



RESUMEN

Actualmente en la ciudad de Cuenca, y en la región en general, se vienen utilizando el hormigón armado como la principal técnica de construcción de edificaciones, pero su aplicación se ve limitada cuando se plantea la necesidad de salvar grandes luces, es por esta razón que se tiene que recurrir a técnicas como el pretensado o el postensado que son usadas ampliamente en diferente partes del mundo y que han demostrado ventajas al momento de trabajar con luces amplias dentro de edificios. En el siguiente documento se presenta una aplicación del cálculo de losas postensadas que pretende ayudar a la difusión y utilización de este tipo de técnicas constructivas.

Para probar las bondades que ofrece el postensado en losas de edificaciones, se ha escogido a manera de ejemplo realizar un rediseño de las losas del Edificio del Parque Tecnológico de la Universidad de Cuenca, que presenta características específicas para la aplicación de esta técnica.

DISEÑO DE LOSAS POSTENSADAS EN EDIFICACIONES, CON APLICACIÓN AL CASO DEL EDIFICIO  
 “PARQUE TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”

1.- ANTECEDENTES .....	7
2.- PROBLEMÁTICA .....	7
3.- OBJETIVO GENERAL:.....	9
4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	9
5.- METODOLOGIA .....	10
5.- MARCO TEÓRICO.....	10
5.1. INTRODUCCIÓN AL HORMIGÓN PRETENSADO.....	10
5.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	11
5.3. EL HORMIGÓN PREESFORZADO APLICADO A LA EDIFICACIÓN .....	12
5.4. ASPECTOS ECONÓMICOS .....	13
5.5. IMPLANTACIÓN EN EL MERCADO .....	15
6.- TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL .....	16
6.1. INTRODUCCIÓN.....	16
6.2. TIPOLOGÍA SEGÚN LA DISPOSICIÓN DE TENDONES EN PLANTA .....	16
6.3. TIPOLOGÍA SEGÚN LA FORMA DE LA LOSA.....	19
7.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	24
7.1. INTRODUCCIÓN .....	24
7.2. HORMIGÓN .....	24
7.3. ARMADURA ACTIVA.....	24
7.4. ARMADURA PASIVA.....	29
7.5. ENCOFRADOS .....	31
7.6. EQUIPOS DE POSTESADO .....	33
8.- PUESTA EN OBRA.....	35
8.1. INTRODUCCIÓN .....	35
8.2. CICLO CONSTRUCTIVO.....	35
8.3. DETALLE DE LAS ACTUACIONES .....	36
8.4. PUNTOS SINGULARES .....	41
8.5. CONTROL DE CALIDAD EN MATERIALES.....	43
9.- DESARROLLO DEL REDISEÑO .....	44
9.1. RECOPLICACION BIBLIOGRÁFICA DEL TEMA.....	44
9.2. NORMATIVA VIGENTE EN EL PAIS.....	44
9.3. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL ESTUDIO ORIGINAL DEL EDIFICIO PARQUE TECNOLÓGICO.....	44
9.4. DISCRETIZACION Y MODELACION DE LA ESTRUCTURA PARA REDISEÑO.....	50
9.5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO Y REALIZACION DEL REDISEÑO DE LAS LOSAS POSTENZADAS.....	63
9.6. ELABORACION DE PLANOS DE REDISEÑO.....	77
9.7. COMPARACION DE RESULTADOS DE LOS DOS DISEÑOS.....	77
9.9. PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA.....	86
9.10. COMPARACION DE COSTOS ENTRE LAS DOS SOLUCIONES.....	90
9.11. CONCLUSIONES .....	91
10.-BIBLIOGRAFIA BASICA.....	92
11.- ANEXOS.....	93
11.1.- ANEXO 1 PLANOS.....	93
11.2.- ANEXO 2 ANEXOS DE CALCULO.....	104



Yo, Jorge Medardo Bravo Medina, autor de la tesis “DISEÑO DE LOSAS POSTENSADAS EN EDIFICACIONES, CON APLICACIÓN AL CASO DEL EDIFICIO “PARQUE TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Especialista en Análisis y Diseño de Estructuras de Acero y de Hormigón Armado. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 28 de marzo de 2013

Jorge Medardo Bravo Medina  
1103846877



Yo, Jorge Medardo Bravo Medina, autor de la tesis “DISEÑO DE LOSAS POSTENSADAS EN EDIFICACIONES, CON APLICACIÓN AL CASO DEL EDIFICIO “PARQUE TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA””, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 28 de marzo de 2013

Jorge Medardo Bravo Medina  
1103846877



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE INGENIERIA

### ESPECIALIDAD EN ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO Y DE HORMIGON ARMADO.

### DISEÑO DE LOSAS POSTENSADAS EN EDIFICACIONES, CON APLICACIÓN AL CASO DEL EDIFICIO “PARQUE TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”

### MONOGRAFIA PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE ESPECIALISTA ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO Y DE HORMIGON ARMADO.

REALIZADO POR: Jorge Medardo Bravo Medina

TUTOR: Ing. Juan Fernando Zalamea Leon PhD.

MARZO DE 2013





## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres por haberme impulsado siempre a la búsqueda de nuevos retos que me permitieron crecer profesional y personalmente, gracias por el apoyo incondicional recibido durante toda mi vida. Así mismo reconozco con mucha gratitud la confianza y permanente guía que he recibido durante muchos años por parte del mi tutor el Ing. Fernando Zalamea en el campo de la Ingeniería Estructural, las experiencias compartidas en el área de la Consultoría han influido de manera muy marcada en este trabajo, y por ultimo agradecer a la Universidad de Cuenca por la formación impartida durante mi instrucción profesional.



## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi familia, por ser los principales gestores de mis logros personales, y por brindarme ese apoyo incondicional que ha impulsado la búsqueda de nuevas metas profesionales.



# **DISEÑO DE LOSAS POSTENSADAS EN EDIFICACIONES, CON APLICACIÓN AL CASO DEL EDIFICIO “PARQUE TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”**

## **1.- ANTECEDENTES**

Actualmente en la ciudad de Cuenca, y en la región en general, se vienen utilizando el hormigón armado como la principal técnica de construcción de edificaciones, pero su aplicación se ve limitada cuando se plantea la necesidad de salvar grandes luces, ya sea por cuestiones arquitectónicas o de carácter funcional.

Al requerirse de secciones de hormigón armado relativamente grandes para salvar luces amplias, lo cual implica un aumento de peso importante para la estructura, se plantea la necesidad de recurrir a técnicas como el pretensado o el postensado que son usadas ampliamente en diferente partes del mundo e incluso en regiones cercanas y que han demostrado ventajas al momento de trabajar con grandes luces dentro de edificios.

En la actualidad en la ciudad de Cuenca se utilizan elementos pretensados de hormigón, pero su uso no se ha difundido tan ampliamente como en algunos países de la región, este por ejemplo es el caso de Colombia donde dicha técnica tiene importantes avances. Entre las causas para que no se adopten estos procedimientos es que para su fabricación se requieren de plantas industriales amplias y de controles de calidad bastante rigurosos que permiten garantizar la calidad de los materiales y también por la falta de experiencia en el tema.

Es por esto que se plantea la necesidad de aplicar el cálculo de elementos postensados, y sobre todo de losas postensadas, y elaborar un resumen de este procedimiento, lo cual ayudará a la utilización de este tipo de técnicas constructivas, esto permitirá abordar muchos retos con la utilización del hormigón de una manera técnico-económica adecuada. Además de exponer los fundamentos de esta técnica, se plantea también la aplicación al edificio del Parque Tecnológico de la Universidad de Cuenca.

## **2.- PROBLEMÁTICA**

En el caso de los elementos postensados su uso se ha limitado casi exclusivamente a puentes, esto debido a algunas ventajas que presenta frente al pretensado, en especial el postensado por lo general es realizado en obra sobre elementos ya construidos y no existe la necesidad de trasladar dichos elementos sino únicamente colocarlos in situ.



En el caso de edificaciones en la ciudad de Cuenca, solo se utilizan como elementos pre-comprimidos los elementos pretensados. Conociéndose la necesidad de disponer técnicas que permitan optimizar los materiales y reducir los tiempos de construcción se propone el uso del postensado en losas de edificaciones.

Esta técnica presenta grandes beneficios en losas de luces importantes. Sin embargo por la falta de conocimiento y experiencia local en este tema no se utiliza esta técnica. Para probar las bondades que ofrece el postensado en losas de edificaciones, se ha escogido a manera de ejemplo realizar un rediseño del edificio del Parque Tecnológico, edificación que presenta luces amplias. Cabe indicar además que el ingeniero estructural que diseño este proyecto ha permitido el uso de la información del actual diseño para comparar con el diseño resultante utilizando postensado en las losas.

Es importante mencionar algunas características de las losas postensadas que sugieren su utilización.

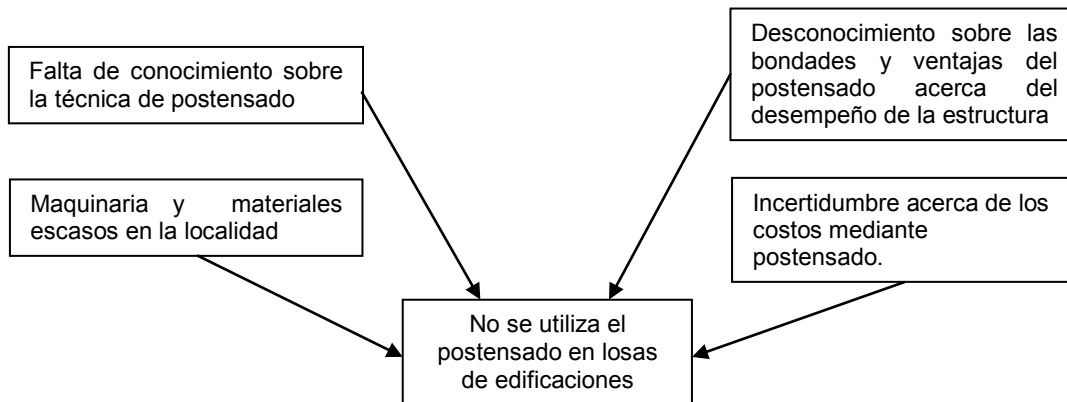
Consisten en losas coladas en sitio, postensadas mediante el uso de cables de acero o torones de alta resistencia dispuestos según un trazado parabólico, y anclados a través de cuñas a sus extremos. Una vez colada la losa, cada cable es tensado en forma independiente según las condiciones del proyecto, generando de esta manera una compresión en toda su sección, y un balance de las cargas.

La flexibilidad del sistema nos ofrece mejores posibilidades creativas para el diseño, permitiendo mayores luces, plantas libres y estructuras más esbeltas.

Durante el rediseño se evaluarán las siguientes características:

- Acortamiento significativo de plazos de ejecución de la obra gris gracias a rápidos y eficientes programas de construcción. El sistema de cofres se puede retirar inmediatamente concluido el tensado.
- Ahorros en concreto, acero, mano de obra y encofrados, ya que el sistema disminuye en forma considerable cada uno de estos rubros.
- Buen desempeño sísmico.
- Estructuras esbeltas que al generar losas de menores espesores, permiten disminuir la altura del edificio y reducir las cargas de fundación.
- Soluciones estructurales con bajos requerimientos de mantención.
  - Disminución del agrietamiento en las vigas y losas por el efecto de compresión que se genera en los elementos precomprimidos.

## PROBLEMÁTICA



### 3.- OBJETIVO GENERAL:

Aplicar los fundamentos de cálculo de las losas postensadas en edificaciones, utilizadas para salvar grandes luces, en el proyecto “Edificio para el Parque Tecnológico de la Universidad de Cuenca” y realizar una comparación de los resultados contra un sistema de losas alivianadas convencionales sin pre-esfuerzo.

### 4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar una recopilación de las bases teóricas y de cálculo de las losas postensadas de hormigón.
2. Realizar el rediseño de las losas del edificio del Parque Tecnológico de la Universidad de Cuenca, como aplicación práctica a las edificaciones con grandes luces.
3. Realizar una comparación entre el diseño con hormigón armado y hormigón postensado en el caso “Edificio del Parque Tecnológico” desde el punto de vista de:
  - Comportamiento Estructural.
  - Funcional.
  - Costos.
4. Analizar las ventajas y desventajas que presenta la técnica de postensado al implementarla para la realización del proyecto mostrado.
5. Evaluar la posibilidad de implementar la técnica de postensado de losas en la ciudad.



## 5.- METODOLOGIA

- 1.- Establecer el marco teórico acerca de esta técnica
- 2.- Analizar la disposición de materiales y maquinaria en el ámbito local
- 3.- Realizar un ejemplo del uso de la técnica de postensado y comparar el desempeño estructural con el sistema convencional de hormigón armado. Estudio de caso: Edificio del Parque Tecnológico.
- 4.- Realizar una comparación de costos de construcción en el Edificio del Parque Tecnológico.

