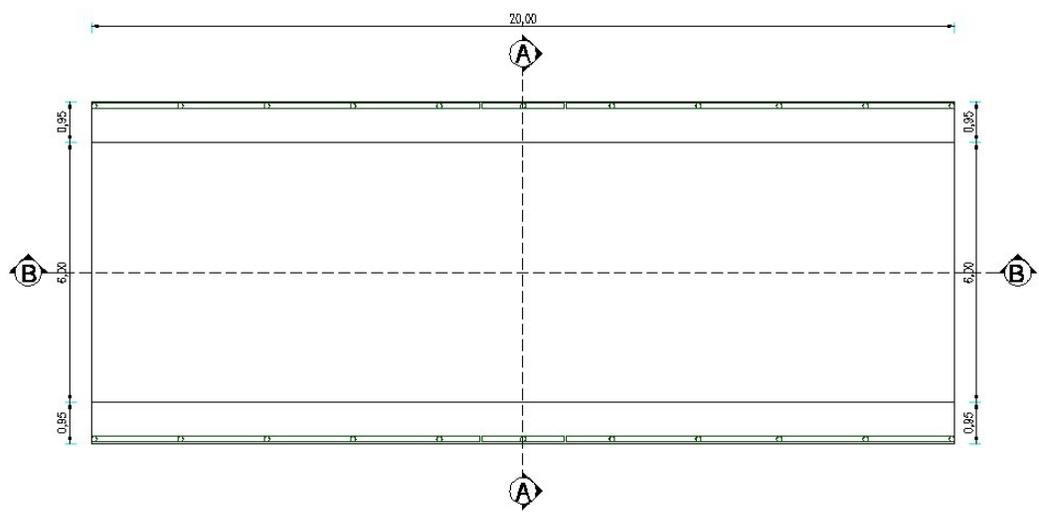


Figura 7.5: Planta del puente

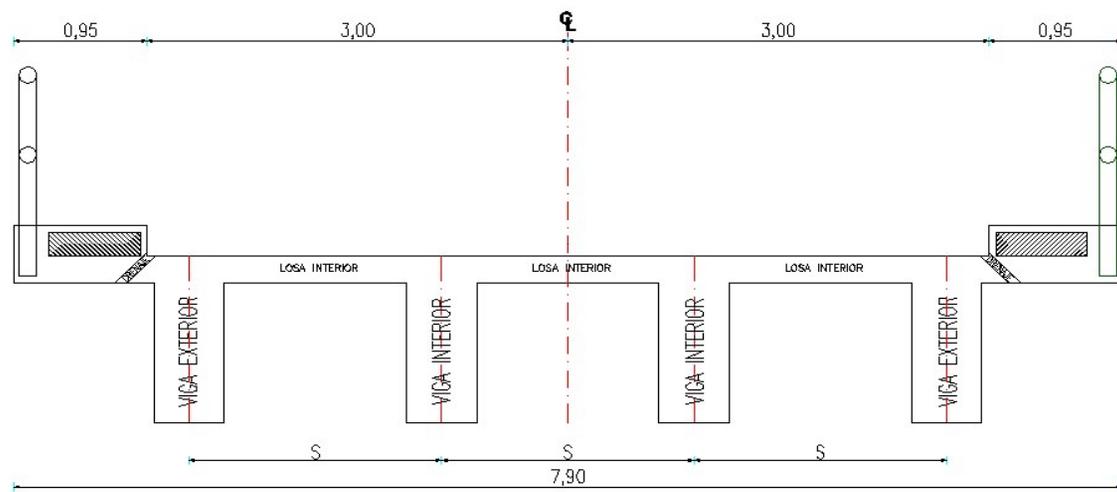


Figura 7.6: Sección transversal típica corte A-A

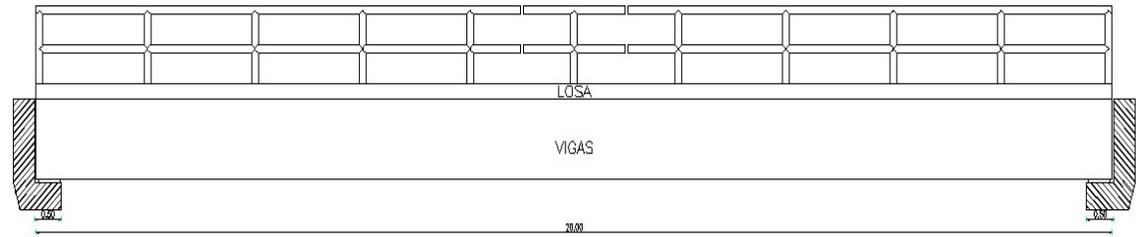
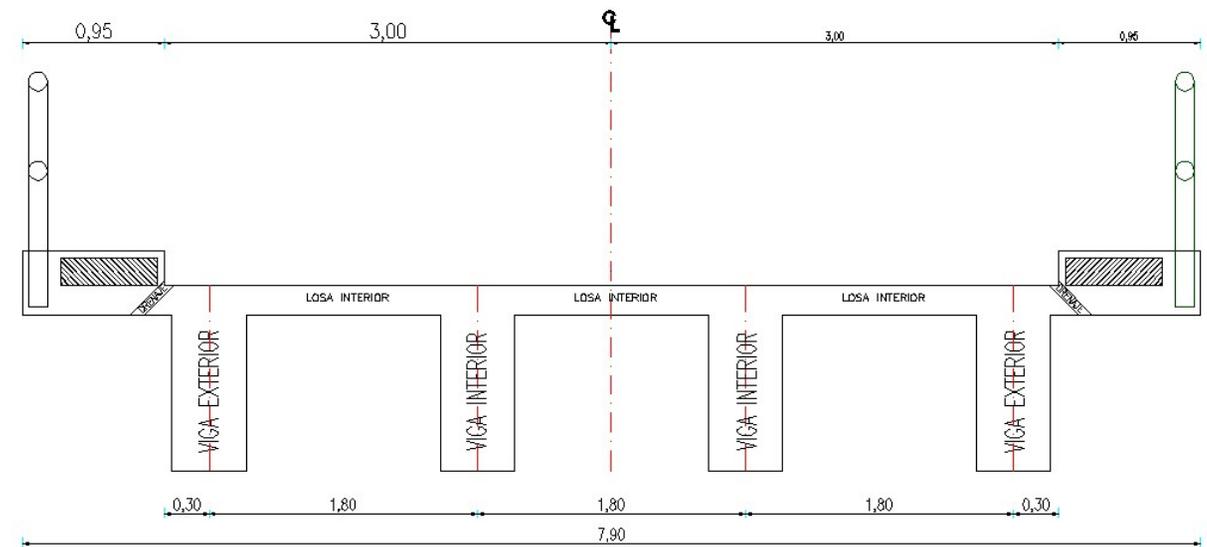
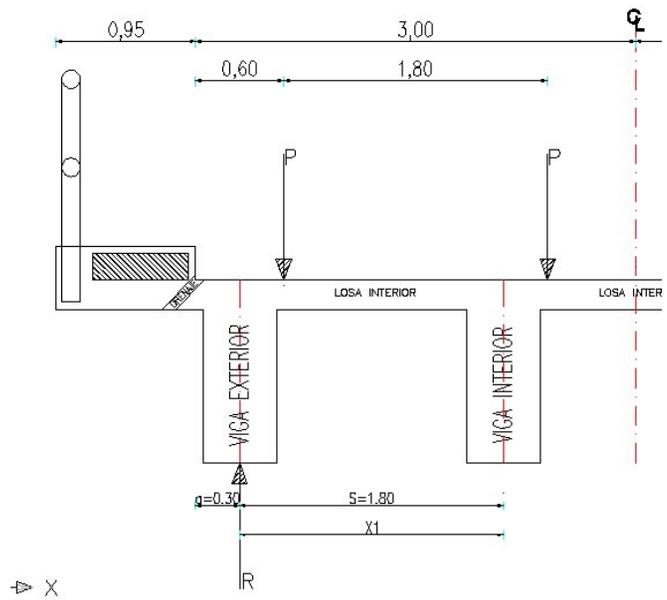
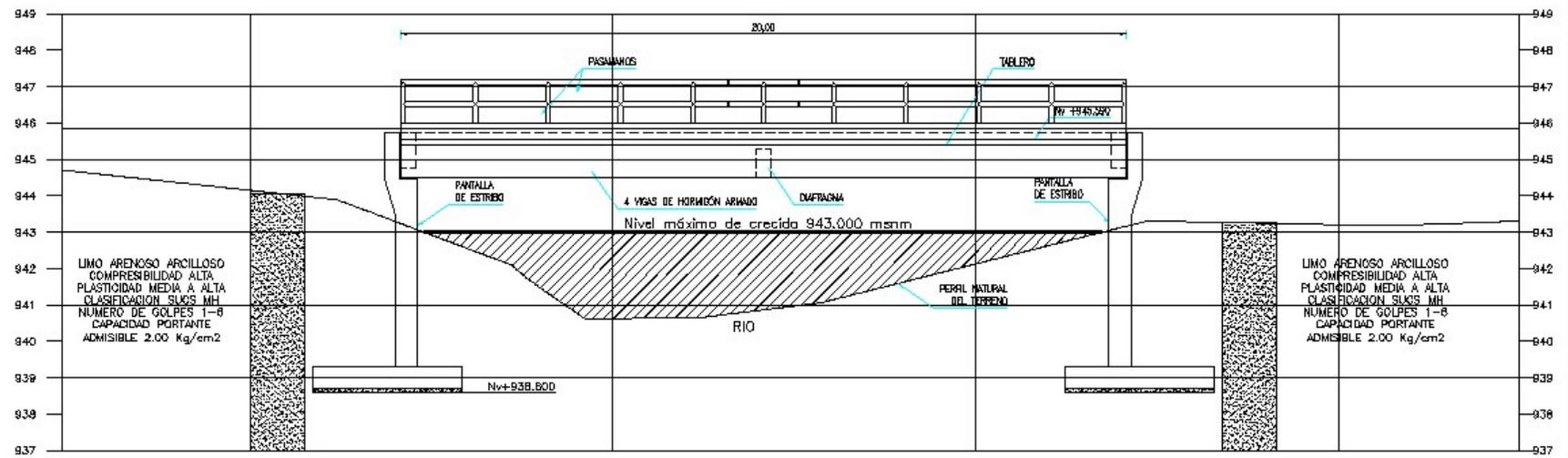
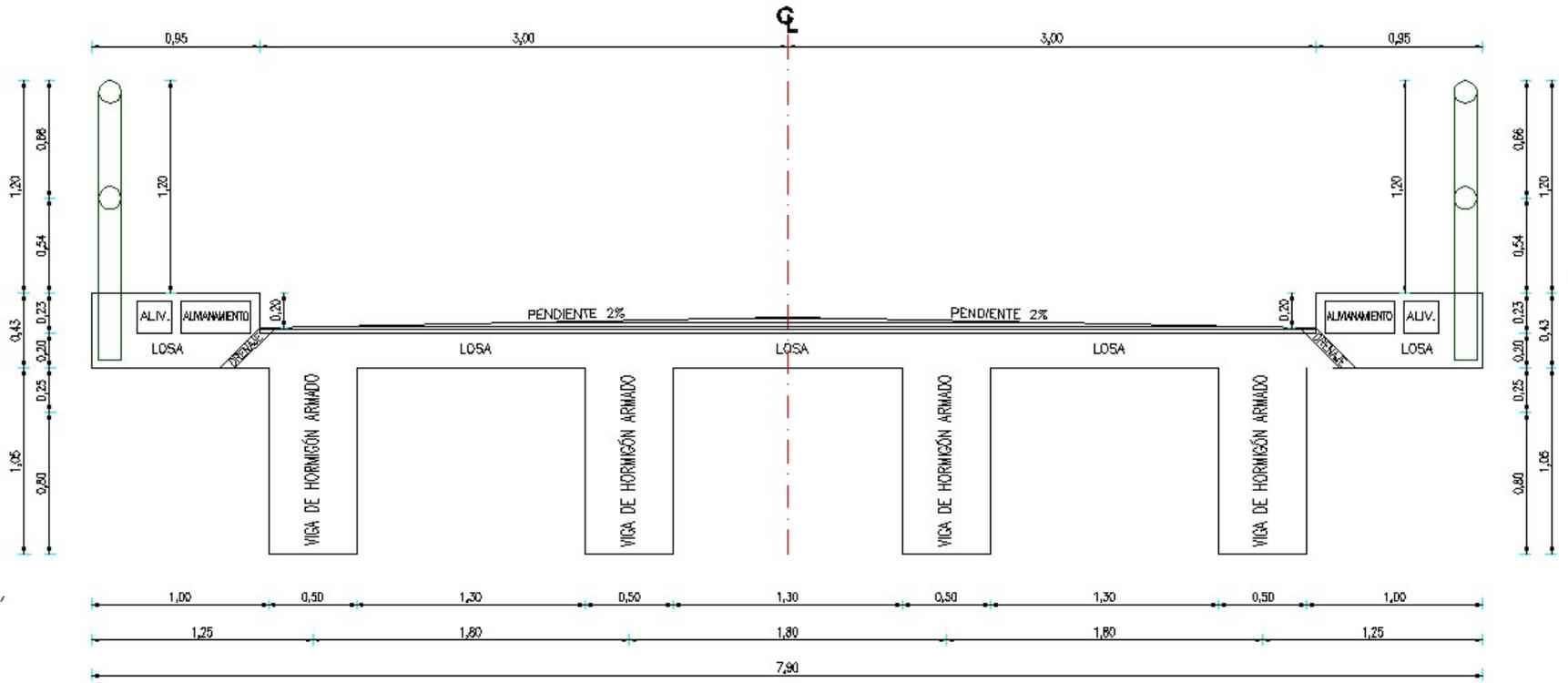
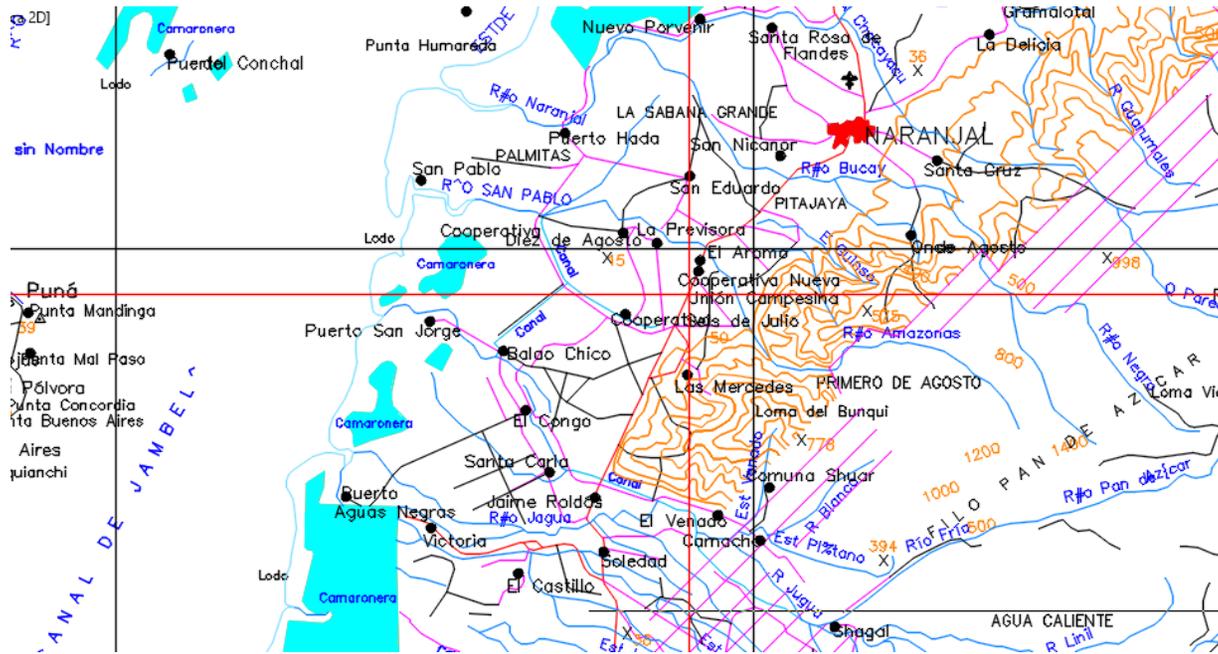