## 5.- MARCO TEÓRICO

Una de las principales fuentes para el desarrollo de este capítulo consiste en el documento:

“CÁLCULO DE LOSAS POSTENSADAS EN EDIFICACIÓN”

Autor: JOSÉ CARLOS EDO MONFORT / VICENS VILLALBA HERRERO

Publicado: Universitat Politècnica de Catalunya

2009-01-09T15:30:32Z.

A continuación se exponen algunos criterios teóricos de esta técnica.

### 5.1. INTRODUCCIÓN AL HORMIGÓN PRETENSADO

Pretensar una estructura es una técnica general que consiste en someterla a unas tensiones previas, artificialmente creadas, de forma que, juntamente con los efectos de las cargas y otras acciones que actúen posteriormente sobre ella, se originen unos estados de tensión o de deformación dentro de límites convenientemente prefijados.

La técnica del pretensado no es privativa de las estructuras de hormigón, ni existe una sola forma de pretensar estructuras.

Se habla de preesforzado con armaduras pretensadas cuando la armadura se tensa previamente al hormigonado de la pieza, anclándose en macizos especiales al efecto o bien sobre los propios moldes. Una vez efectuada la puesta en obra del hormigón y cuando éste ha endurecido suficientemente, se suprimen los anclajes iniciales y las armaduras comprimen la pieza de hormigón, anclándose por adherencia en la misma. Es un sistema propio de talleres de prefabricación.

Por otro lado también existe el preesforzado con armaduras postensadas. En este caso se hormigona la pieza dejando en su interior un conducto dentro del cual se



aloja la armadura activa, que se tensa cuando el hormigón ha endurecido lo suficiente. En los extremos de la pieza, en general, se disponen unos elementos de anclaje y, posteriormente, se realiza la inyección de los conductos con materiales que protegen las armaduras contra la corrosión.

El conducto, o vaina, debe ser de tamaño sensiblemente superior al del tendón para facilitar el flujo del material de inyección, el cual suele estar constituido por una lechada o mortero de cemento o bien por grasa u otro producto protector.

En el primer caso se trata del postensado adherente, que es el más frecuente; el segundo es el conocido como postensado no adherente, útil en el caso en el que se desee retesar, inspeccionar o sustituir tendones a posteriori.

El contenido de este documento se dirige principalmente al estudio del postensado aplicado a las losas de la edificación. Tras esta breve explicación se deduce que la estructura que se tratará será la losa de hormigón preesforzado mediante armaduras postensadas adherentes.

## **5.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

Fue el francés Eugène Freyssinet quién, estudiando y teniendo en cuenta las propiedades de los materiales en juego, llevó a la práctica de forma totalmente satisfactoria la idea del hormigón preesforzado.

A partir de los años 30 la técnica empieza a utilizarse en Francia y Alemania, pero no se desarrolla hasta después de la Segunda Guerra Mundial, extendiéndose por todo el mundo en el campo de la obra civil.

Dada la experiencia adquirida en la ejecución de puentes, arquitectos e ingenieros se concentraron en extender las ventajas técnicas del pretensado hacia la edificación. Pronto esta técnica se revelaría, no como un rival de la estructura de hormigón armado o la de acero sino, como un complemento.

Las primeras aplicaciones de la técnica del postensado in situ aplicadas a la edificación datan de mediados de los años 50. Sin embargo, el mayor desarrollo de esta técnica no llegará hasta los años 70; periodo en el cual, el dominio del hormigón preesforzado y la reglamentación que lo definía, habían hecho en este campo sobre todo en Europa y en el norte de América, un pozo de verdaderos avances tecnológicos.

Actualmente el preesforzado es una técnica altamente probada que ofrece soluciones fiables, económicas y estéticas en el diseño de estructuras.



### 5.3. EL HORMIGÓN PREENFORZADO APLICADO A LA EDIFICACIÓN

Los arquitectos y proyectistas que trabajan en la rama de la edificación consideran idóneo la consecución de grandes luces, cosa que ofrece una mayor versatilidad a la construcción. Indudablemente a luces mayores volúmenes más amplios, que pueden utilizarse como tales o dividirse posteriormente en áreas más reducidas.

No obstante, la consecución de grandes luces está condicionada por la limitación de altura de las losas.

La altura de una planta debe albergar el espesor de la losa, el paso de las instalaciones, el cielo raso, el recubrimiento de piso y el espacio útil para el desarrollo de la actividad humana o de la función para la que se construye el edificio. Por ello la tendencia actual es disponer techos planos, eliminando las vigas vistas que dificultan el paso de las instalaciones e incrementan los plazos y costes de ejecución, sin embargo esta condición se contrapone con los requerimientos sísmicos de las edificaciones, por lo tanto el lograr reducir el tamaño de las vigas contribuye a lograr los objetivos anteriores.

No siempre se puede, conseguir las luces deseadas y resistir las cargas actuantes con las técnicas convencionales de construcción de losas y vigas, debiéndose buscar alternativas con fundamento tecnológico como el postensado.

A grandes rasgos, las ventajas que conlleva la utilización del postensado en cualquier tipo de estructura son las siguientes:

- Las fuerzas introducidas por el preesforzado equilibran las cargas exteriores, lo que a efectos prácticos, es como si estas se redujeran considerablemente.
- La estructura se encuentra permanentemente comprimida, y por consiguiente no se fisura, por lo que resulta ser más rígida y durable que una estructura de hormigón armado.
- El sistema de cargas introducido por el preesforzado genera deformaciones y flechas de carácter permanente opuestas a las producidas por las cargas gravitatorias, reduciendo no sólo la deformabilidad instantánea sino también la diferida.
- Dado que el postensado requiere materiales de alta resistencia (aceros de alto límite elástico, hormigón de resistencias superiores a 30 MPa), la capacidad resistente de las piezas sometidas a flexión aumenta notablemente.

Todo lo anterior produce una serie de mejoras cuando se aplica esta técnica al campo de la edificación:





· Conlleva una reducción de peraltes, espesores, armaduras pasivas y, en general, de peso propio con respecto al hormigón armado, lo que permite, a su vez, aumentar las luces a cubrir.

- Al encontrarse la estructura comprimida a edades tempranas, disminuyen los efectos de la retracción del hormigón y por lo tanto se puede aumentar la separación o incluso eliminar las juntas de dilatación.
- Ha demostrado tener un mejor comportamiento frente al fuego que las losas reticulares.
- El efecto activo del postensado y la utilización de hormigón de buena calidad, con resistencias altas a tempranas edades, permiten desencofrados mucho más prematuros y, en consecuencia, la velocidad de construcción se ve aumentada.
- La reducción de peso propio de la losa disminuye la carga total que llega a la cimentación. Además el menor volumen de hormigón y peso de armadura pasiva, unido a la facilidad de colocación de la armadura activa, conducen a reducciones de plazos y a ahorros económicos dignos de ser considerados.
- Al completar el tensado de una planta la estructura ya es auto-resistente y por lo tanto se puede desencofrar completamente la losa y quitar el 100% de los puntales. En caso de tener que construir una planta superior, en función de la relación entre las cargas de diseño de la losa ya tesada y el peso de la planta superior, se deberá estudiar la necesidad de colocar algún apuntalamiento durante el encofrado y hormigonado de la misma.

## 5.4. ASPECTOS ECONÓMICOS

Cuando se habla de economía en el empleo del postensado no se puede enfocar como un mero ahorro en el costo de materiales ya que la mayor parte del costo total de la estructura no derivará de la propia ejecución.

La economía, al utilizar hormigón postensado, debe entenderse como un ahorro a lo largo de la vida útil de la estructura. Se detallan a continuación varios aspectos en los que esta afirmación queda reflejada:

### 5.4.1. Diseño

El empleo del postensado aumenta la capacidad resistente de la losa, lo que permite aumentar las luces y reducir el número de elementos verticales en la estructura.

En consecuencia se produce un ahorro de materiales y una notable mejora arquitectónica por la posibilidad de disponer mayor superficie útil y más facilidad



para distribuirla ya que se obtienen espacios ininterrumpidos que podrán ser adaptados a posteriori según las necesidades.

Además el empleo del postensado permite reducir aproximadamente hasta un 35% la altura de la losa en comparación con una solución armada sin tener que disminuir por ello su capacidad portante. Esto equivale a una reducción importante de materiales, tanto de armadura pasiva como de hormigón, y en consecuencia, a una disminución del peso de la estructura que permitirá a su vez un ahorro en la cimentación.

Otra gran ventaja es la optimización de la altura de planta manteniendo intacta la altura libre. En caso de limitación de altura total del edificio, esta disminución de peralte puede permitir incrementar el número de plantas.

#### **5.4.2. Construcción**

La simplificación del proceso constructivo se produce en varios aspectos.

La consecuencia principal es la sistematización de las tareas, garantía de una construcción con ciclos repetidos, de tal forma que, a partir del aprendizaje por repetición se posibilite la optimización del camino.

Por otro lado, como ya se ha comentado anteriormente, el empleo del sistema postensado conlleva un ahorro en cuantías de acero pasivo lo que permite simplificarlas e incluso estandarizarlas. Esta facilidad abre la posibilidad a la prefabricación de las mismas lo que las elimina del camino crítico de la obra.

Respecto a los encofrados, éstos son más ligeros, más estandarizados, se colocan y desmontan con mayor sencillez (mediante el empleo de mesas por ejemplo) y puede llegarse a dimensiones de encofrados de hasta 24 m<sup>2</sup> auto transportables o transportables con una sola grúa. Aplicar el pretensado a las losas permite retirar el encofrado más rápidamente (entre 3 y 7 días dependiendo del curado). Como todos los elementos son más livianos se emplearán también grúas de menor capacidad.

#### **5.4.3. Durabilidad**

Se pueden destacar dos componentes de la durabilidad en la edificación:

- La durabilidad estructural: se trata de los daños sufridos por los materiales debido al uso y a las agresiones exteriores. En este sentido, las estructuras preesforzadas trabajan esencialmente en estado comprimido y son menos sensibles a la fisuración.



· La durabilidad funcional: al ser más amplios los espacios se pueden remodelar más fácilmente permitiendo a la estructura adaptarse a lo largo de su vida útil.

Sin embargo, a pesar de la lista de ventajas enumeradas, esta técnica no ha llegado a implantarse con éxito en el mercado ecuatoriano como se verá en el siguiente apartado.

## **5.5. IMPLANTACIÓN EN EL MERCADO**

Aunque, como ya se ha visto en el apartado antecedentes históricos, la idea y el desarrollo del pretensado fueron esencialmente europeos, los americanos fueron pioneros en su empleo en el campo de la edificación; aplicación que no regresaría a Europa hasta algunos años después.

En los Estados Unidos y en otros países como Australia y Nueva Zelanda, las losas postensadas son desde hace algunas décadas uno de los principales elementos en la construcción de losas en edificaciones.

En Europa existieron en un principio reticencias hacia este tipo de construcciones, generadas principalmente por la ausencia de una normativa adecuada para el diseño de estas estructuras y por la actitud conservadora de proyectistas y contratistas.

A partir de la década de los 70 se redactaron en algunos países europeos normativas y recomendaciones que facilitaron la implantación de esta tipología de forjados.

En el caso de Ecuador poco se puede hablar de la implantación de este sistema en el mercado, donde la actividad que se realiza es prácticamente nula.

El porqué de su escaso éxito es quizá una cuestión de reflexión para todos: promotores, constructores, arquitectos, ingenieros ecuatorianos.

## 6.- TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

### 6.1. INTRODUCCIÓN

Los criterios más usuales a la hora de realizar una clasificación de losas postensadas son: la forma de las losas, la disposición en planta de la armadura activa y el sistema de transmisión de cargas. Precizando estas tres características se obtiene una definición exacta de la estructura.

Se presenta a continuación una serie de tipologías estructurales atendiendo a los tres criterios mencionados:

### 6.2. TIPOLOGÍA SEGÚN LA DISPOSICIÓN DE TENDONES EN PLANTA

La transferencia de cargas desde el interior de una losa plana hacia los pilares se realiza de la siguiente manera: los tendones de vano trasladan las cargas a los tendones sobre pilares y éstos a los apoyos.

A partir de este concepto se plantean 4 soluciones para la disposición en planta de los tendones (cables).

- Concentrados en dos direcciones
- Distribuidos en dos direcciones
- Concentrados en una dirección y distribuidos en la otra
- Disposiciones mixtas

#### 6.2.1. Concentrados en dos direcciones

Todos los tendones se concentran sobre los pilares según dos direcciones como se observa en la Figura 6.2.1.