Figura 7.7: Corte longitudinal B-B







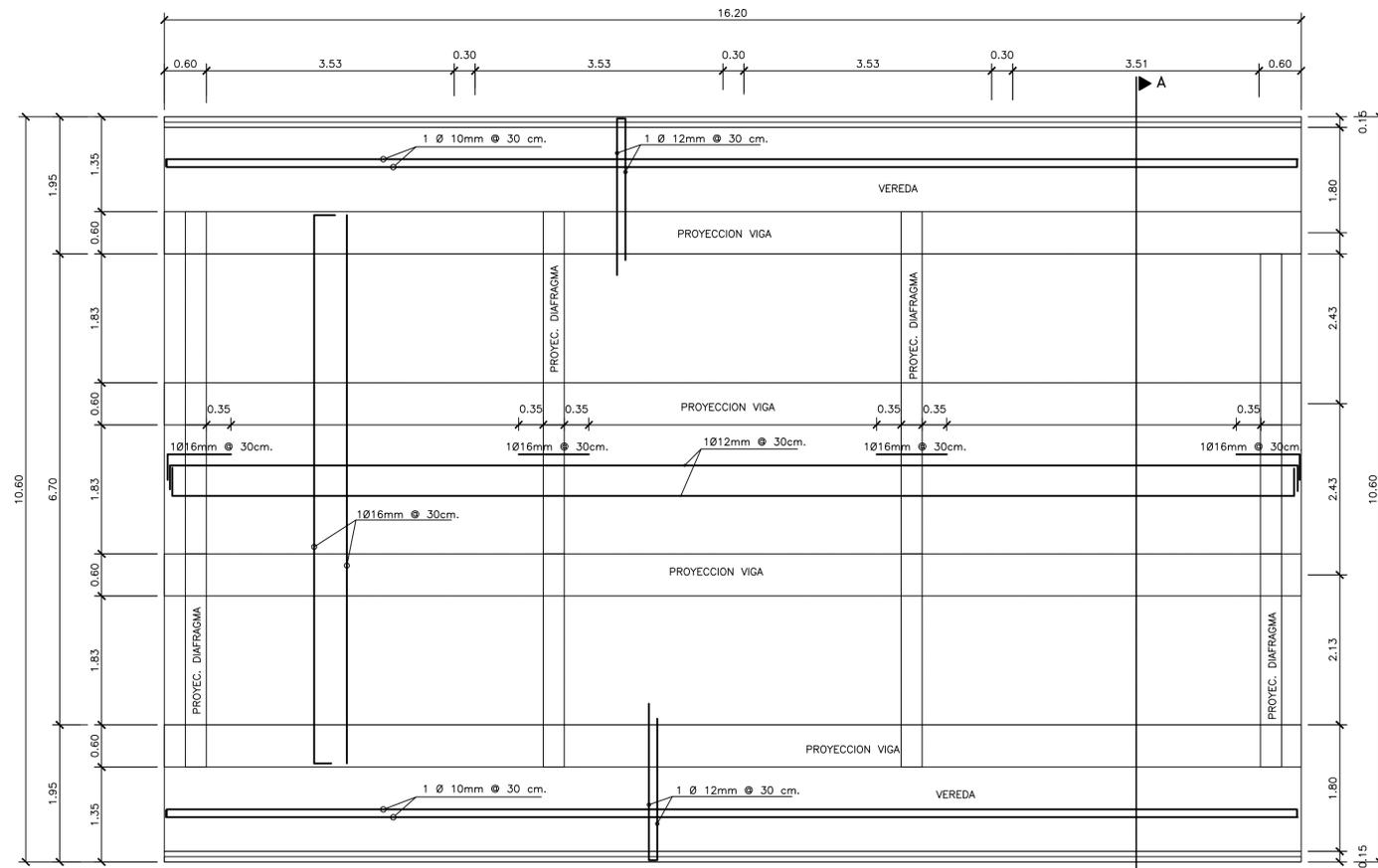
PROFORMA PROYECTO PUENTE EN COOPERATIVA SEIS DE JULIO

RUBRO No	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRAS PRELIMINARES					
301-3(1)a	REMOCION DE HORMIGON (estructuras menores)	m3	138,00	24,13	3329,94
MR-8(1)E	DESALOJO DE ESCOMBROS (distancia hasta 10 km)	m3	138,00	3,29	454,02
706-(2)1	REUBICACIÓN DE POSTES / H.A. DE ALUMBRADO (no inc. Desvestimiento)	u	2,00	302,33	604,66
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
-	ESCARIFICACION	m2	370,00	0,21	77,70
-	RECONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA RASANTE	m2	370,00	0,26	96,20
MR-8(1)*	DESALOJO MATERIAL DE EXCAVACION (distancia hasta 10 km)	m3	693,00	3,29	2279,97
304-1(2)*	MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO *	m3	495,00	5,41	2677,95
309-4(2)*p8	TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO, LONGITUD DE ACARREO DE 45-180 KM	m3-km	495,00	3,13	1549,35
403-1(1)e	SUB-BASE CLASE 1 (e=0.25 m) (inc. transporte)	m3	222,75	13,03	2902,43
403-1(1)d	SUB-BASE CLASE 1 (e=0.30 m) (inc. transporte)	m3	173,25	13,37	2316,35
404-1(3)b	BASE CLASE 3 (e=0.15 m) (inc. Transporte)	m3	99,00	13,16	1302,84
RUBROS VIALES					
405-5*E3h	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=7.5 cm (3") (Inc. Transporte)h	m2	1500	9,28	13.920,00
405-5*E2h	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=5 cm (2") (Inc. transporte)h	m2	1500	6,18	9.270,00
405-1*Dg	IMPRIMACION ASFALTICA g	m2	1500	1,11	1.665,00
610-(1)A	BORDILLO CUNETETA f _c = 280 kg/cm ² VH=0.16 m ³ /m	m	500	40,61	20.305,00
610-(2)1	ACERAS H.S. CLASE "C" (180 kg/cm ²) VH=0.10 m ³ /m ²	m2	180	17,75	3.195,00
RUBRO No	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MURO EN ACCESO					
-	HORMIGON ESTRUCTURAL CLASE "A" (f _c =350 kg/cm ²) (INC. ENCOFRADO)	m3	3,00	251,04	753,12
504(1)	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS (f _y =4200 kg/cm ²)	Kg	295,00	2,40	708,00
PUENTE COOPERATIVA SEIS DE JULIO					
INFRAESTRUCTURA					
303-2(1)1	EXCAVACION A MANO	m3	60,00	8,04	482,40
508(3)	MURO DE GAVION TRIPLE TORSION (2x1x1) (Inc. Transporte)	m3	150,00	74,15	11122,50
SUPERESTRUCTURA					
KIT DE PREFABRICADOS PARA PUENTES EMERGENTES LONGITUD 25 METROS (CARROSABLE) FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y					
-	Estribo, dimensiones:9,00X3,60X0,80 m; P aprox: 21 Ton	u	2,00	15.742,23	31484,46
-	Viga California T f _c =500 kg/cm ² l=20.00m; h=1,25m	u	4,00	9.850,00	39400,00
502(1)V3	MONTAJE DE VIGAS DE HORMIGON PREFABRICADAS (mayores a 20m)	u	4,00	2.195,80	8783,20
502(1)L2	Losetas de hormigón precomprimido (pretensado) f _c = 500 kg/cm ² ; Dimensiones: 1.00x1.14x0.08 m	u	100,00	199,01	19901,00
505(4)P11	PLACAS DE NEOPRENO (50x50x3 cm)	u	8,00	250,59	2004,72
VIGA DIAFRAGMA					
503(8)*3	HORMIGON ESTRUCTURAL PREMEZCLADO CLASE "A" (f _c =350 kg/cm ²) (inc. encofrado, inc. aditivos)	m3	66,00	306,33	20217,78
504(1)	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS (f _y =4200 kg/cm ²)	Kg	312,00	2,40	748,80
LOSA PARA PUENTE					
503(8)*3	HORMIGON ESTRUCTURAL PREMEZCLADO CLASE "A" (f _c =350 kg/cm ²) (inc. encofrado, inc. aditivos)	m3	30,00	306,33	9189,90
504(1)	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS (f _y =4200 kg/cm ²)	Kg	2585,00	2,40	6204,00
MURO DE CONFINAMIENTO					
-	MURO CON ARENA CONFINADA	m3	15,25	41,22	628,61
RUBRO No	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UN	PRECIO TOTAL
-	ENLUCIDO EXTERIOR PARA ESTRUCTURAS (inc. malla para enlucir)	m2	235,00	23,03	5412,05
504(1)	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS (f _y =4200 kg/cm ²)	Kg	154,00	2,40	369,60
-	GEOTEXTIL PET BX30	m2	84,00	3,56	299,04
-	GEOMALLA PET BX100	m2	84,00	6,60	554,40
GANCHOS METÁLICOS					
504(1)	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS (f _y =4200 kg/cm ²)	Kg	158,00	2,40	379,20
BARANDALES PREFABRICADOS					
-	Fabricación de Baranda tipo Jersey prefabricada de L=2,00 m*h=1,00 m; f _c = 500 kg/cm ² .	u	26,00	1181,37	30715,62
BARANDALES METÁLICOS					
704-1(1)4	TUBO DE H. G. 4" (BARANDAS PUENTES)	m	70,00	20,48	1433,60