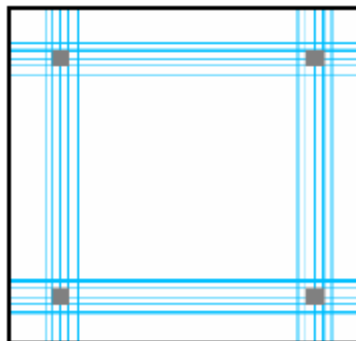


Fig. 6.2.1. Tendones concentrados en dos direcciones. [B1]

La ventaja más clara que presenta esta solución es el total aprovechamiento de la armadura activa frente a esfuerzos de punzonamiento además de una relativa facilidad de montaje. No obstante, esta disposición obliga a disponer una gran cantidad de armadura pasiva para transmitir las cargas desde el centro de vano hasta la línea de pilares.

### 6.2.2. Distribuidos en dos direcciones

Esta alternativa es muy eficiente estructuralmente (deformaciones menores) pero conlleva una gran desventaja constructiva, ya que se deben trenzar los tendones para formar una especie de canasta (Cf. fig. 6.2.2.), comenzando por el grupo que está por debajo de todos los demás, lo que implica una mayor dificultad de montaje.

Además con esta distribución de tendones no se aprovechan los beneficios frente a esfuerzos de punzonamiento.

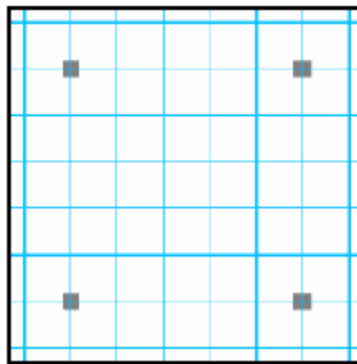


Fig. 6.2.2. Tendones distribuidos en dos direcciones. [B1]

### 6.2.3. Concentrados en una dirección y distribuidos en la otra

Esta opción reúne las virtudes de las dos soluciones citadas anteriormente. Por un lado se eliminan todas las interferencias entre tendones sobre pilares, salvo un grupo de los distribuidos (Cf. fig.6.2.3.), y por otra se sigue aprovechando el beneficio que aportan los tendones de armadura activa frente a esfuerzos de punzonamiento.

Como consecuencia importante de esta distribución se encuentra la potenciación del comportamiento unidireccional en pre-rotura, no obstante, no se observan diferencias respecto otras disposiciones bajo cargas de servicio.

Por todo ellos esta opción se ha convertido en la más utilizada. Además en losas planas con distribución irregular de pilares, es la mejor manera de visualizar que toda la carga de la losa se transfiera a los pilares.

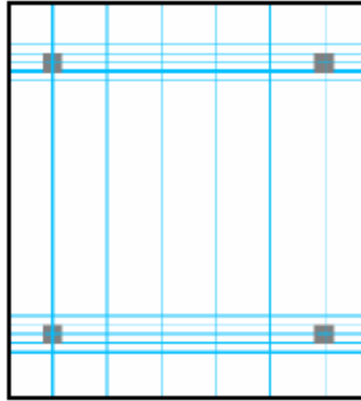


Fig. 6.2.3. Tensores concentrados en una dirección y distribuidos en otra. [B1]

***“\* Esta es la disposición que se plantea utilizar para el caso del edificio en estudio, debido a su concepción arquitectónica.”***

#### 6.2.4. Disposiciones mixtas

Esta disposición consiste en concentrar la mitad de los tendones sobre pilares y distribuir los restantes uniformemente.

Esto se puede hacer en una o dos direcciones. La opción más usual es optar por esta distribución en una dirección, y combinarla con tendones concentrados en la otra.

Se intenta conjugar la facilidad constructiva con la eficiencia estructural sin que por ello la resistencia a punzonamiento se vea mermada.

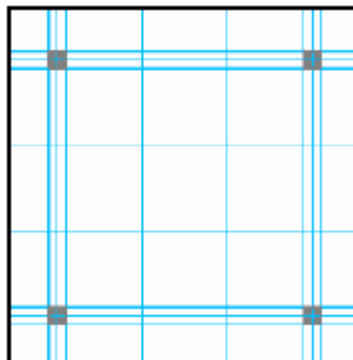


Fig. 6.2.4. Distribución mixta de tendones. [B1]

### 6.3. TIPOLOGÍA SEGÚN LA FORMA DE LA LOSA.

En este caso se realiza además una primera clasificación de los sistemas aporticados según si la transmisión de cargas se realiza de modo unidireccional o bidimensional.

#### 6.3.1. Sistemas bidireccionales

Losas Planas:

Las ventajas de este tipo de sistemas residen fundamentalmente en la sencillez y economía del encofrado, la flexibilidad en la disposición de pilares y la planeidad de los techos, que garantiza una adecuada estética y un sencillo trazado de servicios e instalaciones.

Como desventajas aparecen, a medida que aumenta la luz, problemas de punzonamiento y de congestión de armadura pasiva sobre apoyos. En vanos importantes el consumo de hormigón es excesivo debido a la ausencia de aligeramientos y se producen mayores deformaciones que en otros sistemas, además en regiones de alta sismicidad como es el caso de la nuestra, el uso de este tipo de losas está restringido.

No se recomienda su utilización cuando existan luces muy distintas en cada dirección, salvo que la dirección de mayor luz se haga postensada y la otra armada.

En cuanto al trazado de tendones, se puede utilizar cualquiera de las tipologías citadas, siendo la concentración de tendones en una dirección y la distribución en otra, la más usual al proveer una mejor compensación de cargas.

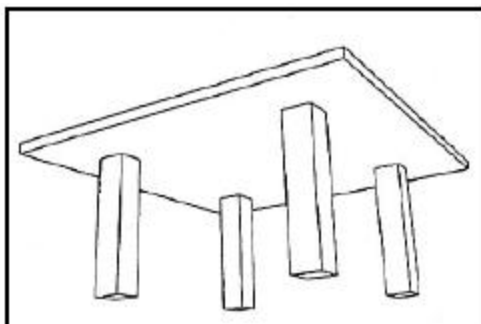


Fig. 6.3.1.a. Diseño de una losa plana. [A3]



Fig. 6.3.1.b. Fotografía de una losa plana. [B1]

### Losas con Capiteles o Ábacos:

Las ventajas de este tipo de losas residen en un aumento de la resistencia al punzonamiento así como en un menor consumo de hormigón para vanos importantes cuando se utilizan capiteles. Los ábacos además, si respetan ciertas dimensiones mínimas, también aumentan la capacidad resistente frente a momentos sobre pilares y la concentración de armadura sobre pilares se ve reducida.

El principal inconveniente es la mayor complicación y costo del encofrado.

El trazado de tendones es similar al caso anterior, siendo mas adecuadas las disposiciones mixtas.

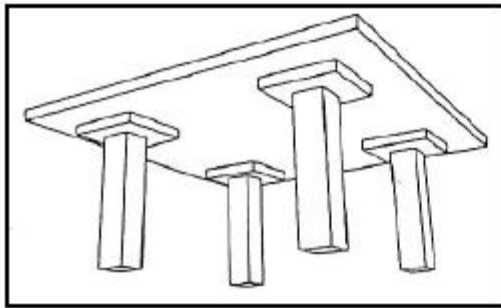


Fig. 6.3.1.c. Diseño de losa con ábacos. [A3]

Fig. 6.3.1.d. Fotografía de losa con ábacos. [B1]

### Losas Aligeradas:

Las ventajas de este tipo de losas son similares a los de las losas bidireccionales macizas; no obstante, a igualdad de canto, cargas y luces, estas losas tienen una mayor resistencia al punzonamiento y las deformaciones generadas son menores

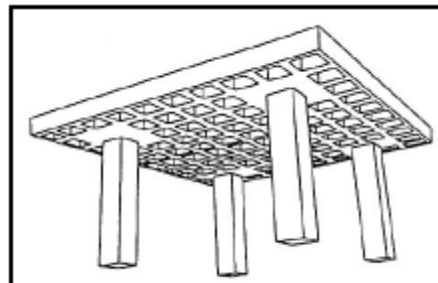
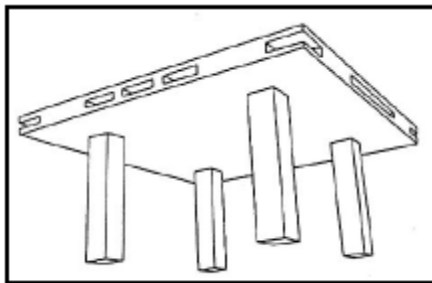


Fig. 6.3.1.e. Diseño de losa aligerada. [A3] Fig. 6.3.1.f. Diseño de losa aligerada con casetones recuperables. [A3]



Las desventajas de este tipo de estructura son evidentes. El encofrado y el armado de los nervios poseen un mayor grado de complicación, lo que aumenta el precio del metro cuadrado de losa.

Respecto al trazado de tendones, en este caso se utilizan trazados en planta distribuidos, y si se disponen macizamientos en las líneas de pilares, se concentran una mayor cantidad de tendones en estos.

Este tipo de losas deben cumplir unos requisitos mínimos de ancho de nervio, espesor de losa y recubrimiento para satisfacer las condiciones de resistencia al fuego, y también para permitir un correcto hormigonado de los nervios, ya que poseen armadura pasiva y activa.



Fig. 6.3.1.g. Fotografía de losa aligerada en construcción. [B1]

#### Losas de Vigas Planas en dos direcciones:

La ventaja de este tipo de estructura es la capacidad de obtener grandes luces en ambas direcciones.

Las desventajas de este tipo de estructura son principalmente económicas. El alto coste del encofrado y la complicación para el tendido de instalaciones conllevan una rara utilización. La disposición en planta de los tendones puede ser concentrada o mixta en ambas direcciones.

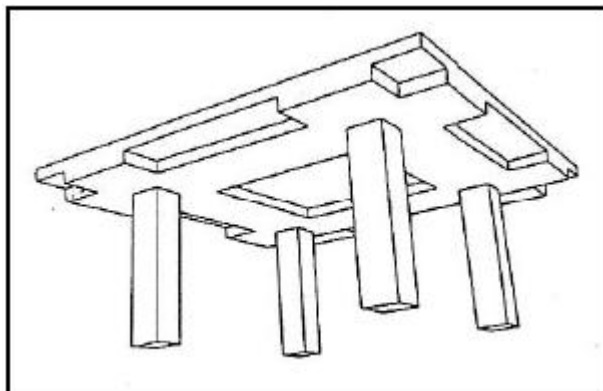


Fig. 6.3.1.h. Diseño de losa de vigas planas en dos direcciones. [A3]

Losas de Vigas peraltadas en dos direcciones:

Las ventajas de este tipo de sistemas estructurales residen en la posibilidad de generar luces muy importantes bajo la acción de cargas importantes. Se suele utilizar en construcciones sin limitaciones en la altura total del entrepiso.

Las desventajas son las mismas que tienen las losas con vigas planas. A los costes importantes de ejecución se unen la estética ofrecida, poco apreciada en general por los arquitectos.

La disposición en planta de los tendones puede ser concentrada en ambas direcciones o mixta en ambas direcciones.

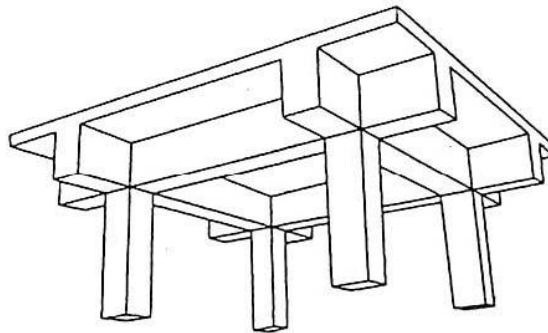


Fig. 3.3.1.i. Diseño de losa de vigas de canto en dos direcciones. [A3]

### 6.3.2. Sistemas unidireccionales

Los sistemas unidireccionales son muy usuales cuando las luces en las direcciones ortogonales son muy distintas; de forma que las vigas se encargan de cubrir las luces mayores y la losa se encarga de las luces menores.

Existen principalmente dos tipologías, las losas con vigas planas y las losas con vigas de canto. La mayor diferencia, aparte de la estética, radica en que las segundas cubrirán luces mayores que las primeras.

Los tendones se colocan concentrados en las vigas y se distribuyen uniformemente en la losa.