704-1 (1)3	BARANDALES DE TUBERÍA DE H. G. 3"	m	160,00	11,93	1908,80
INSTALACIONES ELÉCTRICAS					
-	POSTE METALICO TUBULAR 6,00 MTS. CON BRAZO PORTALAMPARA . (INC. PLACAS METALICAS)	u	6,00	572,98	3437,88
-	Luminaria solar tipo LED 100W/220V	u	6,00	1275,67	7654,02
SEÑALIZACION VERTICAL					
708-5 (1)E2	Señales al lado de la carretera (750x750)	u	6,00	223,13	1338,78
708-5 (1)E16	Señales al lado de la carretera (750X750 + 750X450)	u	4,00	370,02	1480,08
708-5 (1)E13	Señales al lado de la carretera (750x750 + 750x312.5)	u	3,00	311,64	934,92
708-5 (1)H9	Señales al lado de la carretera (1500x600)	u	3,00	400,39	1201,17
708-5(1)D4	Señales al lado de la carretera (600x750)	u	6,00	209,87	1259,22
708-5(1)G2	Señales al lado de la carretera (1200x900)	u	4,00	321,00	1284,00
-	LETRERO DE OBRA 4.5X3M (inc. estructura metalica, lona con impresión color)	u	1,00	1159,66	1159,66
703-(1)	GUARDA CAMINO TIPO VIGA METALICA (doble)	m	200,00	70,48	14096,00
SEÑALIZACION HORIZONTAL					
705-(1)C1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	300,00	1,45	435,00
RUBRO No	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UN	PRECIO TOTAL
705-(3)A1	MARCAS DE PAVIMENTO (Pintura+Microesferas) "PASOS CEBRA, FLECHAS, LEYENDAS"	m2	52,00	4,68	243,36
705-(4)	MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS) (bidireccionales)	u	80,00	6,55	524,00
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					
205-(1)*	Agua para control de polvo	m3	50,00	1,87	93,50
201-(1)*	BATERIA SANITARIA PORTATIL (unidad x mes)	u	2,00	198,43	396,86
217 (1)*	MONITOREO DE RUIDO	u	2,00	49,61	99,22
216-(1)*	MATERIAL PARTICULADO (ESTACION DE MEDICION DE POLVO)	u	2,00	347,26	694,52
220-(02)*	Reunion informativa con la comunidad	u	4,00	451,80	1807,20
PMD-01*a	TANQUE METALICO 55 GALONES S/TAPA	u	2,00	18,60	37,20
215-(1)*	ANALISIS QUIMICO DE CALIDAD DE AGUA	u	2,00	609,18	1218,36
310-(1)*	ESCOBRERAS (DISPOSICIÓN FINAL Y TRATAMIENTO PAISAJISTICO DE ZONAS DE DEPOSITO)	m3	37,50	0,41	15,38
TOTAL					298.057,54

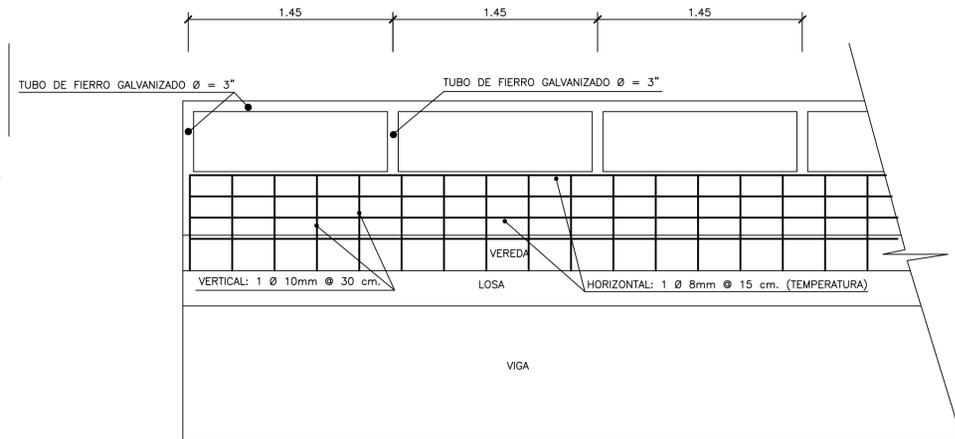
DETALLES	MEDIDAS
LONGITUD	20
ESPEJOR DE LA SUBBASE CLASE 1	0,45
ESPEJOR DE LA BASE CLASE 3	0,35
ESPEJOR DE LA CARPETA ASFÁLTICA	3"
DISTANCIA DE ACARREO DESDE LAS CANTERAS HACIA EL BARICENTRO DEL PROYECTO	
PRÉSTAMO IMPORTADO	49,600Km
BASE CLASE III, SUB-BASE CLASE I, MATERIAL DE MEJORAMIENTO, ENROCADO	54,600Km
MEZCLA ASFÁLTICA	54,600Km

ANÁLISIS DE PRESUPUESTO REFERENCIAL



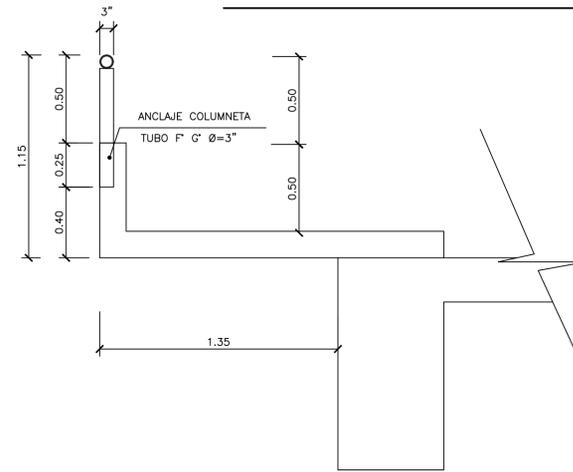
ACERO EN LOSA Y VEREDAS

Esc. 1/50



DETALLE BARANDA Y ACERO EN GUARDERA

Esc. 1/25



DETALLE BARANDA

Esc. 1/20

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO:

CONCRETO VIGAS, LOSA, GUARDERAS Y VEREDAS
 $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 Slump = 3" - 4"
 Acero Corrugado Grado 60; $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.

BARANDAS Y COLUMNETAS

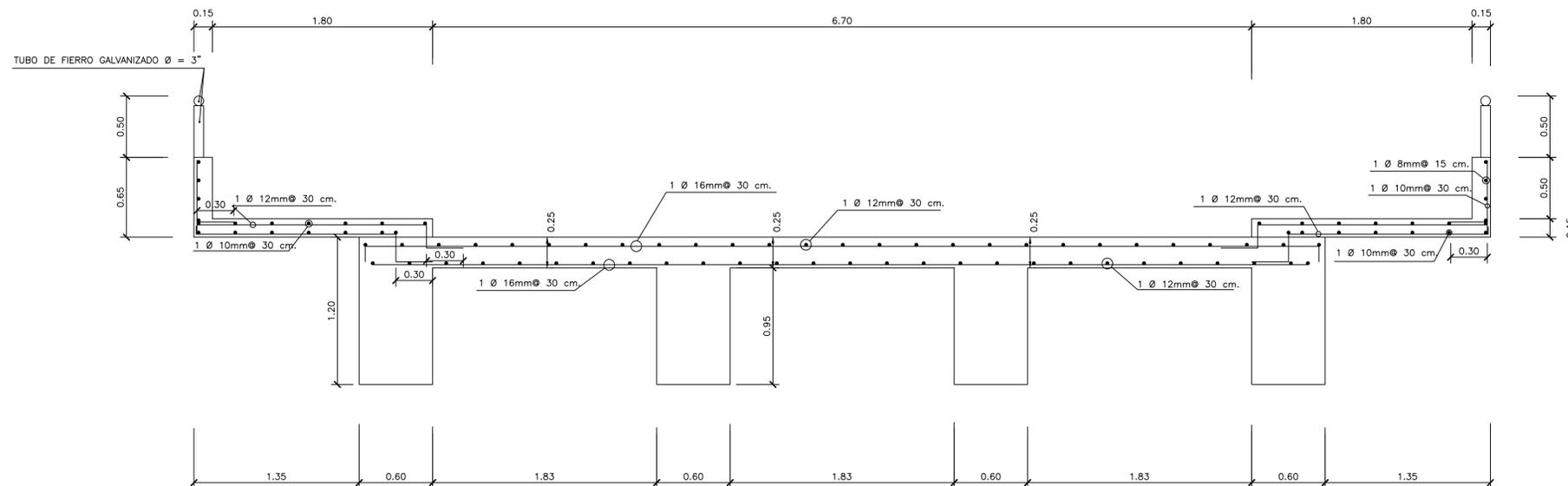
Se construirán de Tubo negro de Fierro Galvanizado, con las siguientes características:
 Diámetro de tubo baranda = 3"
 Diámetro de tubo columnetas = 3"
 Esfuerzo del tubo = 800 Kg/cm².
 Peso del tubo = 7.65 Kg/ml.
 Espesor del tubo = 3.65 mm.

RECUBRIMIENTOS:

Losa capa superior = 5.00 cm.
 Losa capa inferior = 2.50 cm.
 Guardera = 2.50 cm.
 Vereda capa superior = 5.00 cm.
 Vereda capa inferior = 2.50 cm.

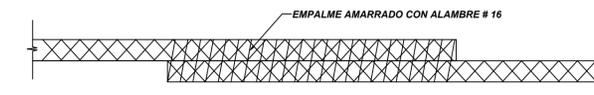
INDICACIONES:

- Las columnetas estarán unidas a la baranda por medio uniones soldadas
- Las columnetas irán ancladas a la guardera en una longitud de 25 cm.
- La separación entre ejes de columnetas será de 1.45 m.
- Longitud de ganchos de anclaje en veredas, losa y guardera = 30 cm.



SECCION TRANSVERSAL CORTE A-A

Esc. 1/25



DETALLE EMPALMES

S/E

LONGITUD DE DESARROLLO (EMPALMES)

Ø	Elementos a Tracción	Elementos a Compresión
16mm	45 cm.	40 cm.
12mm	35 cm.	30 cm.
10mm	25 cm.	25 cm.
8mm		15 cm.

diseño y planificación:

obra: PUEBLO MARIANITA DE JESUS SEIS DE JULIO

contiene: BARANDAS-CORTES-ACERO EN LOSAS

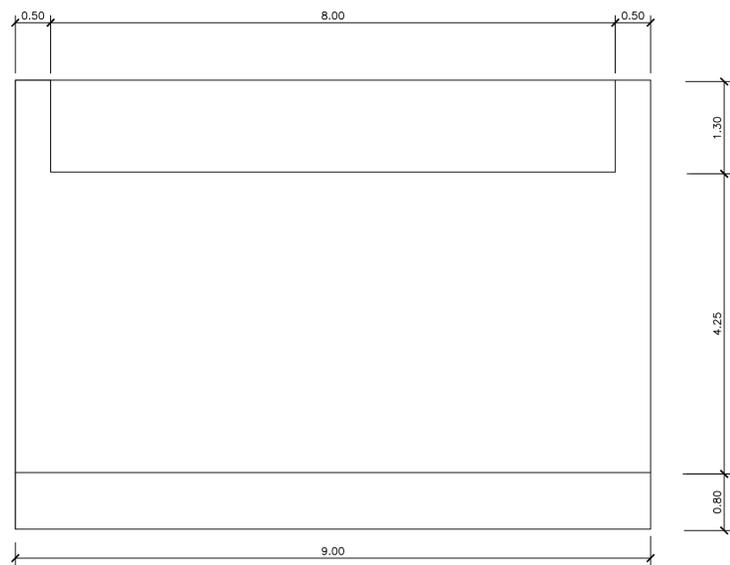
PROYECTO: ING. PABLO FARFAN, ING. FRANK TOMALA, PROY. JINSON LOPEZ

PROPIETARIO: EMPRESA PRIVADA ASO. SEIS DE JULIO

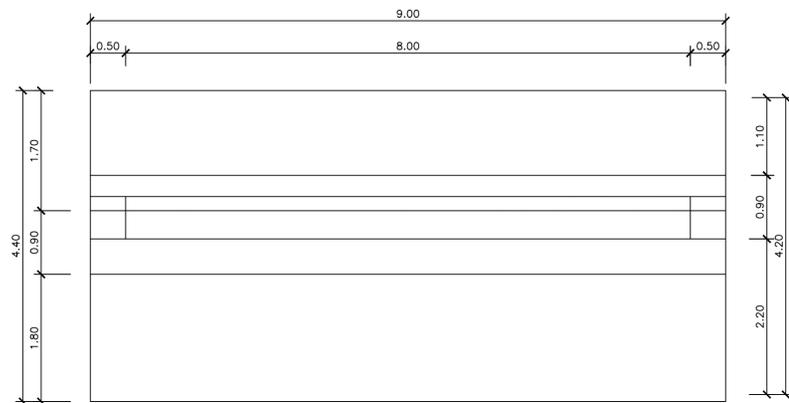
PLANO Nº: **A-2**

INDICADAS: JINSON J. LOPEZ S.