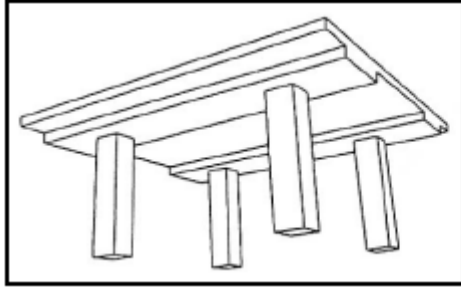


Fig. 6.3.1.j. Diseño de losa de vigas planas en una dirección. [A3]

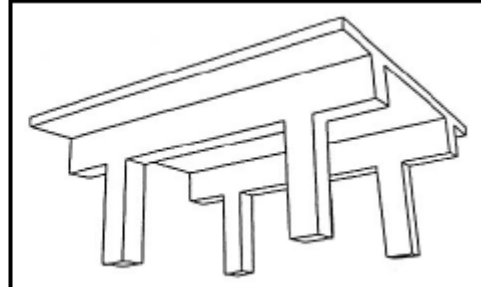


Fig. 6.3.1.k. Diseño de losa de vigas de canto en una dirección. [A3]



Fig. 6.3.1.l. Pórticos de losa con vigas peraltadas en una dirección. [B5]

***“\* Para el caso del edificio en estudio se tiene una disposición unidireccional de losa plana y vigas la cual trasmite las cargas de la edificación a los pórticos tipo V proyectados en el esquema arquitectónico.*”**



## **7.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS**

### **7.1. INTRODUCCIÓN**

Los distintos sistemas de postensado que existen actualmente en el mercado, tienen como objetivos principales ofrecer productos que garanticen la transmisión y anclaje de las fuerzas de preesforzado y la durabilidad de los mismos durante toda la vida de servicio de la estructura.

A continuación se realiza una descripción de los diferentes materiales y elementos constructivos utilizados en la fabricación de losas postensadas.

### **7.2. HORMIGÓN**

Se aconseja trabajar con hormigones de resistencia igual o superior a 35 MPa ( $350 \text{ kg/cm}^2$ ), situación en que las ventajas de la técnica se hacen más patentes.

Estas resistencias requieren valores reducidos de la relación agua/cemento (entre 0.4 y 0.5), contenido en cemento superior a  $350 \text{ Kg/m}^3$  y una granulometría bien estudiada.

También es conveniente reducir la retracción del hormigón para evitar pérdidas diferidas muy altas.

Para poder tensar al poco tiempo de hormigonado se recomienda utilizar cemento de alta resistencia inicial, de forma que se alcance el 60-70% de la resistencia especificada a los 28 días en un plazo aproximado de 3 días después del hormigonado.

En estas condiciones, conseguir la trabajabilidad deseada sólo es posible utilizando un plastificante, y en ocasiones, un súper fluidificante en las proporciones adecuadas.

### **7.3. ARMADURA ACTIVA**

Se denominan armaduras activas a las de acero de alta resistencia mediante las cuales se introduce la fuerza de preesfuerzo.

Sus elementos constituyentes pueden ser alambres, barras o cables. Este documento se centrará en los cables, por ser ésta la armadura más utilizada en losas de edificación postensadas.



Otra reseña necesaria aquí es la de tendón. Se define como el conjunto de armaduras paralelas de pretensado que, alojado dentro de un mismo conducto, se considera en los cálculos como una sola armadura. El conducto utilizado recibe el nombre de vaina.

Cabe indicar que en el postensado mediante tendones no adherentes, los conceptos tendón y cable se confunden, por utilizarse generalmente tendones con un único cable.

### 7.3.1. Cable de acero de preesfuerzo

Es el elemento principal del tendón. Se encarga de almacenar la fuerza introducida normalmente mediante un gato hidráulico y aplicarla a la estructura.

El cable de acero se fabrica utilizando un alambro de acero de alto contenido en carbono, el cual se trata superficialmente, se limpia y se somete a un trefilado y estirado en frío para aumentar su resistencia a tracción. También se somete a un tratamiento termomecánico que le confiere propiedades más uniformes así como un mayor límite elástico, menores pérdidas por relajación y un alargamiento permanente.

Puede estar formado por 2, 3 o 7 alambres de acero. No obstante en losas postensadas se usa únicamente el cordón de 7 alambres. Éste se puede encontrar básicamente en tres diámetros: 3/8" (10 mm), 1/2" (12 mm.) y 3/4" (19 mm.).

En otros países se emplea usualmente el cordón de 15,2 mm y en ocasiones el de 16 mm mientras que el cordón de 12 mm ha quedado relegado casi exclusivamente a prefabricados.

Las características principales de los cordones de 7 alambres se resumen en la tabla 7.3.1.a

Designación	Diámetro nominal (mm)	Carga unitaria máxima(N/mm <sup>2</sup> )	Área (mm <sup>2</sup> )	Peso (kg/m)	Carga máx. (kN)
Y 1860 S7	12.9	1860	100	0.785	186
Y 1860 S8	15.24	1860	140	1.102	260.7
Y 1860 S9	15.70	1860	150	1.180	274.9

Tabla 7.3.1.a. Características de los cables de acero

Su suministro a obra se efectúa mediante bobinas cuyas características se muestran en la tabla 7.3.1.b:

Tamaño	Peso (kg)	Diámetro exterior(cm)	Diámetro Interior (cm)	Longitud (m)
Y 1860 S7	12.9	1860	100	63
Y 1860 S8	15.24	1860	140	76
Y 1860 S9	15.70	1860	150	76

Tabla 7.3.1.b. Características de las bobinas

Para introducir la fuerza deseada en un cable se deforma éste longitudinalmente mediante un gato hidráulico y se mantiene dicha deformación accionando el anclaje cuando se retira el gato. Los anclajes son dispositivos que se introducen en los extremos de los cables y que los retienen evitando su deslizamiento cuando son accionados (Cf. fig. 7.3.1.).

El cable, al intentar recuperar su longitud original ejerce una fuerza activa contra la estructura a través de sus anclajes y de las desviaciones de su trazado.



Fig 7.3.1. Extremos de cordones de postensado con anclajes. [B1]

### 7.3.2. Vaina

Es el conducto que se embebe en el hormigón de la losa, por el interior del cual discurren los cordones de preesfuerzo.

La vaina en los cables no adherentes es su propia funda de plástico. Funda que no se adhiere al cable debido a la grasa que cubre su hueco interior y que tiene una adherencia pobre contra el hormigón debido a su superficie lisa.

Suele ser de polietileno de alta densidad o de otro material plástico no corrosivo. Por otro lado la capa de grasa que se introduce entre la vaina y el cable tiene un carácter protector frente a la corrosión.

### 7.3.3. Anclajes

Los anclajes son elementos a través de los cuales se transmite al hormigón la fuerza de pretensado concentrada en el extremo del tendón. Los anclajes suelen consistir en placas metálicas, cuñas y elementos de protección frente a la corrosión.

El efecto de anclaje de los tendones se consigue en la mayoría de los casos mediante cuñas de acero que se disponen entre el tendón y el orificio de la placa de anclaje. Una vez el tendón se ha tensado se colocan cuñas, clavándolas ligeramente; cuando el gato de tensado suelta el cable, éste intenta retroceder, clavando más estas cuñas que a su vez impiden el movimiento del tendón.

Existen diversos tipos de anclajes para tendones de pretensado en edificación.

Los principales tipos son:

- **Activos**, los que asoman al exterior de la losa y permiten el tensado del cable mediante un gato hidráulico. Comúnmente se conoce como activos a los anclajes donde desea aplicarse la fuerza del gato (Cf. Fig. 7.3.3.a).
- **Pasivos**, los que son capaces de retener la fuerza que ejerce el cordón en el extremo del tendón opuesto al extremo donde se aplica el gato y son susceptibles de quedar embebidos en el hormigón sin menoscabo de sus prestaciones (Cf. fig 7.3.3.b).



Fig. 7.3.3.a. Diseño de anclajes activos y pasivos. [B1]

• **Acopladores fijos**, anclajes que se sitúan en una junta de hormigonado. Actúan como activos en el tesado de una porción de losa hormigonada a los que posteriormente se les empalmara otro tendón. Durante el tesado del tendón de continuidad, empalmado a posteriori, esos anclajes trabajan como pasivos (Cf. fig. 7.3.3.a y 7.3.3.b).



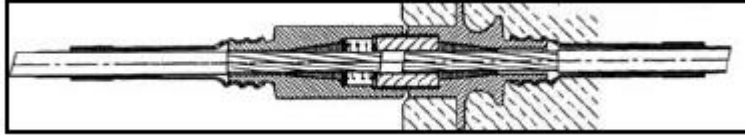


Fig. 7.3.3.b. Diseño de acoplador fijo. [B1]



Fig. 7.3.3.c. Fotografía de acoplador fijo. [B1]

· **Acopladores flotante.** Son anclajes que trabajan de modo similar a los acopladores fijos pero que se utilizan para prolongación de cables de postensado (Cf. fig. 7.3.3.d y 7.3.3.e).

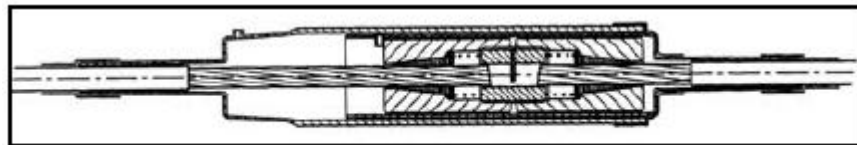


Fig. 7.3.3.d. Diseño de acoplador flotante. [B1]



Fig. 7.3.3.e. Fotografía de acoplador flotante. [B1]

Los anclajes para tendones no adherentes más comúnmente empleados en edificación son:

- Anclajes para tendones no adherentes mono cordón (Cf. fig. 7.3.3.f).
- Anclajes para tendones no adherentes multi cordón (Cf. fig. 7.3.3.g).



Los anclajes, además de los elementos estructurales antes descritos, constan de una serie de accesorios que facilitan, por ejemplo, la instalación de los mismos, ya que conectan el anclaje al encofrado, caperuzas, que impiden la entrada de agua o suciedad, trompetas, etc.

#### 7.4. ARMADURA PASIVA

La armadura pasiva de las losas postensadas está compuesta por acero corrugado  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ , ya sea en forma de barras ó mallas electrosoldadas de las mismas características que las empleadas en hormigón armado.

El armado, salvo en las partes que enunciaremos a continuación, es similar al de una losa de hormigón armado de la misma tipología y complementa a las armaduras activas, sobre todo en lo que respecta a los problemas de fisuración, tema delicado en el caso de losas postensadas con tendones no adherentes.



Fig. 7.3.3.f. Anclaje monocable. [B1]



Fig. 7.3.3.g. Anclaje multicable. [B1]

Los anclajes, además de los elementos estructurales antes descritos, constan de una serie de accesorios que facilitan, por ejemplo, la instalación de los mismos, ya que conectan el anclaje al encofrado, caperuzas, que impiden la entrada de agua o suciedad, trompetas, etc.

##### 7.4.1. Armado de capiteles

El armado de capiteles es una de las partes más complejas de ejecución en losas postensadas de escaso peralte. Esta armadura previene el punzonamiento de la losa sobre el pilar, acentuado por los esfuerzos del postensado.

La armadura del capitel debe permitir el paso de los tendones: en losas unidireccionales, los tendones de los nodos que soportan la losa, y en el caso de las losas bidireccionales, el cruce de dos familias de tendones, perpendiculares entre sí.

La concentración de armaduras de ambos tipos junto con los recubrimientos mínimos que deben respetarse hace casi imprescindible la realización de un plano que permita ver qué elementos entran en conflicto.

Debe respetarse:

- Cuantías y geometría de la armadura pasiva.
- Trazado de los tendones de la armadura activa respetando la excentricidad necesaria.
- Recubrimientos mínimos por durabilidad y contra el fuego.

En algunos casos es preciso descolgar el capitel de la losa, solución que debe intentarse evitar para facilitar la puesta en obra.



Fig. 7.4.1.f. Fotografía detalle de armado de un capitel. [B5]

#### **7.4.2. Armadura de refuerzo de anclajes**

Tras los anclajes de postensado (ya sean activos, pasivos exteriores, ó pasivos embebidos) debe disponerse una armadura específica de refuerzo, capaz de absorber por confinamiento la presión que ejercen los anclajes y capaz de absorber las tracciones perpendiculares al eje del tendón que se generan en esa zona.

Los anclajes de postensado concentran su fuerza en una zona reducida de hormigón que es preciso reforzar recurriendo a dos mecanismos.



- Confinando el hormigón tras el anclaje en una jaula de armadura pasiva que permite aumentar sus prestaciones
- Mediante una serie de cercos transversales que absorben las tracciones perpendiculares al eje.

La mayoría de sistemas de postensado informan sobre la cuantía y disposición de dicha armadura de refuerzo. No obstante, aunque en los anclajes para losas postensadas esa armadura de refuerzo se resuelve con barras de diámetro entre 8 y 12 mm, se debe simplificar dicha armadura combinándola con la de la propia losa en aras a facilitar su colocación.

Es importante comprobar en obra la existencia de dicha armadura, su profundidad y la separación del anclaje.