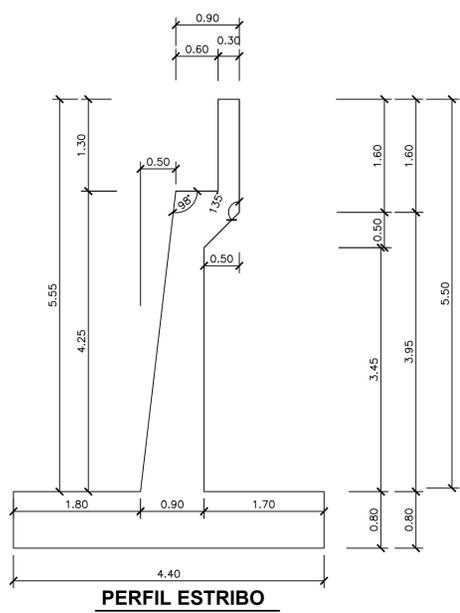
FECHA: ABRIL/2022



ELEVACION ESTRIBO
ESC. 1/50



PLANTA ESTRIBO
ESC. 1/50



PERFIL ESTRIBO
ESC. 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO:

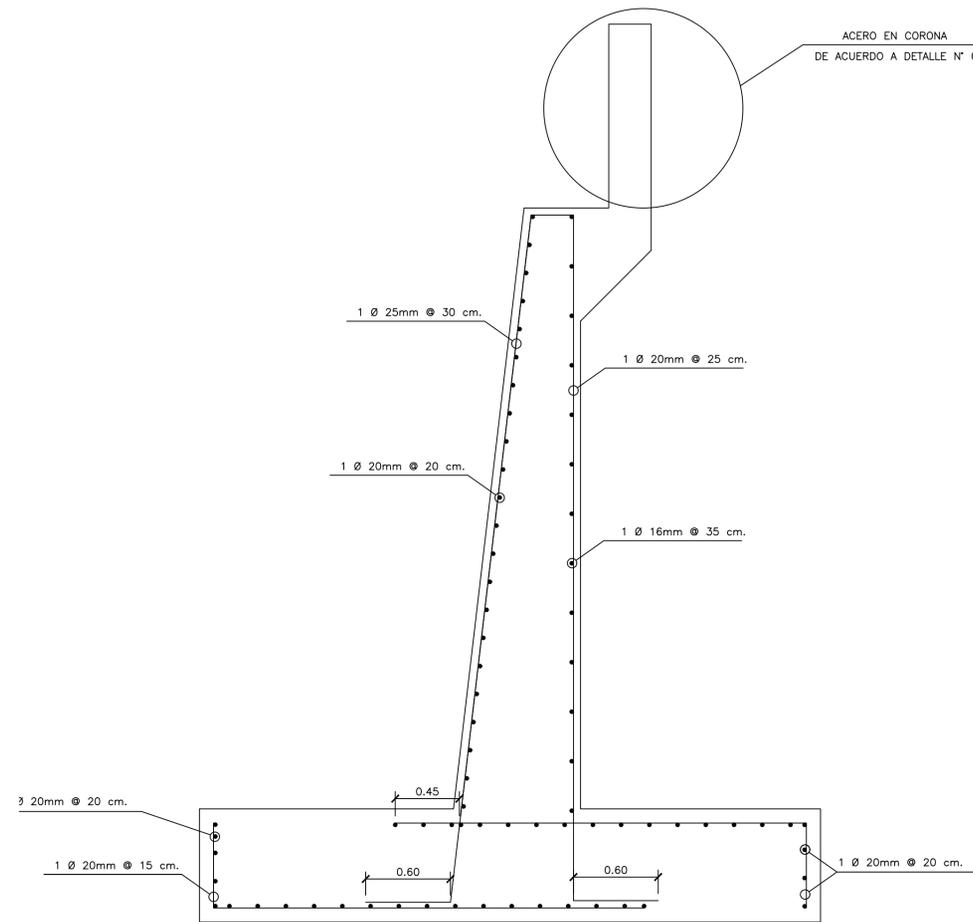
CONCRETO Estribos
f'c Zapatas = 175 Kg/cm².
f'c Elevaciones = 210 Kg/cm².
Slump = 3" - 4"
Acero Corrugado Grado 60; f_y = 4200 Kg/cm².

RECUBRIMIENTOS:

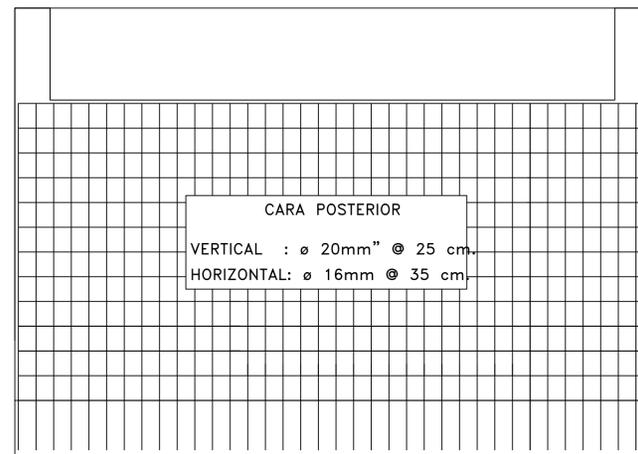
Recubrimiento pantalla y corona = 5.00 cm.
Recubrimiento zapatas = 10.00 cm.

INDICACIONES:

- Esfuerzo del terreno = 1.40 Kg/cm²
- Angulo de fricción del terneo = 30°



CORTE A-A
ESC. 1/25

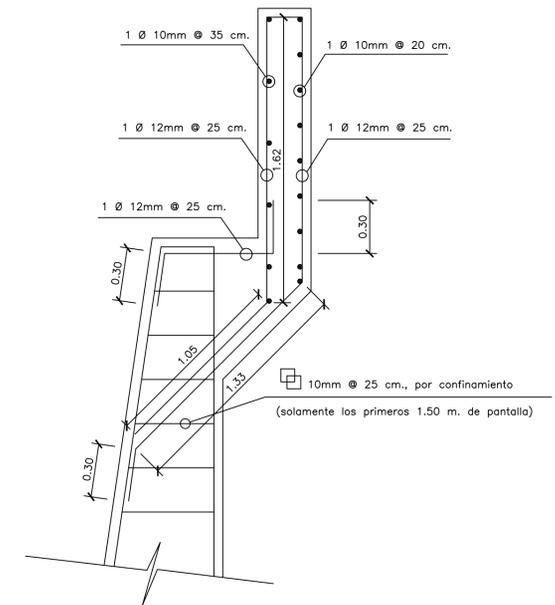


ACERO EN ESTRIBO (CARA POSTERIOR)

ESC. 1/50

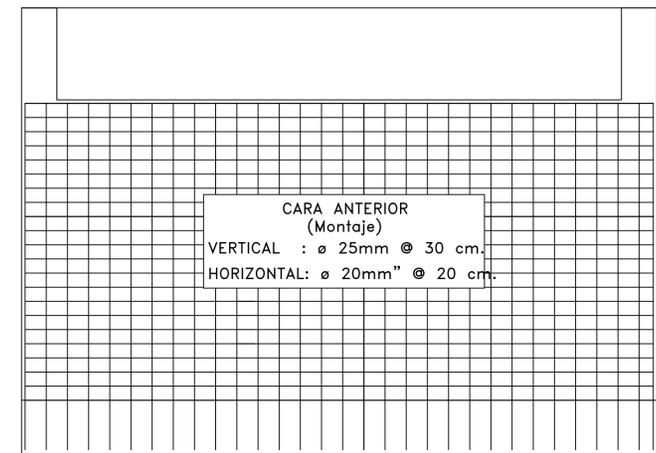
LONGITUD DE GANCHOS

Ø	Long. Desarrollo
25mm	60 cm.
20mm	45 cm.
16mm	35 cm.
12mm	30 cm.



DETALLE 01

ESC. 1/20



ACERO EN ESTRIBO (CARA ANTERIOR)

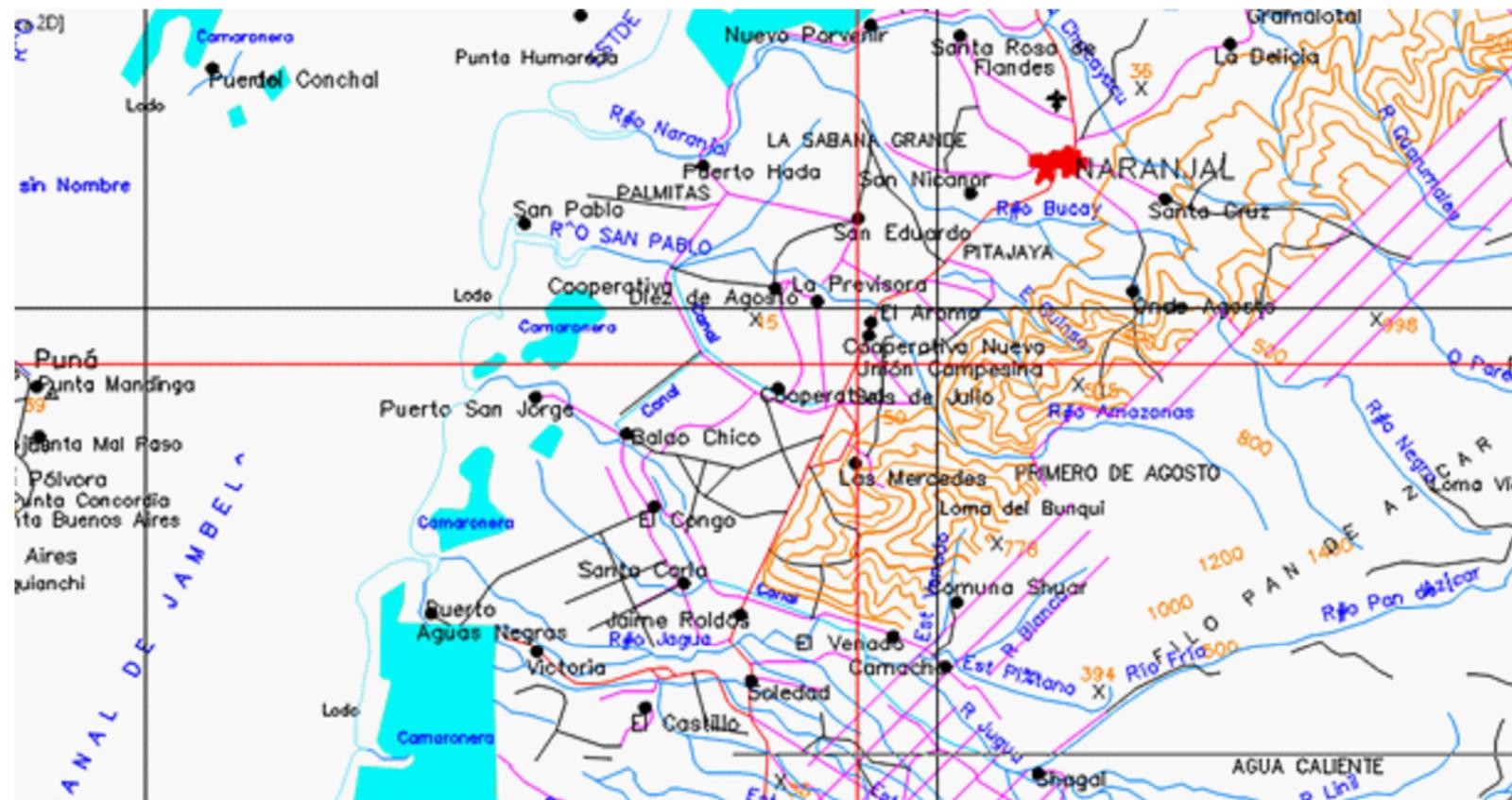
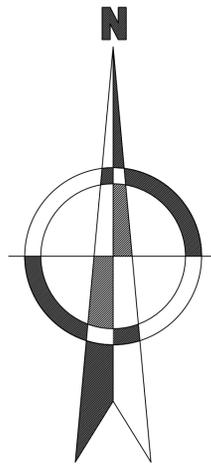
ESC. 1/50

diseño y planificación:

obra: PUENTE MARIANITA DE JESUS SEIS DE JULIO

contiene: DETALLE ESTRIBOS-PANTALLA-CIMENTACION

PROYECTO: ING. PABLO FARFAN ING. FRANK TOMALA PROY. JINSON LOPEZ	PROPIETARIO: EMPRESA PRIVADA ASO. SEIS DE JULIO	PLANO N° A-6
ESCALA: INDICADAS	DISEÑO: JINSON J. LOPEZ S.	FECHA: ABRIL/2022



PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DEL CANAL AGUA LLUVIAS/RIEGO			
AREA	(A)	:	8.39 Km ²
PERIMETRO	(P)	:	13.21 Km
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	(Kc)	:	1.28
LONGITUD DE CAUCE PRINCIPAL	(L)	:	3.45 Km
FACTOR DE FORMA	(F)	:	0.705
PENDIENTE DE CAUCE PRINCIPAL	(Sc)	:	3.00 %
TIEMPO DE CONCENTRACION	(Tc)	:	51.45 min

CARACTERISTICAS SOBRE LA CUENCA DEL CANAL AGUA LLUVIAS/RIEGO			
FORMA DE CUENCA	:	OBLONGA	
CAUDAL (CIA)	(Q)	:	45.42 m ³ /seg.
CAUDAL SOLIDO	(Qs)	:	0.09 m ³ /seg.
PERIODO DE RETORNO	:	20 años	

diseño y planificación:

CONSTRUCTORA LÓPEZ

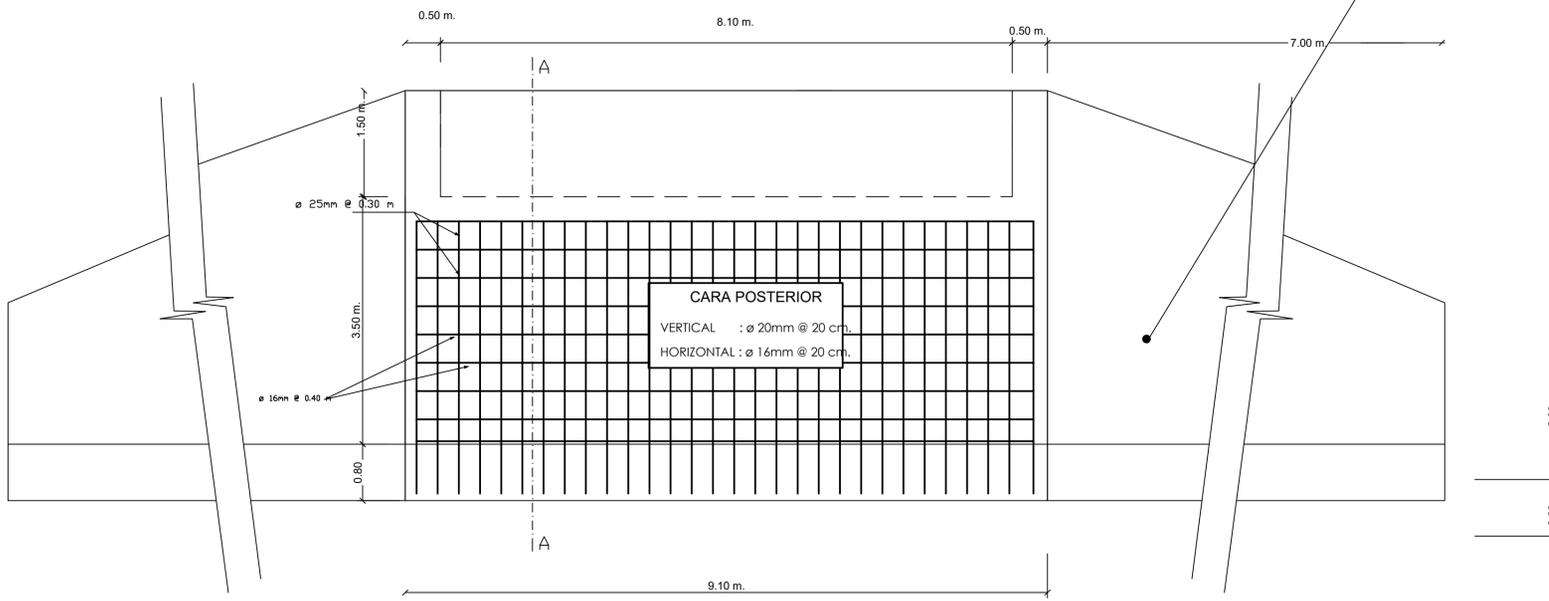
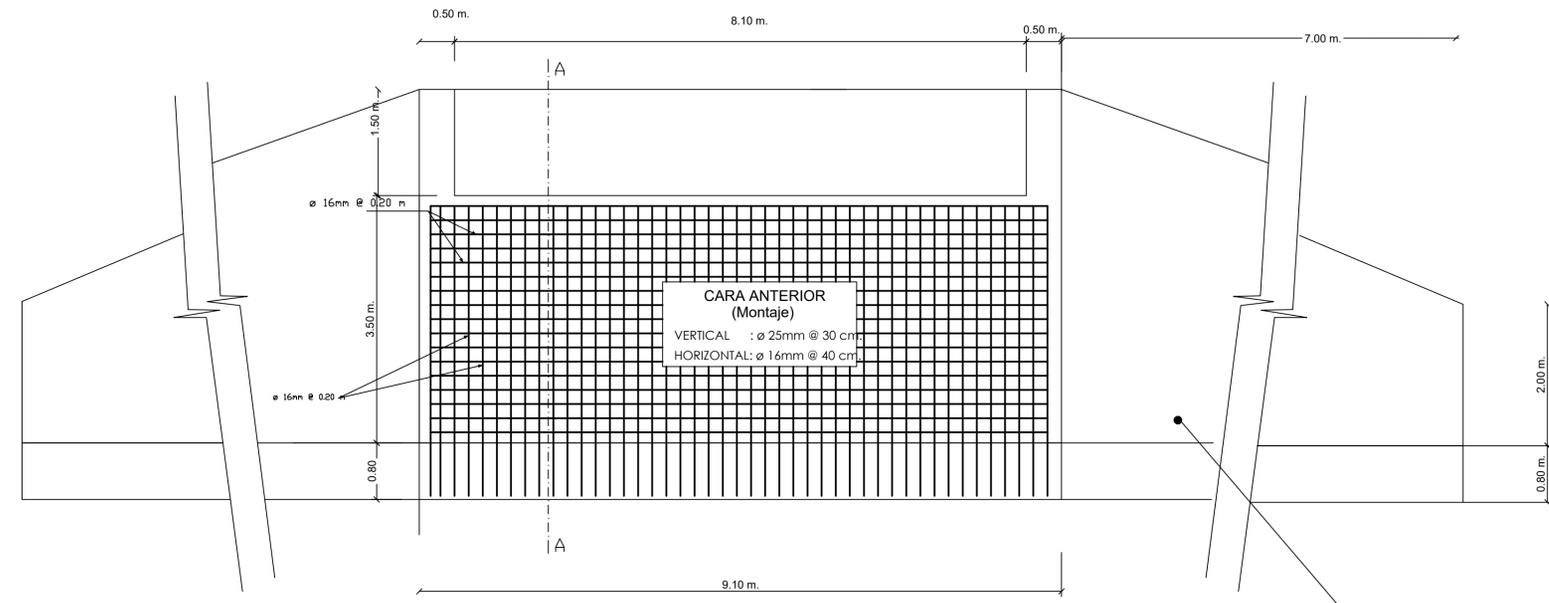
obra: PUENTE MARIANITA DE JESUS SEIS DE JULIO

contiene: HIDROLOGIA PARA DISEÑO

PROYECTO: ING. PABLO FARFAN ING. FRANK TOMALA PROY. JINSON LOPEZ	PROPIETARIO: EMPRESA PRIVADA ASO. SEIS DE JULIO	PLANO N° A-8
---	---	------------------------

ENCARGADO: INDIKADAS DISEÑO: JINSON J. LOPEZ S. REVISADO: ABRIL/2022

DETALLE ELEVACION ACERO



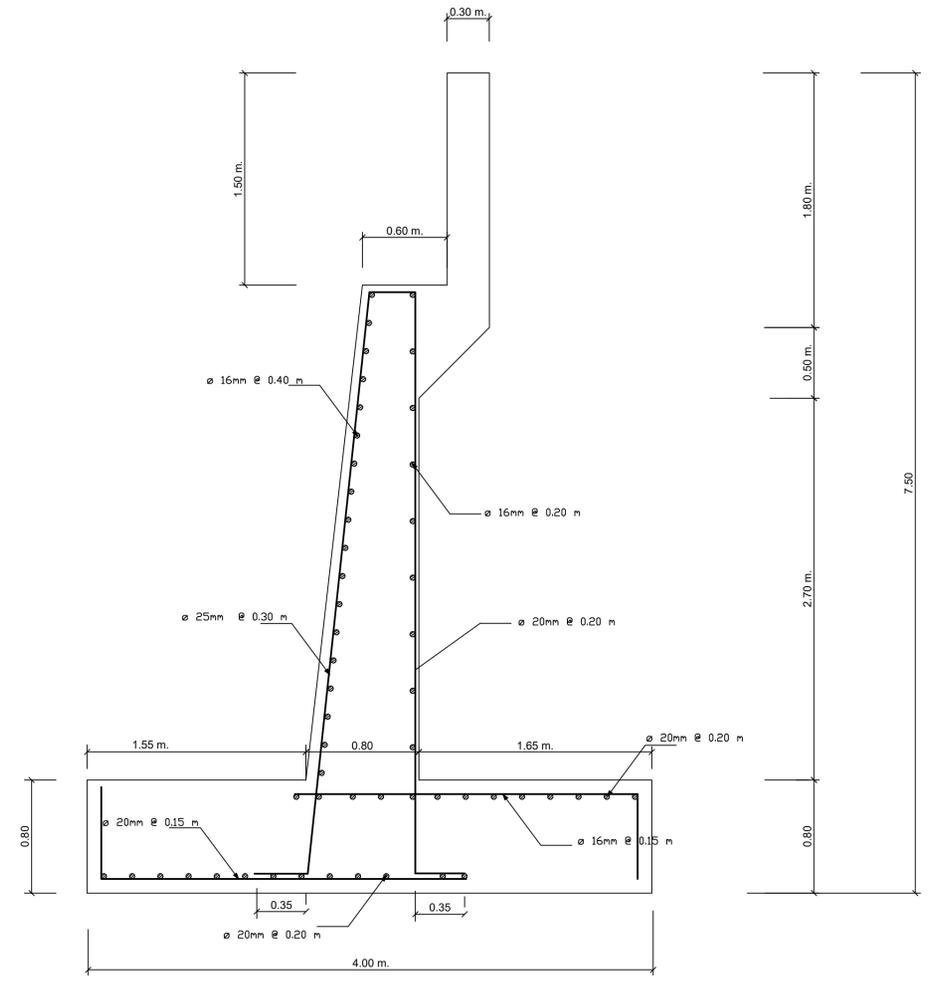
ACERO ELEVACION : ESTRIBOS
ESC : 1 / 50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- ACERO: $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 CONCRETO:
 - Estribo: 175 Kg/cm^2
 - Alas: 140 Kg/cm^2
 Resistencia del terreno (Estribo): 2.50 Kg/cm^2
 Peso Volumétrico del Suelo de Fundación: 1860 Kg/m^3
 Angulo de fricción Interna del Suelo de Fundación: 30°
 Coeficiente de Fricción: 0.6
 RECUBRIMIENTOS:
 - Estribo: 5 cm
 - Zapata: 10 cm