En algunos catálogos de fabricantes de sistemas se indica una separación mínima entre anclajes. Esas separaciones normalmente obedecen a la utilización de anclajes aislados en contornos predeterminados. Los anclajes pueden juntarse hasta tocarse entre sí, si se estudia la zona y se arma convenientemente.

### **7.4.3. Separadores**

Los separadores son el elemento que permiten amarrar un cable ó tendón a una distancia determinada del fondo del encofrado.

Estos elementos pueden ser de plástico o de acero con aisladores plásticos en sus patas.

## **7.5. ENCOFRADOS**

La elección del sistema de encofrado es primordial para obtener buenos rendimientos a un costo razonable.

Los encofrados para losas postensadas son los mismos que se emplean para la ejecución de cualquier otra losa y dependen de la tipología escogida. No obstante, es importante considerar soluciones que tradicionalmente se descartan por su precio en aras a un mayor rendimiento aprovechando el breve tiempo que transcurre entre el hormigonado de la losa y su desencofrado, junto con la ausencia ó el escaso volumen de apuntalamiento.

El mejor rendimiento constructivo se obtiene en forjados con losas bidireccionales planas, donde se sacrifica un ligero aumento de material por una mayor rapidez y sencillez de todos los trabajos, incluido el encofrado.



### **7.5.1. Encofrado tradicional**

El encofrado tradicional a base de tableros y puntales es perfectamente viable para encofrar losas postensadas y, de hecho, es el más empleado en edificios medianos y pequeños.

Hoy por hoy, el inconveniente que puede presentar este tipo de encofrado es la necesidad de disponer de buenos encofradores en obra, capaces de sacar buenos rendimientos al sistema con seguridad.

Debe cuidarse en extremo la realización de una plataforma de trabajo, segura, en el perímetro de la losa. La plataforma, que por lo general vuela fuera de la superficie de la losa inferior, debería tener un metro, pero como mínimo 80 cm para permitir el tesado de los anclajes con el gato.

La plataforma debe permanecer hasta que se corten las sobrelongitudes de tensado y se sellen los cajetines.

### **7.5.2. Mesas**

Las mesas constituyen una excelente opción de encofrado si pueden adaptarse a la morfología del edificio y el rendimiento permite rentabilizarlas.

Su mayor ventaja es la facilidad de uso y el gran rendimiento de encofrado que puede obtenerse.

Son muy comunes en los países del Norte de Europa y en Estados Unidos. Su empleo es seguro y puede desplazarse y montarse con poco personal dentro del proyecto; ya que existen perchas que permiten extraer con la grúa las mesas desde losas inferiores.

Las mesas permiten realizar plataformas de trabajo voladas muy estables. No obstante, cuando se trabaja en sótanos ó aparcamientos debe dejarse hueco para poderlas retirar después de hormigonar la losa ó emplear otro sistema en esos casos.

Entre pilares, salvo que la mesa disponga de encajes abatibles, debe recurrirse a sistemas ligeros de encofrado, ya sean tradicionales ó más sofisticados.



Fig. 7.5.2.a. Uso de mesas como encofrado. [B4]



Fig. 7.5.2.b. Desplazamiento de una mesa. [B1]

## 7.6. EQUIPOS DE POSTESADO

### 7.6.1 Enrolladoras

Los tendones se cortan con anterioridad a su colocación en obra. La fabricación puede tener lugar en una parte destinada a tal fin en la misma obra o en el taller del sistema de pretensado empleado.

La prefabricación puede incluir:

- Precorte e identificación de cables
- Premontaje del anclaje pasivo
- Preclavado o extrusionado del anclaje pasivo
- Enrollado del cable o tendón prefabricado
- Embalaje en transportadoras de cable

El precorte se realiza en bancadas longitudinales que garanticen la longitud de corte.

El preclavado se realiza con gatos hidráulicos y es aconsejable en anclajes pasivos basados en cuñas.

El extrusionado se realiza con gatos hidráulicos en anclajes pasivos basados en terminales de extrusión. El enrollado se realiza en enrolladoras motorizadas. Las bobinas con cordones prefabricados se pueden acopiar y transportar en transportadoras de cable.

### 7.6.2. Gatos y Centrales Hidráulicas

El tensado de los cables se realiza mediante gatos de pre esfuerzo. Los gatos de tensado se accionan mediante una central hidráulica.

Todos los gatos deben pasar periódicamente ensayos donde se controla el rozamiento interno del mismo y la fuerza real transmitida a los cables.

También es necesario controlar la presión que entrega la central hidráulica al gato mediante manómetros patrón.

Los anclajes de postensado para edificación están diseñados, en su mayoría, para ser tesados exclusivamente con gatos unitarios.

Un gato unitario pesa en torno a los 25 Kg. y es suficientemente manejable para que un hombre solo pueda utilizarlo. No obstante, siempre es aconsejable que se turnen un par de operarios en dicho trabajo. Los gatos deben disponer de un sistema de clavado de cuñas que permita la transferencia de carga del gato al anclaje con una pérdida de penetración mínima.



Fig. 7.6.2. Gato de tesado unitario. [B5]





## 8.- PUESTA EN OBRA

### 8.1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales ventajas de las losas postensadas en edificación es la rapidez del ciclo constructivo. Desde el montaje del encofrado hasta la obtención de una losa estructuralmente resistente.

Dentro de la variada tipología de losas de hormigón “in situ” la cualidad mas remarcable de las losas postensadas, desde el punto de vista de la ejecución, es el hecho de poder desencofrar y, en muchos casos, desapuntalar totalmente el forjado después del tensado de los tendones.

El tensado de la losa, que se realiza normalmente entre dos y cuatro días después de su hormigonado, es el punto clave del ciclo de construcción que marca el momento en que dicha losa es útil para su servicio.

La losa, una vez tesada, no es tan solo autoportante, sino que es capaz, por lo general, de resistir las sobrecargas para las que ha sido diseñada. Esta cualidad permite apoyarse en ella para construir la losa inmediatamente superior.

Empleando sistemas y medios adecuados se pueden optimizar fácilmente los recursos consiguiendo rapidez y economía en la ejecución.

### 8.2. CICLO CONSTRUCTIVO

El ciclo constructivo de una losa postensada es el siguiente:

- Acopio de materiales y operaciones previas.
- Montaje del encofrado, aligeramientos externos, tapes laterales y plataformas de trabajo.
- Colocación de armadura pasiva inferior.
- Colocación de silletas y desenrollado, tendido y amarre de los tendones.
- Colocación de armadura pasiva superior.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Curado del hormigón.
- Desencofrado de tapes laterales, tesado y clavado de cuñas.
- Desapuntalamiento de losas inferiores, desencofrado, retirada de encofrado y apuntalamiento.
- Corte de sobrelongitudes de tensado de cordones y sellado de cajetines.

El ciclo constructivo puede tener mayor o menor duración dependiendo de la tipología de la losa, o en otras palabras, de la complejidad de su encofrado.



No obstante el plazo de ejecución es, generalmente, más reducido que en hormigón armado debido a la posibilidad de tensar los cables 3 o 4 días después del hormigonado.

A título de ejemplo, la duración del ciclo constructivo completo de una losa de 1400 m<sup>2</sup> de complejidad media es de aproximadamente 14 días naturales, que incluyen de 8 a 10 días hábiles y 4 días de curado mínimo.

### **8.3. DETALLE DE LAS ACTUACIONES**

A continuación se especifican los aspectos más destacables de las actuaciones que conforman un ciclo constructivo.

#### **8.3.1. Acopio de materiales y operaciones previas**

Una vez se reciben los materiales, se almacenan en obra y se lleva a cabo una serie de operaciones previas:

- Corte de tendones a la longitud adecuada.
- Identificación de tendones por colores.
- Agrupamiento de tendones por tipo.
- Colocación de anclajes pasivos.

#### **8.3.2. Encofrado**

El encofrado se monta según las instrucciones del fabricante de igual forma que en una losa de hormigón armado convencional. Es aconsejable preparar los tapes de forma que puedan reutilizarse sin error en el mayor número de plantas posible con el orificio de alojamiento del anclaje practicado.

Se aconseja marcar el encofrado con las calles de paso de tendones con el mismo código de colores que identifica los cordones. Esta simple operación facilita en gran manera la puesta en obra de los tendones y evita errores.

Además se debe garantizar la nivelación del encofrado y el paralelismo entre las caras superior e inferior de la losa, para evitar sobre espesores, para evitar reducciones de sección y variaciones de excentricidad de los cables respecto a lo planteado en proyecto.





### **8.3.3. Armadura pasiva inferior**

Deben observarse los mismos cuidados que en cualquier obra de hormigón armado o postensado.

Se coloca primero la armadura pasiva inferior. A continuación se disponen los caballetes de soporte de los tendones activos y de la armadura pasiva superior.

Es importante asegurar la correcta colocación de estas sillas de soporte. Tras ellas se colocan las armaduras de refuerzo en torno a los anclajes y las armaduras especiales en puntos singulares como capiteles y huecos.

### **8.3.4. Armadura activa**

Para que el postensado sea efectivo debe seguir el trazado marcado en el proyecto.

Este trazado sinusoidal busca, por lo general, el punto más bajo posible en el centro de los vanos y el más alto a su paso por pilares o columnas.

Hoy en día existen dos tendencias de diseño, ambas totalmente validas.

La forma de diseño más clásica precisa que el tendón describa su trazado correctamente por lo que éste debe amarrarse adecuadamente en los puntos clave del trazado (puntos altos, bajos e inflexiones) y cada metro entre dichos puntos.

En cambio la tendencia actual aboga por dejar caer el tendón libremente. Su curvatura natural se ajusta bastante al trazado parabólico ideal y el montaje es mucho más sencillo.

Otro punto a tratar es el orden de colocación de los cables, el cual no resulta evidente dado la alta densidad de armadura en la losa y el entrelazamiento que se produce entre cordones. Ello se consigue mediante planos de cosido que indican el orden de colocación en un conjunto de fases.

### **8.3.5. Armadura pasiva superior**

La armadura pasiva superior debe ser sustentada por caballetes suficientemente rígidos para evitar que aquélla descienda al ser pisada en obra. Estos caballetes deben ser independientes de los de la armadura activa.

En la colocación de esta armadura se debe tener especial cuidado en no perjudicar los trabajos ya realizados con la armadura activa. Dado que,

generalmente se utilizan operarios diferentes para la colocación de la armadura pasiva y activa, es recomendable verificar el trazado de los tendones tras la colocación de la armadura pasiva.

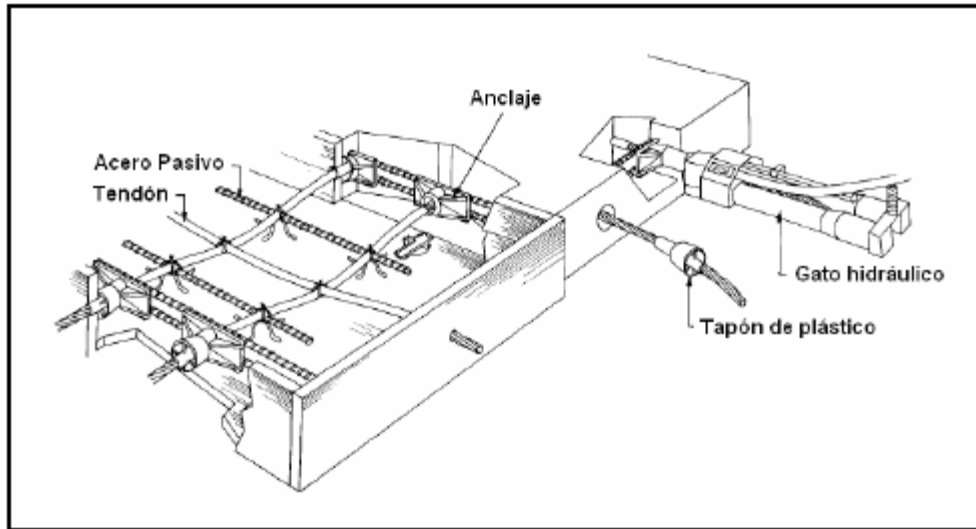


Fig. 8.3.5. Esquema de colocación de armaduras activas y pasivas. [B2]

### 8.3.6. Hormigonado y curado

El hormigón debe ser fluido, para que pueda extenderse y compactarse con facilidad, y debe alcanzar una alta resistencia inicial.

Durante el hormigonado debe tenerse la precaución de vibrar adecuadamente detrás de los anclajes para evitar que aparezcan coqueras. Si éstas aparecieran deben ser reparadas antes del tesado de los cables.

También debe extremarse el cuidado para no desplazar las vainas o los tendones así como para evitar que floten los aligeramientos si se han empleado.

Se debe examinar y limpiar, tras el hormigonado y antes de su endurecimiento, el interior de las piezas de anclaje de todo residuo de hormigón que haya podido introducirse en las mismas.