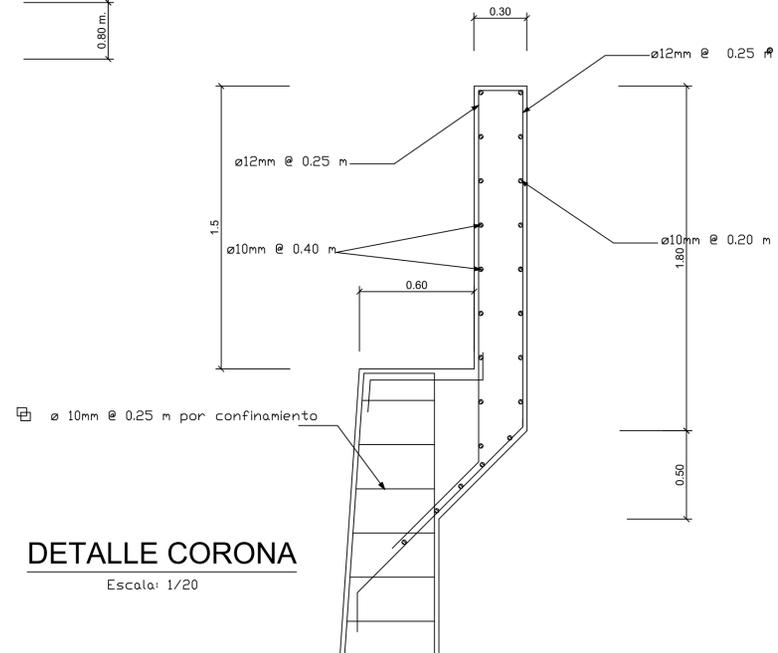
**NOTA
 Todas las cotas estan en metros

ALAS DE LOS ESTRIBOS
 (VER DETALLE PLANDS)



CORTE A - A

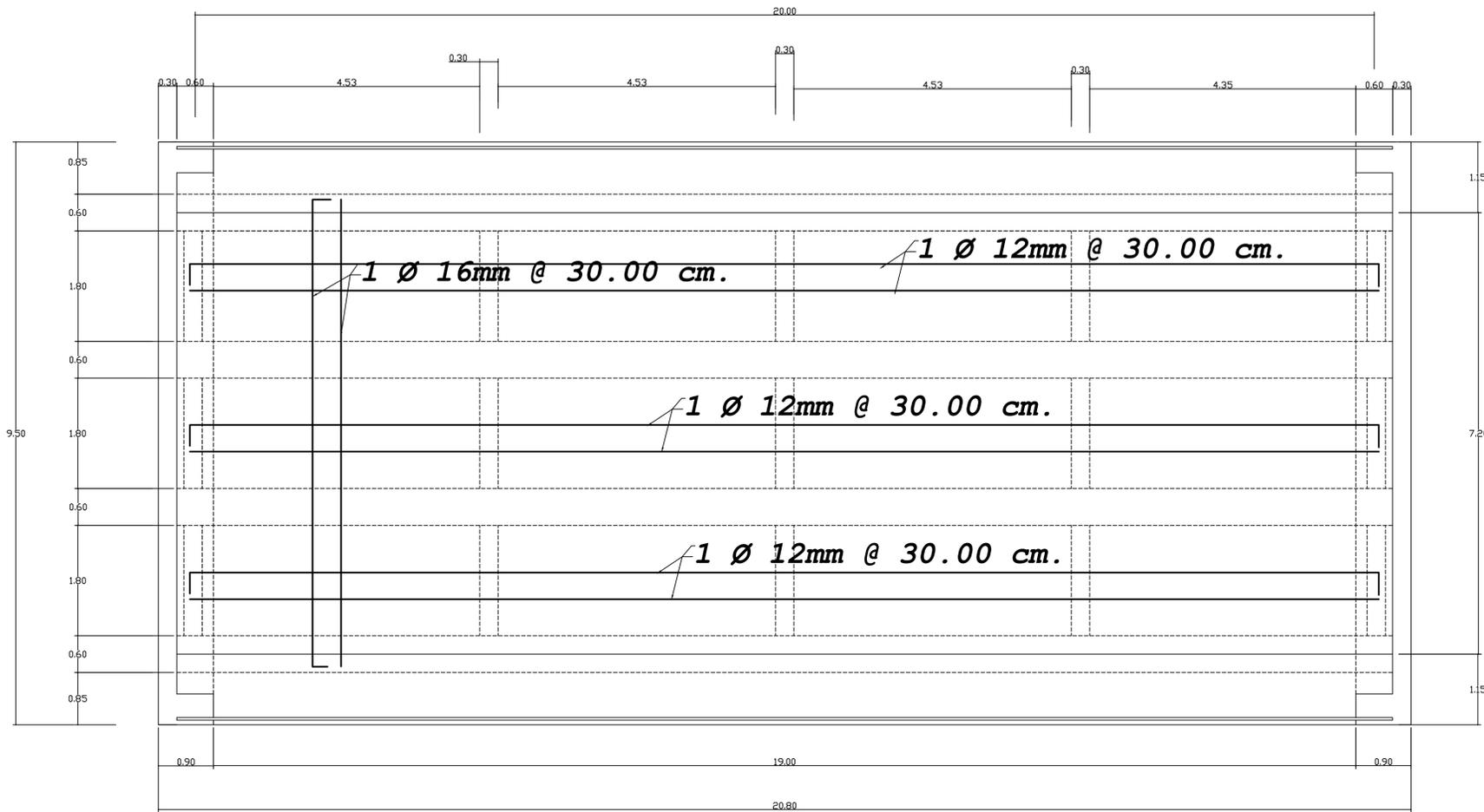
Escala: 1/25



DETALLE CORONA

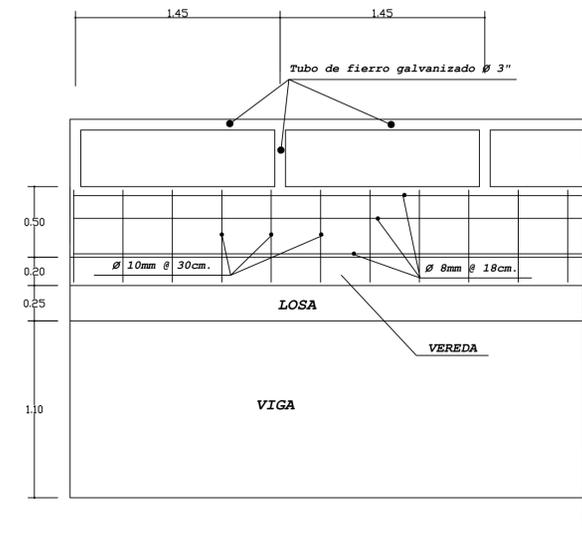
Escala: 1/20

diseño y planificación:		
CL CONSTRUCTORA LÓPEZ		
obra: PUENTE MARIANITA DE JESUS SEIS DE JULIO		
contiene: DISTRIBUCION DEL ACERO EN ESTRIBO		
PROYECTO: ING. PABLO FARFAN ING. FRANK TOMALA PROY. JINSON LOPEZ	PROPIETARIO: EMPRESA PRIVADA ASO. SEIS DE JULIO	PLANO N° A-1
ESCALA: INDICADAS	DIBUJO: JINSON J. LOPEZ S.	REVISADO: ABRIL/2022



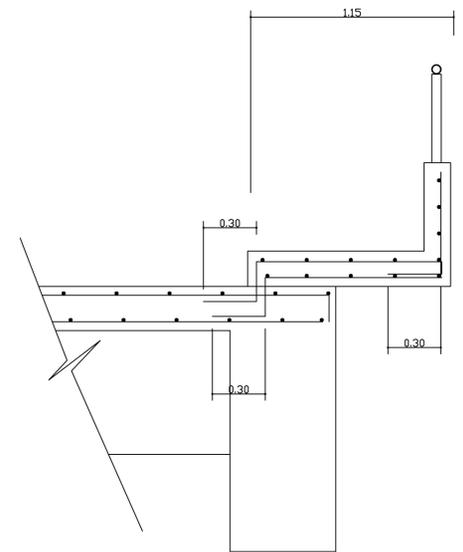
REPARTICION ACERO LOSA

ESC : 1 / 50



CORTE DE BARANDA

ESC : 1 / 25

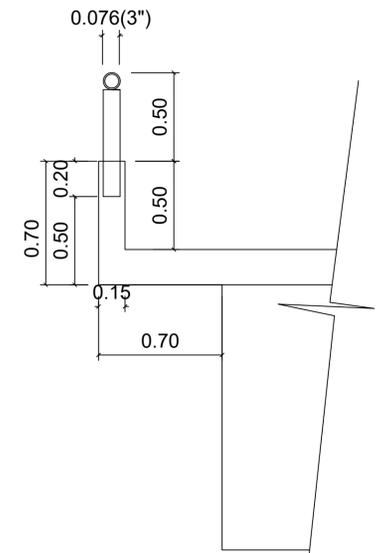


DETALLE ACERO LOSA Y VEREDA

ESCALA : 1/20

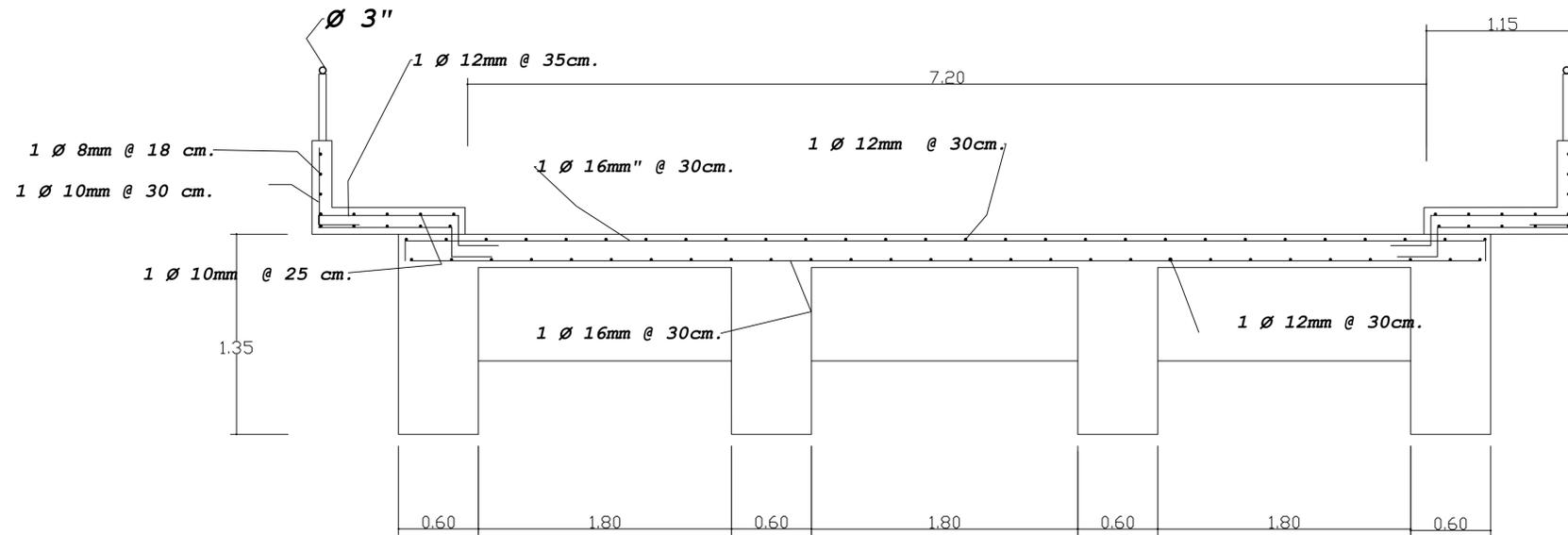
LONGITUD DE DESARROLLO

Ø	Longitud desarrollo
16mm	40 cm.
10mm	25 cm.
8mm	15 cm.