Fig. 8.3.6. Protección de anclajes antes del hormigonado. [B5]

Por otro lado, las losas postensadas son elementos con gran superficie de contacto con el medio ambiente, lo que conlleva un intercambio hidráulico entre hormigón y medio ambiente elevado. Razón por la cual se debe extremar el cuidado en el proceso de curado.

Se recomienda regar con aspersores el hormigón a partir del momento en que éste comienza a fraguar y mantener el riego ininterrumpido durante todo el día siguiente, conservando la humedad al menos durante 7 días.

### 8.3.7. Tensado

Cuando se alcanza la resistencia necesaria en el hormigón, la cual oscila entre el 60 y el 80% de la resistencia a los 28 días, y la dirección de obra lo autoriza se procede al tensado. Se retiran los tapes, los accesorios de fijación de los anclajes y se montan sus cuñas.

Se marcan las sobre longitudes de los cordones con pintura. La pintura facilita reconocer que cordones han sido tesados y orienta sobre el alargamiento del tendón que sirve como comprobación de que la operación se ha realizado de modo correcto. A continuación se procede al tensado introduciendo el gato, aplicando la presión necesaria y finalmente clavando.

El orden de tensado tiene que ser preestablecido por el proyectista. Por lo general se tensa primero aquella familia de tendones que transmiten su carga directamente a los pilares y posteriormente las que lo hacen a las familias previamente tesadas.

El tensado debe controlarse de dos formas. En primer lugar la presión del manómetro de la bomba debe traducirse en fuerza del tendón, lo cual viene generalmente proporcionado por una tabla de conversión automática. En segundo lugar, debe medirse el alargamiento del tendón y contrastarlo con el calculado



teóricamente. Si existen diferencias mayores del 7% deben estudiarse las causas tomando las medidas adecuadas.

Por lo que respecta a la seguridad en la obra deben respetarse ciertas normas durante el tensado de los tendones. Así debe colocarse un corredor de al menos 80 cm de ancho de encofrado que sobresalga del borde de la losa en zona de anclajes por razones de maniobrabilidad. Durante el tensado se debe mantener el personal alejado de las partes trasera, superior e inferior del equipo de tensado para evitar heridas que pudieran derivarse de la rotura de cables.

### **8.3.8. Desencofrado**

Los apuntalamientos deben permanecer en su lugar hasta que se hayan completado las operaciones de tesado. Los encofrados de los bordes y los encofrados utilizados para formar las cavidades desde donde se realizará el tensado se deberían retirar mucho antes de la operación de tensado. Los encofrados de las vigas o laterales se pueden retirar antes del tensado, siempre y cuando el jefe de obra así lo autorice.

Los puntales y encofrados se pueden retirar inmediatamente después de la operación de tensado. Ello conlleva una considerable ventaja económica al reducir el costo de alquiler de puntales. Tras el tensado quizás sea necesario apuntalar nuevamente para evitar cargas excesivas durante las operaciones constructivas siguientes.

### **8.3.9. Corte de sobre-longitudes de tensado de cables y sellado de cajetines**

Una fase importante durante la construcción de la losa es el aprobado de la operación de tensado.

Se medirá sobre manómetro del gato la fuerza ejercida, así como las marcas de pintura en las sobrelongitudes de los tendones tensados.

El alargamiento medido sobre marcas de pintura no es preciso como tampoco es relevante el alargamiento de tendones cortos. No obstante sirve para contrastar la bondad de la actuación y detectar problemas.

Corresponde a la dirección de obra aprobar el tensado analizado por el jefe de obra de la constructora.

Una vez aprobado el tensado se pueden cortar los cordones a una longitud entre 2 y 4 cm. exterior a la cuña de los anclajes y sellar los cajetines.

## 8.4. PUNTOS SINGULARES

### 8.4.1. Aberturas

Las desviaciones horizontales de tendones introducidas para evitar huecos, conductos, cajas, etc. deben realizarse de forma que las fuerzas laterales que se generan no produzcan fisuración.

Las medidas que se pueden aplicar para evitar o controlar la fisuración incluyen utilizar radios de curvatura suficientemente grandes, distancia suficiente entre los cables y el borde de una abertura, prolongar los cables en forma recta más allá de las esquinas de la abertura, y disponer armaduras en forma de horquillas para transferir las fuerzas laterales al hormigón circundante.

En el caso de las aberturas de mayor tamaño que obligan a terminar algunos cables en las mismas, se recomienda colocar los cables siguiendo la disposición "inhibidora de la fisuración" ilustrada en la figura 8.4.1.a antes que una disposición que favorezca la fisuración, figura 8.4.1.b.

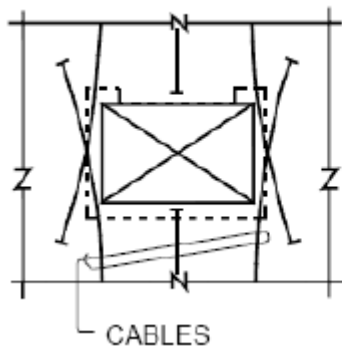


Fig. 8.4.1.a. Disposición de cables inhibidora de la fisuración. [A2]

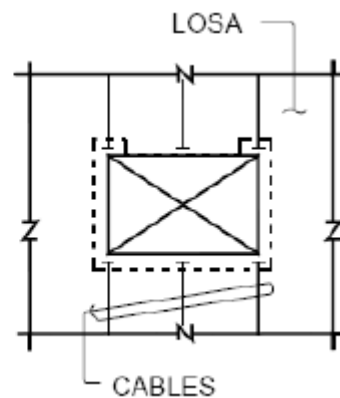


Fig. 8.4.1.b. Disposición de cables favorecedora de la fisuración. [A2]

En algunos casos puede ser preferible aislar pequeñas secciones de losa adyacentes a las aberturas mediante juntas, tal como se ilustra en la Figura 8.4.1.c. Las secciones de la losa que se aíslan se deberían armar con armadura adherente convencional.

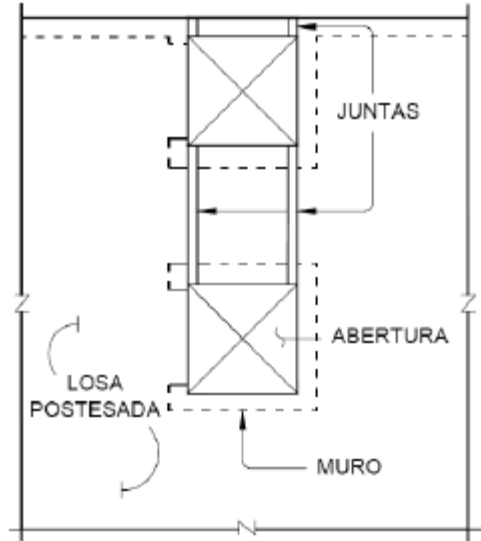


Fig. 8.4.1.c. Secciones de losa aisladas. [A2]

En el caso de las aberturas de mayor tamaño también es deseable reforzar la parte superior e inferior de la losa en las aberturas mediante barras diagonales para controlar la fisuración que se inicia en las esquinas de las aberturas. En algunos casos puede ser necesario colocar armadura estructural adicional alrededor del perímetro de la losa para distribuir cualquier carga aplicada en la abertura.

Normalmente las cargas en las aberturas se pueden acomodar utilizando cables y armadura adherente adicional alrededor del perímetro. Sin embargo, algunas veces se requieren vigas adicionales para soportar las cargas en los perímetros de las aberturas, por lo cual se debería realizar un análisis estructural para determinar si estas cargas pueden ser soportadas colocando cables adicionales y armadura adherente adicional o si es necesario agregar vigas.

#### 8.4.2. Juntas de construcción

Se pueden utilizar juntas constructivas para dividir el sistema de piso en segmentos de tamaño adecuado para la colocación del hormigón.

En las juntas constructivas se pueden utilizar acopladores, que permiten el tesado de la primera fase hormigonada y dar continuidad al tendón en la siguiente fase, o bien los cables pueden atravesar las juntas sin anclajes.

Se debe tener particular cuidado para asegurar la estanqueidad de las juntas de manera que se eviten pérdidas y la consiguiente corrosión de los componentes de los cables y armaduras en la proximidad de las mismas.



### **8.4.3. Soldaduras y aplicación de calor**

Si se ha de soldar o aplicar calor cerca de los cables se debe tener cuidado para evitar que el acero de pretensado se caliente excesivamente, para evitar que el arco eléctrico se desvíe y para evitar que el material de aporte de las soldaduras entre en contacto con el acero de pretensado.

### **8.4.4. Orificios Posteriores**

Quizás uno de los mayores riesgos del postensado en edificación es la posibilidad de dañar un tendón cuando se realizan orificios en las losas durante la vida útil del edificio.

No se conoce ningún colapso ni daño grave en edificios postensados por esta causa. Si el tendón dañado es no adherente el tendón se pierde completamente y su reparación, aunque fácil, es muy costosa.

Se recomienda extremar el cuidado en el replanteo de los tendones para identificar en el futuro que zonas son susceptibles de ser perforadas. También se recomienda instalar una placa en el edificio que recuerde la prohibición de taladrar las losas sin consentimiento del proyectista.

## **8.5. CONTROL DE CALIDAD EN MATERIALES.**

Como corresponde a cualquier obra preesforzada con resistencia del hormigón superior a 25 MPa, el control de calidad del hormigón será intenso. En cuanto al control de ejecución se deberá: conocer la resistencia del hormigón a los 2, 3, 7 y 28 días para poder determinar el momento de tensado, controlar el hormigonado y el vibrado del mismo; y por último, controlar la operación de tensado.

En cuanto a los controles de calidad a realizar a los elementos que forman los tendones de postensado deben estar orientados a verificar que tanto la geometría, como las características mecánicas de cada elemento, son las especificadas en los manuales técnicos u homologaciones del sistema de postensado.

Los controles geométricos muestran que la geometría de las piezas que conforman el tendón, están dentro de las tolerancias descritas por el sistema, y que por tanto durante el montaje del anclaje o de la vaina, todas acoplarán de acuerdo a lo previsto.

Para las piezas estructurales del tendón (que anclan los cables a la estructura), además de su geometría, se controlan las características mecánicas de sus materiales, ya que su resistencia es fundamental para el buen funcionamiento de la estructura y del propio sistema de postensado.

## 9.- DESARROLLO DEL REDISEÑO

### 9.1. RECOPLICACION BIBLIOGRÁFICA DEL TEMA.

Se trata de realizar una revisión y recopilación bibliográfica del tema, este punto fue desarrollado en el numeral 5 denominado marco teórico.

En lo referente al edificio que se va a aplicar es el Edificio del Parque Tecnológico de la Universidad de Cuenca. Del cual se ha obtenido la información del cálculo y diseño estructural.

### 9.2. NORMATIVA VIGENTE EN EL PAIS.

Actualmente la normativa que regula este tipo de construcciones en el país es la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2011, sin embargo dentro de sus capítulos no contempla lo correspondiente a elementos postensados, por lo que se va a referir al ACI - 318.

### 9.3. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL ESTUDIO ORIGINAL DEL EDIFICIO PARQUE TECNOLOGICO.

A continuación se exponen las consideraciones de diseño del proyecto y su aplicación dentro del rediseño, de manera que se pueda tener una base de comparación de los dos proyectos.

#### 9.3.1. Antecedentes y alcance del estudio

A continuación se resumen las principales consideraciones realizadas durante el cálculo y diseño del Edificio del Parque Tecnológico de Cuenca en el sector denominado “Balzay”, como parte del megaproyecto “Ciudad del Saber”.

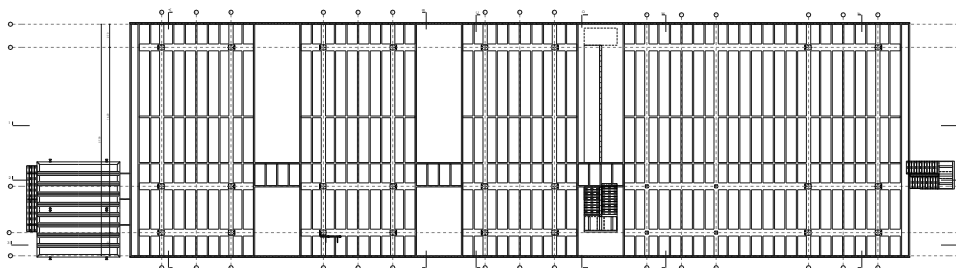


Ilustración 9.3.1.- Vista en Planta Baja de la Estructura del Edificio.





La Unidad de Planificación Física de la Universidad de Cuenca proporcionó el diseño arquitectónico del Edificio en función de los requerimientos del proyecto.