DETALLE BARANDA

ESCALA : 1/20

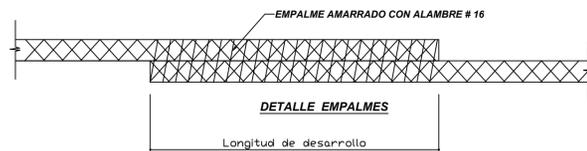


SECCION TRANSVERSAL CORTE B - B

ESC : 1 / 25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

f'c : 210 kg/cm²
Acero : Corrugado Grado 60, fy = 4200 Kg/cm².
Recubrimientos :
 Losa; capa superior = 5 cm
 Losa; capa inferior = 2.5 cm
 Guardera = 2.5 cm
Alambre : Alambre # 16
*****NOTA:**
 - Las cotas estan en metros



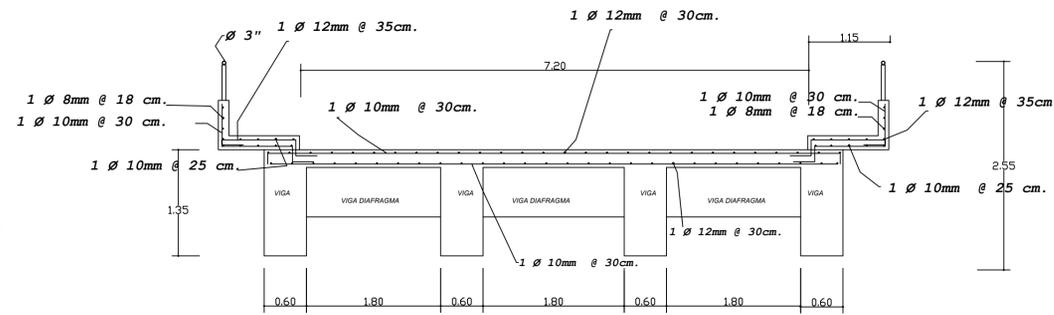
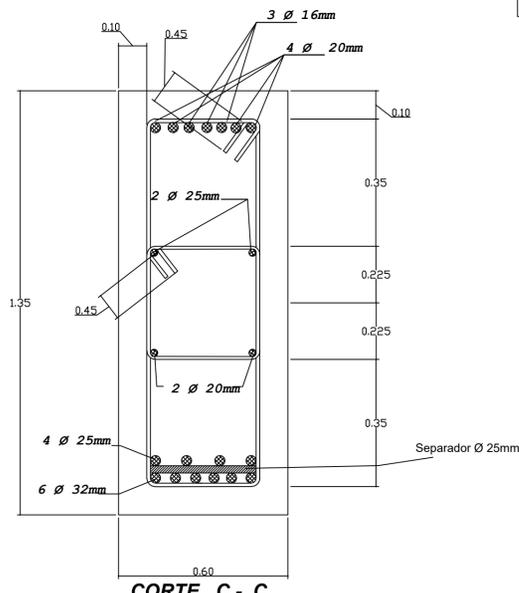
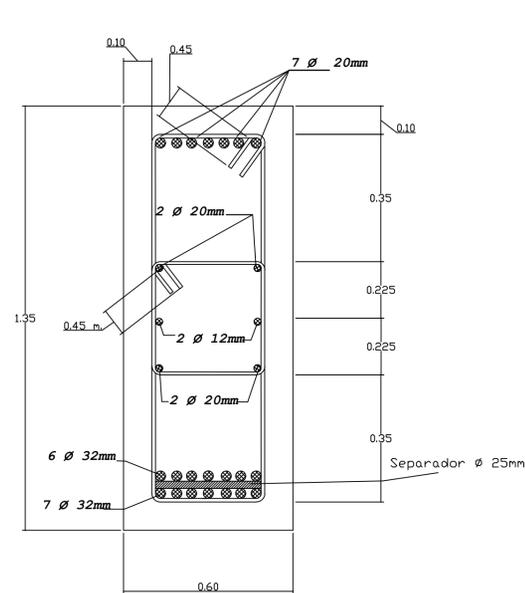
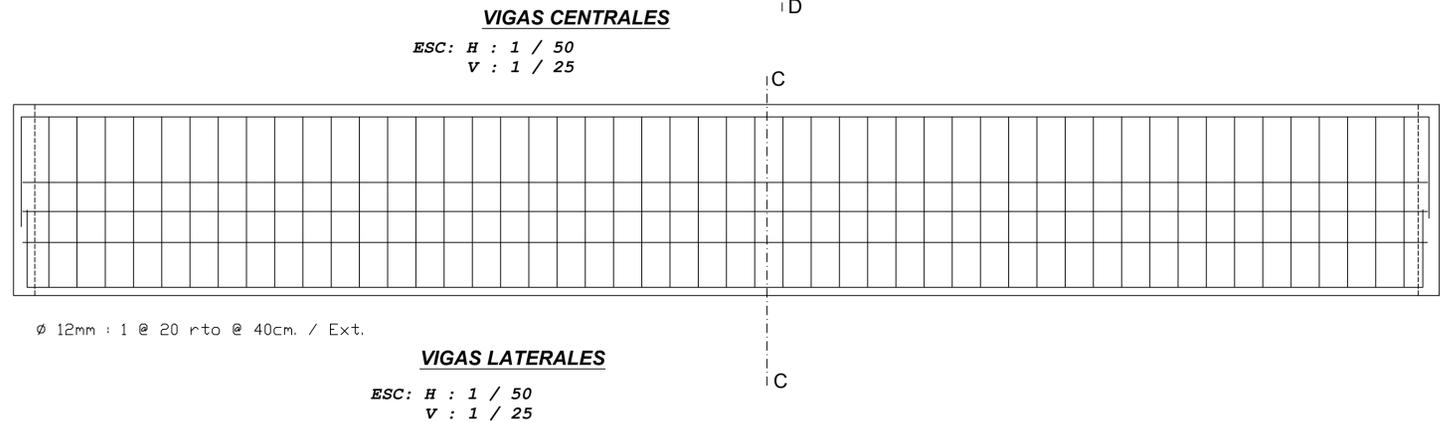
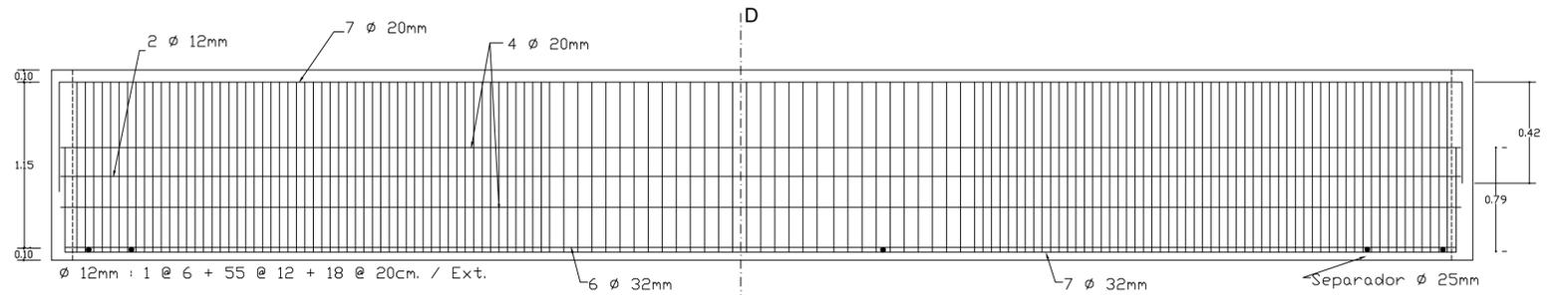
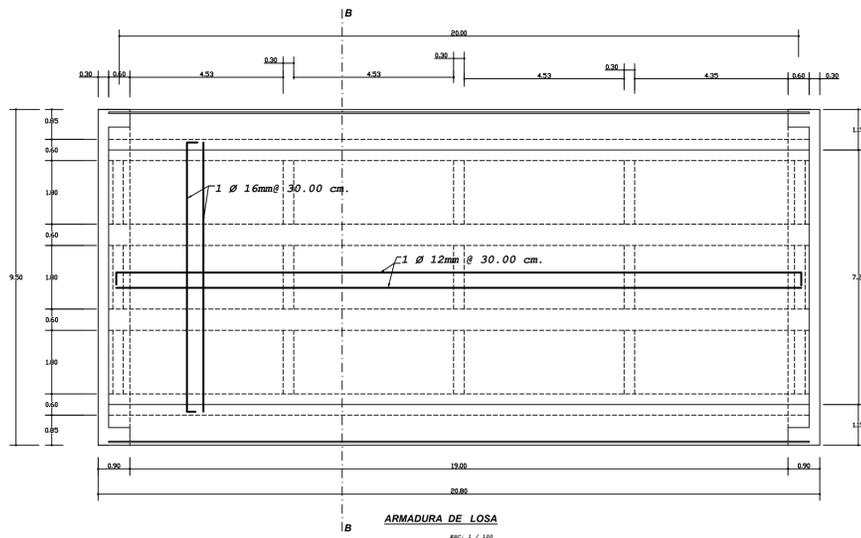
diseño y planificación:

CL CONSTRUCTORA LÓPEZ

obra: PUENTE MARIANITA DE JESUS SEIS DE JULIO

contiene: ACERO EN LOSA, VEREDAS Y BARANDAS

PROYECTO: ING. PABLO FARFAN ING. FRANK TOMALA PROY. JINSON LOPEZ	PROPIETARIO: EMPRESA PRIVADA ASO. SEIS DE JULIO	PLANO N° A-4
ESCALA: INDICADAS	DIBUJO: JINSON J. LOPEZ S.	REVISADO: ABRIL/2022

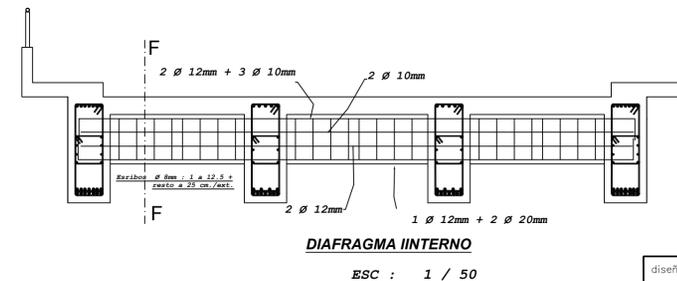
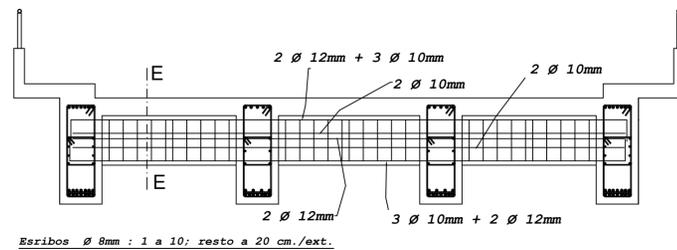
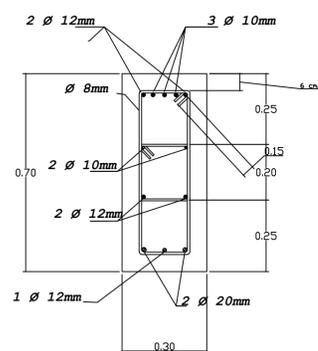
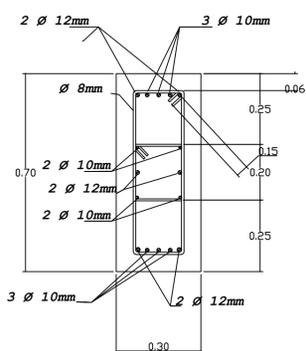


LONGITUD DE DESARROLLO

Ø	EN TRACCION :	EN COMPRESION :
32mm	175 cm.	—
25mm	90 cm.	60 cm.
20mm	—	45 cm.
16mm	—	40 cm.

LONGITUD DE GANCHOS

Ø	LONGITUD :
32mm	80 cm.
25mm	55 cm.
20mm	45 cm.
16mm	35 cm.
12mm	30 cm.



ESPECIFICACIONES TECNICAS
 CONCRETO ARMADO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ (Corrugado grado 60)
 RECUBRIMIENTO:
 Losa = 5 cm.
 Diafragma = 6 cm.
 Vigas = 10 cm.
 S/C VEHICULAR H20 - S16
 Las vigas se encofrarán con 17 cm de contraflecha en el centro, debiendo quedar el refuerzo recto.
 *** NOTA:
 - Todas las cotas esta en metros

diseño y planificación:

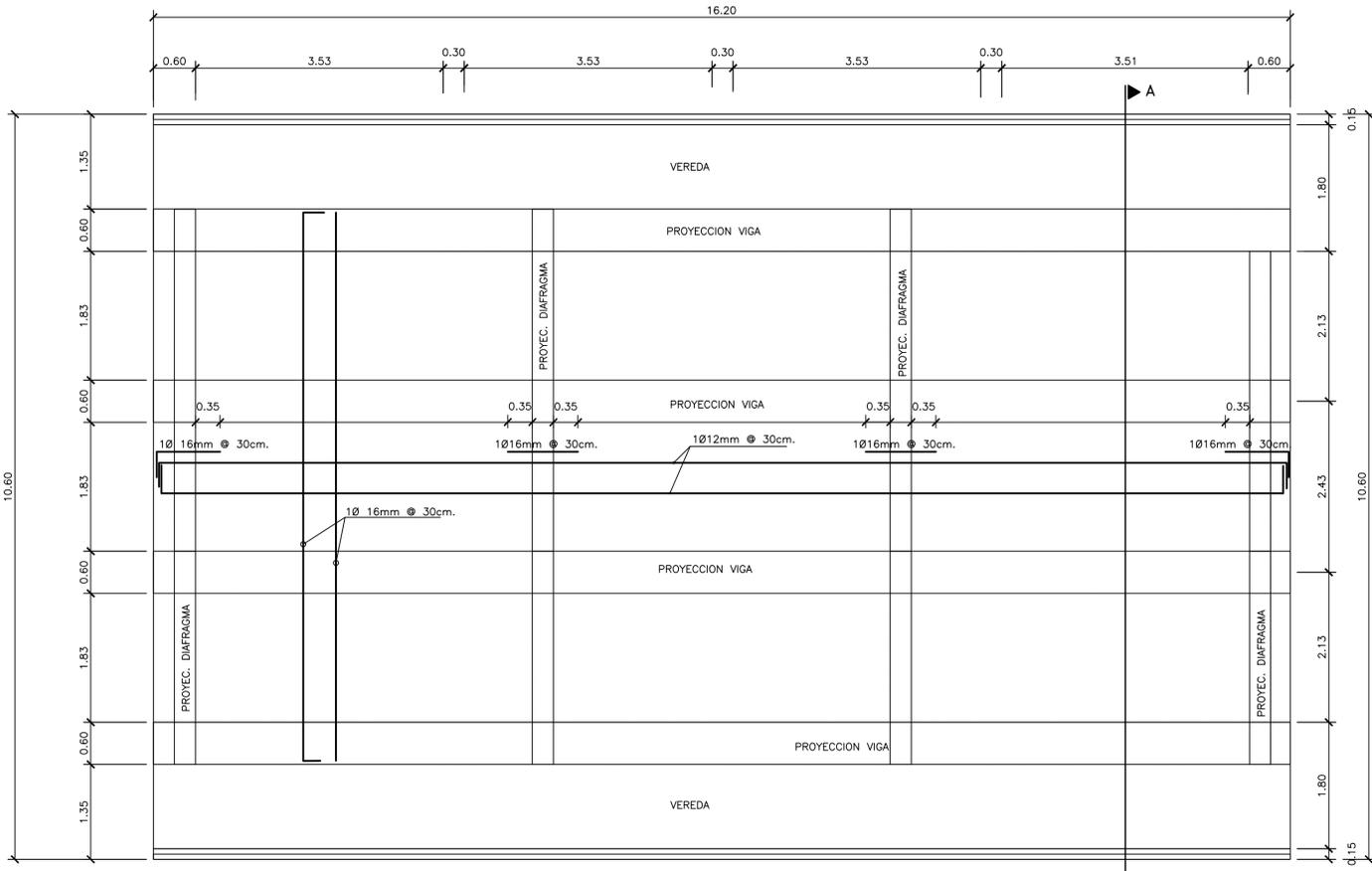
CONSTRUCTORA LÓPEZ

obra: PUEBLO MARIANITA DE JESUS SEIS DE JULIO

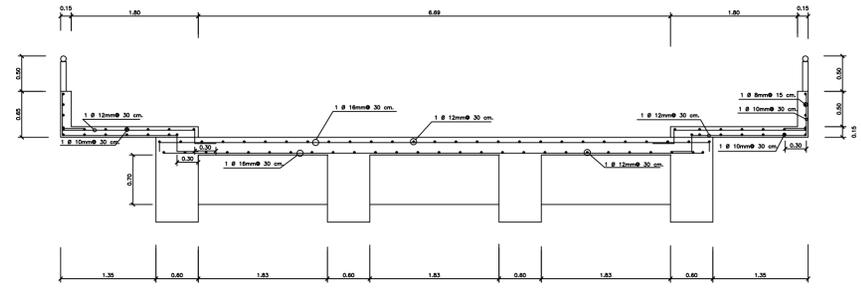
contiene: DETALLE ACERO SUPER ESTRUCTURA

PROYECTO: ING. PABLO FARFAN ING. FRANK TOMALA PROY. JINSON LOPEZ	PROPIETARIO: EMPRESA PRIVADA ASO. SEIS DE JULIO	PLANO N° A-3
---	---	------------------------

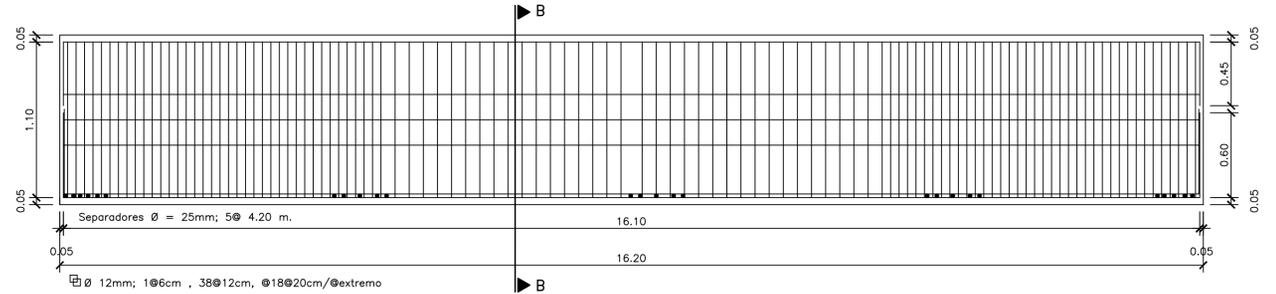
ESCALA: INDICADAS DIBUJO: JINSON J. LOPEZ S. REVISADO: ABRIL, 2022



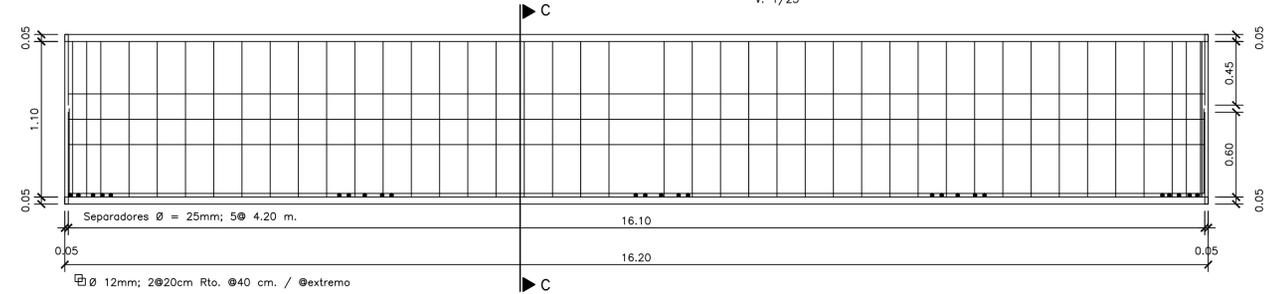
ARMADURA DE LOSA
ESC. 1/50



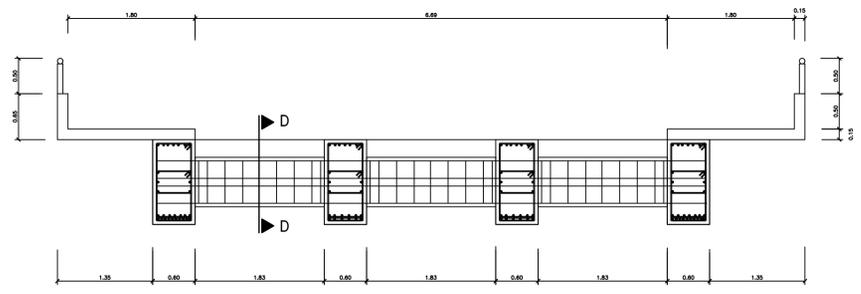
SECCION TRANSVERSAL CORTE A-A
Esc. 1/25



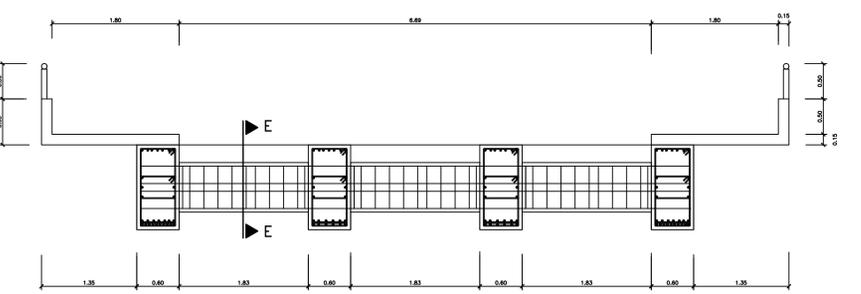
VIGAS CENTRALES
Esc. H: 1/50
V: 1/25



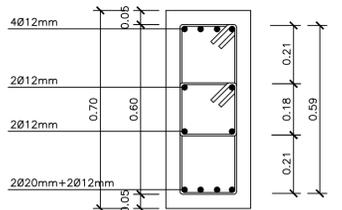
VIGAS LATERALES
Esc. H: 1/50
V: 1/25



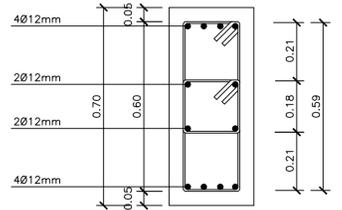
DIAFRAGMA INTERIOR 8mm; 12.5cm Rto. 25 cm. / @extremo
DIAFRAGMAS INTERIORES
Esc. 1/25



DIAFRAGMA INTERIOR 8mm; 10cm Rto. 20 cm. / @extremo
DIAFRAGMAS EXTERIORES
Esc. 1/25



CORTE D-D
ESC. 1/12.5



CORTE E-E
ESC. 1/12.5

LONGITUD DE DESARROLLO (EMPALMES)

Ø	Elementos a Tracción	Elementos a Compresión
25mm	90 cm.	60 cm.
20mm	50 cm.	45 cm.
16mm	45 cm.	40 cm.
12mm		30 cm.

NOTA: Si se empalmara más de las 3/4 partes del refuerzo la longitud de empalme estará dada por la expresión: $L_e = 1.30 \cdot L_d$

ESPECIFICACIONES TECNICAS

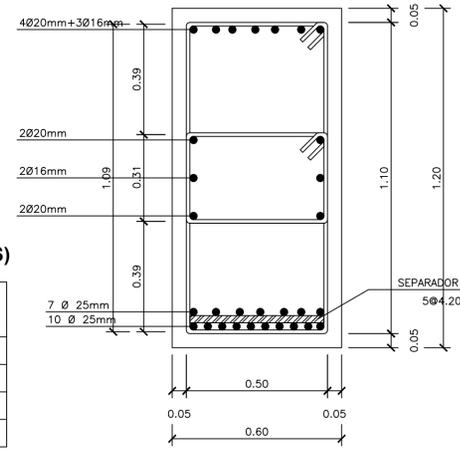
CONCRETO ARMADO:
CONCRETO VIGAS, LOSA, GUARDERAS Y VEREDAS
 $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Slump = 3" - 4"
Acero Corrugado Grado 60; $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.

RECUBRIMIENTOS:
Recubrimiento vigas = 5.00 cm.
Recubrimiento diafragmas = 5.00 cm.

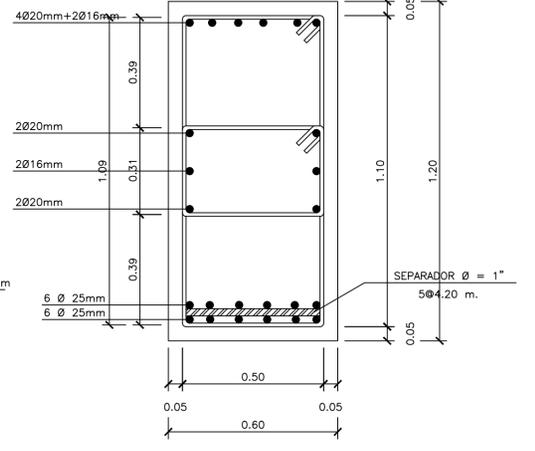
INDICACIONES:
- Las vigas se encofrarán con 15 cm. de contraflecha en el centro de la luz
- Sobrecarga Vehicular: HS20

LONGITUD DE GANCHOS

Ø	Long. Desarrollo
25mm	60 cm.
20mm	45 cm.
16mm	35 cm.
12mm	30 cm.



CORTE B-B
ESC. 1/12.5



CORTE C-C
ESC. 1/12.5

diseño y planificación:

obra: **PUENTE MARIANITA DE JESUS SEIS DE JULIO**

contiene: **ARMADURA LOSAS-VIGAS**

PROYECTO: ING. PABLO FARFAN ING. FRANK TOMALA PROY. JINSON LOPEZ	PROPIETARIO: EMPRESA PRIVADA ASO. SEIS DE JULIO	PLANO N° A-5
---	---	------------------------

ESCALA: INDICADAS SERVIDOR: JINSON J. LOPEZ S. RETENIDO: ABRIL/2022