La estructura se va a edificar en un terreno en el sector Balzay de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay. Se ubica entre las calles Víctor Manuel Albornoz y Calle de los Cerezos junto al río Tomebamba. Se puede acceder al sitio de estudio a través del sistema vial regular de la ciudad, el diseño esta realizado de manera que se adapte a la topografía del lugar aprovechando el desnivel que se presenta.

A través del cálculo realizado por parte del Ing. Fernando Zalamea L. consultor contratado para los diseños estructurales originales de esta edificación, se determinó las dimensiones y refuerzo estructural requerido en los diferentes elementos de manera que la estructura cumpla satisfactoriamente las condiciones de resistencia y servicio para la cual fue proyectada. El resultado del diseño estructural se sintetiza en los planos del proyecto estructural.

Este edificio se caracteriza por la presencia de columnas inclinadas y grandes luces. Estos requerimientos estuvieron establecidos por el diseño arquitectónico.

El diseñador estructural en coordinación con el equipo responsable del diseño arquitectónico establecieron al hormigón como material para realizar la estructura de la edificación, estructura que será vista y por tanto la forma parte de la estética.

Siendo la estructura de hormigón se propuso entre otras alternativas una estructura fundida en sitio pero relativamente ligera, gracias a que la losa se encuentra formada por nervios que le confieren la resistencia y cavidades que le permiten reducir el hormigón innecesario.

Dichas cavidades, que genera el aligeramiento de la losa, se pretende conseguir por el uso de unos casetones especiales construidos especialmente para este edificio. Casetones que deberán ser reutilizables, por lo que se debe resolver la manera de retirarlos luego de que haya fraguado el hormigón.

Cabe indicar que transversalmente la estructura no es simétrica.

Se propuso como solución estructural una losa de hormigón armado, eficiente para los requerimientos arquitectónicos impuestos, para lo cual se aligero para reducir cargas innecesarias, además se dio un peralte apropiado para reducir flechas exageradas en la losa. Cabe indicar que esta tipología es bastante adecuada para el uso de postensado.

Se adicioneo al estudio realizado los planos entregados y las especificaciones técnicas en las cuales se deberá basar la construcción del mismo, estas especificaciones se complementaron con las que dictan los organismo locales que regulan el proyecto.



### 9.3.2. Reglamento utilizado

Para el cálculo y diseño de los diferentes elementos estructurales del Parque Tecnológico se consideró: El Código Ecuatoriano de la Construcción CEC 2001 que era el vigente a la fecha de diseño del edificio, el reglamento de las construcciones de concreto reforzado (American Concrete Institute) ACI-318.

### 9.3.3. Condiciones de resistencia y de servicio

Los elementos estructurales fueron calculados y diseñados verificando las condiciones de resistencia y servicio especificadas por la normativa. Se utilizó diseño a última resistencia, por cuanto se mayor las cargas. Para la estructura metálica se consideró las siguientes combinaciones de carga para verificar la resistencia de la estructura:

Para elementos de hormigón la combinación de resistencia es:

- $C_u = 1.2C_M + 1.6C_V$
- $C_u = 1.2C_M + 1C_V + 1C_S$
- $C_u = 0.9C_M + 1C_S$

En donde,  $C_u$  es la carga última o de diseño,  $C_M$  corresponde a la carga muerta o permanente,  $C_V$  es la carga viva o de uso y  $C_S$  la carga debida al sismo.

En lo que respecta a las cargas sísmicas, a la fecha en la que se realizaron los diseños estaba vigente el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC 2001), por lo tanto y para tener una base de comparación con el proyecto original, en el rediseño se aplican los conceptos establecidos en el mismo.

Para Cuenca el Código Ecuatoriano de la construcción establece una carga sísmica equivalente a una aceleración de 0.3g. Para el análisis del comportamiento sísmico se prefirió realizar un análisis dinámico, el cual se calculó de acuerdo a los requerimientos del código ecuatoriano que especifica:

- |   |             |
|---|-------------|
| - Zona sísmica adoptada para el terreno                       | ZONA III    |
| - Factor de Zona sísmica                                      | $Z = 0.3$   |
| - Tipo de Suelo de Cimentación                                | Tipo S1     |
| - Coeficiente del Suelo S                                     | $S = 1$     |
| - Coeficiente del espectro del sismo de<br>diseño establecido | $C_m = 2.5$ |
| - Coeficiente de Importancia por<br>Ocupación                 | $I = 1.3$   |



- Factor de reducción de la respuesta

Estructural

R= 8

El procedimiento de cálculo de las cargas sísmicas con las consideraciones anteriores se detalla a continuación:

*\* Información tomada del CEC 2001*

### Cortante Basal de Diseño

El cortante basal total de diseño  $V$  a ser aplicado a una estructura en una dirección dada se determinará mediante las expresiones:

$$V = \frac{ZIC}{R\phi_P\phi_E} W$$

$$C = \frac{1.25S^S}{T}$$

Donde:

$C \Rightarrow$  No debe exceder del valor de  $C_m$  establecido 2.5, no debe ser menor a 0,5 y puede utilizarse para cualquier estructura.

$S \Rightarrow$  Su valor y el de su exponente son 1

$\phi_P \Rightarrow$  Factor de configuración estructural en planta.  $\phi_P = 0.90$

$\phi_E \Rightarrow$  Factor de configuración estructural en elevación.  $\phi_E = 0.90$

$R \Rightarrow$  Factor de reducción de la respuesta estructural."  $R = 10.0$

### Período de vibración $T$

El valor de  $T$  será determinado a partir de:

Para estructuras de edificación, el valor de  $T$  puede determinarse mediante la expresión:



$$T = C_t (h_n)^{\frac{3}{4}}$$

Donde:

$h_n \Rightarrow$  Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura.

$C_t \Rightarrow$  0,09 para pórticos de acero.

$C_t \Rightarrow$  0,08 para pórticos espaciales de hormigón armado. (*Este es el valor utilizado*)

$C_t \Rightarrow$  0,06 para pórticos espaciales de hormigón armado con muros estructurales o con diagonales y para otras estructuras.

Las condiciones de servicio se establecen en función de deformaciones máximas en los elementos.

*\* Información tomada del CEC 2001*

### Límites de la deriva.-

El valor de  $\Delta_M$  debe calcularse mediante:

$$\Delta_M = R \Delta_E$$

No pudiendo  $\Delta_M$  superar los valores establecidos en la Tabla 7.

Tabla 7. Valores de  $\Delta_M$  máximos, como fracción de la altura de piso

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera.	0.020
De mampostería.	0.010

### 9.3.4. Idealización del modelo estructural

Para el análisis estructural del edificio se realizó por parte del Ing. Zalamea un modelo tridimensional idealizado a través del Método de los Elementos Finitos (MEF). Al modelar la estructura de forma tridimensional se tiene la ventaja de

obtener de forma precisa la interacción de los diferentes elementos de la estructura.

Se plantea como solución para este edificio una estructura de hormigón armado con vigas y viguetas peraltadas y losas de hormigón armado tanto para la primera y segunda planta alta, así como para la cubierta.

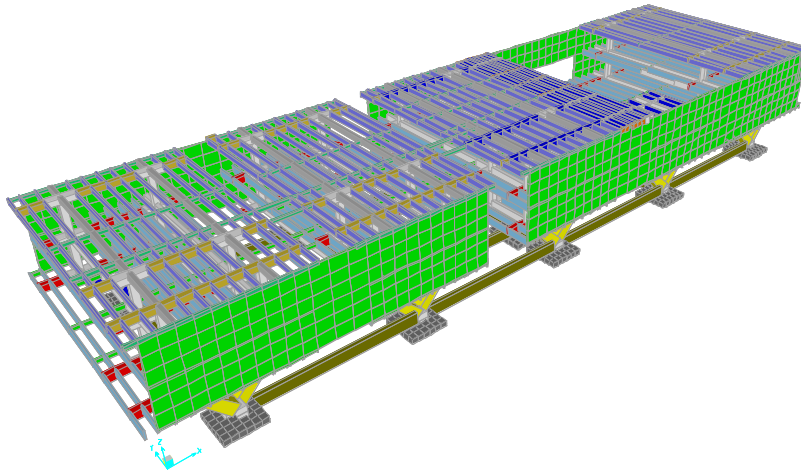


Ilustración 9.3.2.- Modelo tridimensional de las columnas, vigas y muros.

Las columnas están cimentadas sobre zapatas individuales y unidas mediante vigas de cimentación, las mismas que sirven a su vez para unir los bloques.

Las capacidades portantes del terreno de cimentación se obtuvieron a través del estudio de suelos realizado para este proyecto, que es de  $1.48 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **9.4.5. Idealización de las cargas o acciones sobre la estructura**

Como se mencionó las cargas que se consideraron en el modelo son la Carga Muerta (CM) o permanente, y la Carga Viva (CV) o de uso. La Carga Muerta fue inicialmente estimada de un prediseño y posteriormente corregida. Mientras que la Carga Viva (CV) o de uso proviene principalmente del uso que se le da el edificio y del mantenimiento de la cubierta.

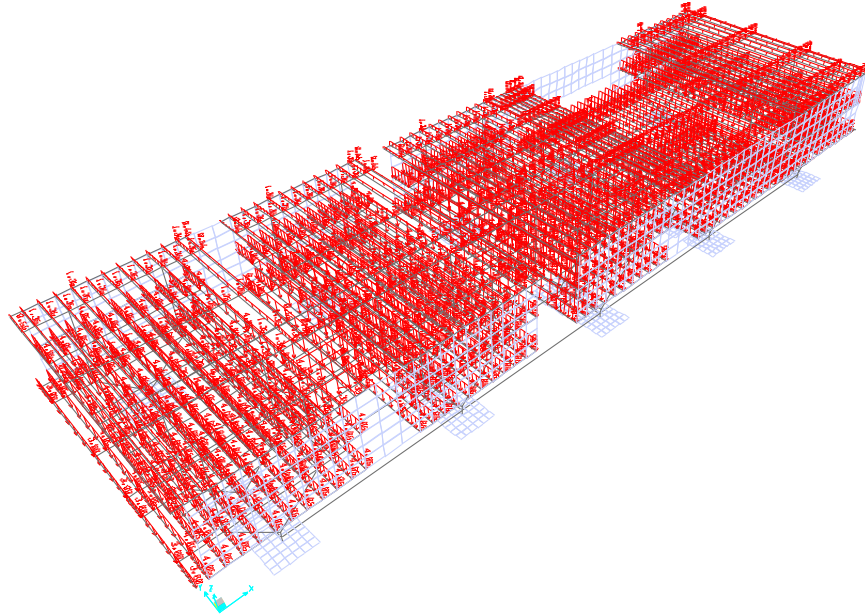


Ilustración 9.3.3.- Modelo Con carga en las viguetas en los diferentes niveles

La carga viva para las losas de la primera y segunda planta se tomó  $350 \text{ kg/m}^2$  que corresponden a edificaciones con mobiliario en las que puede haber acumulación de personas, en las zonas abiertas así como en los accesos y gradas la carga considerada fue de  $500 \text{ kg/m}^2$ , para la cubierta se tomó de  $150 \text{ kg/m}^2$ .

#### **9.4. DISCRETIZACION Y MODELACION DE LA ESTRUCTURA PARA REDISEÑO.**

Dentro del desarrollo de esta monografía y una vez que se expuso los antecedentes con los cuales fue considerado el diseño del edificio, se procede a elaborar un modelo de uno de los bloques del modelo con el fin de obtener resultados que nos permitan analizar el comportamiento de la estructura y rediseñar los elementos de las losas.

Cabe señalar que se modelaron los dos primeros bloques juntos, debido a que el modelo original requería de un gasto computacional amplio y se considera que el análisis de estos dos bloques es suficiente para tener resultados de comparación con el modelo original.

A continuación presentamos el modelo del bloque original elaborado:

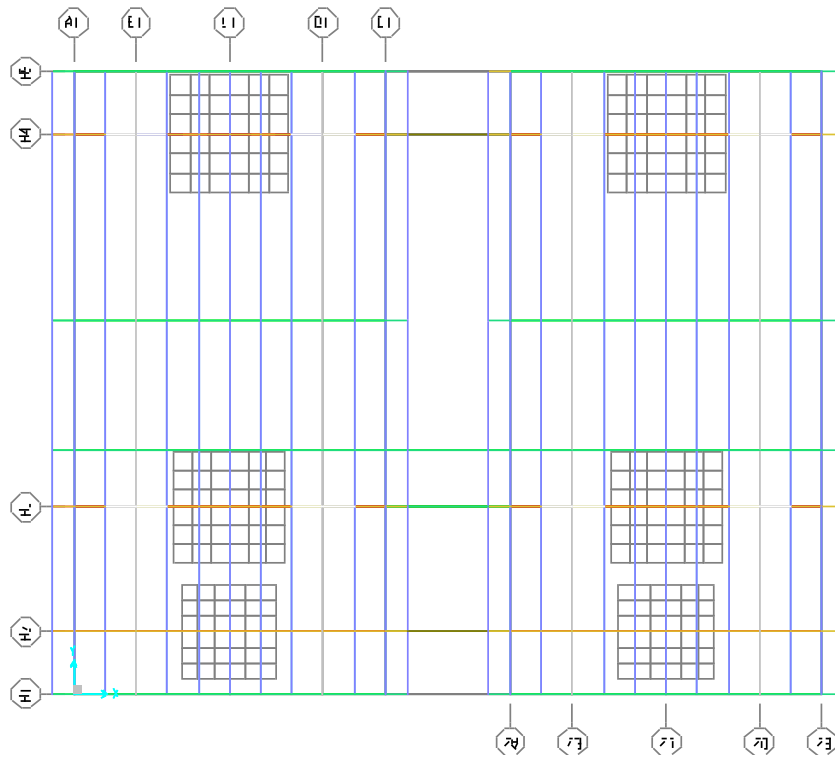


Ilustración 9.4.1.- Planta del modelo realizado, con sus respectivos ejes.

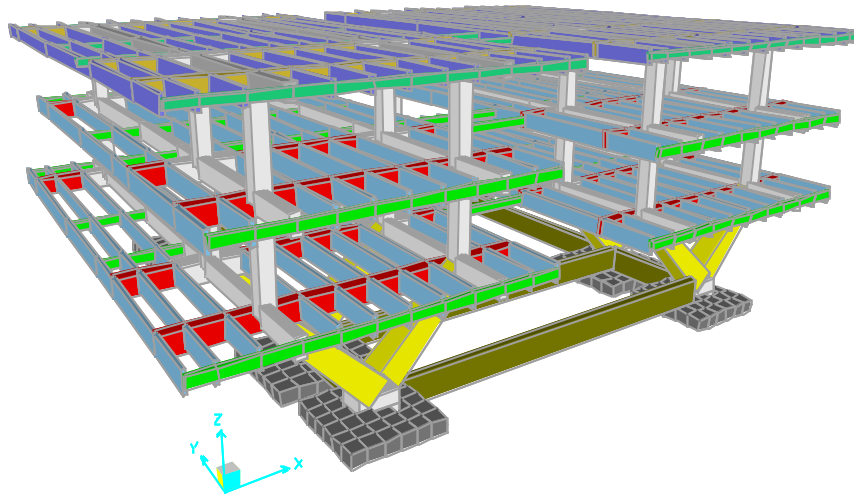


Ilustración 9.4.2.- Modelo elaborado de dos bloques mediante elementos finitos.

En base a los resultados que se obtienen del modelo original se realiza el análisis de esfuerzos y deformaciones, obteniéndose los resúmenes de resultados para los elementos más esforzados, los cuales sirven de base para el diseño. Se presenta los esfuerzos en las dos plantas altas y luego en la cubierta.





Cabe indicar algunas consideraciones que se plantean para el desarrollo de la Tesis:

El rediseño se plantea solo a los elementos que conforma las losas, para lo cual se realiza la siguiente clasificación:

**Viguetas.-** Son los elementos que paralelos a los ejes A1 y E1, los cuales unen las vigas transversales y soportan la losa, pero que no unen los pórticos principales.

Dentro de las todas las viguetas se determinó que es la vigueta ubicada en el eje C1 la que presenta los mayores esfuerzo y esta será la utilizada en el diseño de estos elementos.

**Vigas Principales.-** Son los elementos que unen los pórticos principales, y se encuentran ubicados en los ejes B1 y D1, los esfuerzos en las dos vigas principales son similares, por lo tanto para el diseño de estos elementos se analiza la viga ubicada en el eje B1.

**Vigas Transversales.-** Son los elementos que soportan a las viguetas y unen transversalmente los pórticos, se encuentran ubicados en los ejes H2, H3 y H4, de estos elementos se pudo observar que el elemento ubicado en el eje H4 es el que presenta los mayores esfuerzos, y es este elemento el que va a ser utilizado para el análisis.

La clasificación mostrada para la primera y segunda planta alta también fue asumida para la cubierta ya que el comportamiento es similar, sin embargo se separa en el grupo de vigas de cubierta por que debido a que las cargas de uso son diferentes, los esfuerzos generados también son menores.

Es importante a señalar es la ubicación de los puntos de máximos esfuerzos en los elementos, debido a la morfología de los elementos y al tipo de cargas de uso que soportan, se determino que los mayores esfuerzos se generaban para todos ellos en dos puntos básicamente, en el centro de la luz de las vigas y sobre los apoyos por lo que se establecieron para cada elemento estos puntos de análisis.

En concordancia con el párrafo anterior y debido a que una de las ventajas del postensado es que permite la estandarización de la armadura de los diferentes elementos, lo cual a su vez garantiza el cumplimiento del armado indicado en los planos del proyecto, se analizo para los casos más desfavorables y el armado se aplico a todos los elementos similares.

Por lo antes expuesto tenemos que los casos de análisis para el rediseño de las losas de la primera y segunda planta alta son:





<b>ELEMENTOS DE LAS LOSAS DE 1RA Y 2DA PLANTA ALTA DEL PARQUE TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA</b>			
<b><i>código</i></b>	<b><i>VIGA</i></b>	<b><i>EJE UBICACIÓN</i></b>	<b><i>PUNTO DE ANALISIS</i></b>
V1	VIGUETA EJES LONG.	C1	(al centro de la luz)
V2	VIGUETA EJES LONG.	C1	(sobre el apoyo)
V3	VIGA EJES LONGITUDINAL	B1	(al centro de la luz)
V4	VIGA EJES LONGITUDINAL	B1	(sobre el apoyo)
V5	VIGA EJES TRANSVERSALES	H4	(al centro de la luz)
V6	VIGA EJES TRANSVERSALES	H4	(sobre el apoyo)

Para la cubierta tenemos los siguientes elementos

<b>ELEMENTOS DE LAS LOSAS DE LA CUBIERTA DEL PARQUE TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA</b>			
<b><i>código</i></b>	<b><i>VIGA</i></b>	<b><i>EJE UBICACIÓN</i></b>	<b><i>PUNTO DE ANALISIS</i></b>
VC1	VIGUETA EJES LONG.	C1	(al centro de la luz)
VC2	VIGUETA EJES LONG.	C1	(sobre el apoyo)
VC3	VIGA EJES LONGITUDINAL	B1	(al centro de la luz)
VC4	VIGA EJES LONGITUDINAL	B1	(sobre el apoyo)
VC5	VIGA EJES TRANSVERSALES	H4	(al centro de la luz)
VC6	VIGA EJES TRANSVERSALES	H4	(sobre el apoyo)

A continuación tenemos los resultados obtenidos para cada uno de los elementos, considerando el modelo estructural inicial, ósea sin la utilización del postensado en vigas y viguetas.

Los resultados se muestran para cada elemento de las tablas indicadas, y las acciones mostradas corresponden a las dadas por la normativa, esto es cargas muertas, cargas vivas y cargas sísmicas.

Luego se muestra los diagramas de momento cada uno de los elementos, tomados de la envolvente de esfuerzos, esto nos sirve para determina la forma del cable de postensado basado en dos conceptos básicos, esto es tomar los puntos de máximos esfuerzos en los cuales la excentricidad tomada en el cable debe ser la máxima y los puntos de momento cero o de inflexión los cuales determinan el cruce del cable por el eje neutro de la viga.

Con estos datos de plantea la forma del cable ajustándose a parábolas que nos cumplan con esta condición.



ESFUERZO DE DISEÑO DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE LA LOSA DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA									
	VIGA	EJE UBICACIÓN	DETALLE DISEÑO ORIGINAL	Mu CM (kg-m)	Vu CM (kg)	Mu CV (kg-m)	Vu CV (kg)	Mu EQ (kg-m)	Vu EQ (kg)
V1	VIGUETA EJES LONGITUDINALES	C1 (al centro de la luz)	<p>Reinforcement Viga VS1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 7 Ø14mm, Mc15</li> <li>⊕ 4 Ø10mm, Mc14c</li> <li>Estribos: 1 Ø8mm c/10cm, Mc10a</li> <li>*Recubrimiento 4cm</li> </ul> <p>SECCION E-E Esc: 1:25</p>	9854.0	133.27	4810	-52.95	460	283
V2	VIGUETA EJES LONGITUDINALES	C1 (sobre el apoyo)	<p>Reinforcement Viga VS1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2 Ø14mm, Mc15</li> <li>● 4 Ø14mm, Mc15a</li> <li>⊕ 4 Ø10mm, Mc14c</li> <li>○ 2 Ø14mm, Mc17</li> <li>Estribos: 1 Ø8mm c/10cm, Mc10a</li> <li>*Recubrimiento 4cm</li> </ul> <p>SECCION D-D Esc: 1:25</p>	12041.0	5534	6139	2758	2063	234



ESFUERZO DE DISEÑO DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE LA LOSA DEL PARQUE TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA									
	VIGA	EJE UBICACIÓN	DETALLE DISEÑO ORIGINAL	Mu CM (kg-m)	Vu CM (kg)	Mu CV (kg-m)	Vu CV (kg)	Mu EQ (kg-m)	Vu EQ (kg)
V3	VIGA EJES LONGITUDINALES	B1 (al centro de la luz)	<p>Refuerzo Viga VT1 y VT2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 10 Ø20mm, Mc12</li> <li>⊕ 6 Ø12mm, Mc14</li> <li>Estribos: 1 Ø12mm c/35cm, Mc10</li> <li>*Recubrimiento 5cm</li> </ul> <p>SECCION C-C Esc: 1:25</p>	27837.0	2541	12862	1494	390	1037
V4	VIGA EJES LONGITUDINALES	B1 (sobre el apoyo)	<p>Refuerzo Viga VT1 y VT2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 5 Ø20mm, Mc12</li> <li>● 5 Ø20mm, Mc12a</li> <li>○ 4 Ø20mm, Mc13</li> <li>⊕ 4 Ø12mm, Mc14</li> <li>Estribos: 1 Ø12mm c/25cm, Mc10</li> <li>*Recubrimiento 5cm</li> </ul> <p>SECCION B-B Esc: 1:25</p>	38306.0	15497	16202	6342	10900	1800



ESFUERZO DE DISEÑO DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE LA LOSA DEL PARQUE TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA									
	VIGA	EJE UBICACIÓN	DETALLE DISEÑO ORIGINAL	Mu CM (kg-m)	Vu CM (kg)	Mu CV (kg-m)	Vu CV (kg)	Mu EQ (kg-m)	Vu EQ (kg)
V5	VIGA EJES TRANSVERSALES	H4 (al centro de la luz)	<p>Ref. Viga VP2B y VP2C</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 5 Ø20mm, Mc11e</li> <li>● 5 Ø20mm, Mc12a</li> <li>⊕ 6 Ø12mm, Mc14</li> <li>Estribos: 2 Ø12mm c/20cm, Mc10c</li> <li>*Recubrimiento 5cm</li> </ul> <p>SECCION G1-G1 Esc: 1:25</p>	22785.0	4190	8494	2194	964	242
V6	VIGA EJES TRANSVERSALES	H4(sobre el apoyo)	<p>Ref. Viga VP2B</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 5 Ø20mm, Mc11e</li> <li>● 5 Ø20mm, Mc12a</li> <li>○ 4 Ø20mm, Mc13</li> <li>⊕ 6 Ø12mm, Mc14</li> <li>Estribos: 2 Ø12mm c/20cm, Mc10c</li> <li>*Recubrimiento 5cm</li> </ul> <p>SECCION F1-F1 Esc: 1:25</p>	60805.0	29461	23351	11053	26125	6485



ESFUERZO DE DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE CUBIERTA LA LOSA DEL PARQUE TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA																
	VIGA	EJE UBICACIÓN	DETALLE DISEÑO ORIGINAL	Mu CM (kg-m)	Vu CM (kg)	Mu CV (kg-m)	Vu CV (kg)	Mu EQ (kg-m)	Vu EQ (kg)							
VC 1	VIGUETA EJES LONGITUDINALE S	C1 (al centro de la luz)	<p>V1 cubierta original</p> <table border="1"> <tr><td>Reforzo Viga VS1</td></tr> <tr><td>● 5 Ø14mm, Mc15</td></tr> <tr><td>● 4 Ø12mm, Mc14</td></tr> <tr><td>Estribos: 1 Ø8mm c/10cm, Mc10e</td></tr> <tr><td>*Recubrimiento 4cm</td></tr> </table> <p>SECCION E1-E1 Esc: 1:25</p>	Reforzo Viga VS1	● 5 Ø14mm, Mc15	● 4 Ø12mm, Mc14	Estribos: 1 Ø8mm c/10cm, Mc10e	*Recubrimiento 4cm	7483.0	23.57	1530	21.45	119	114		
Reforzo Viga VS1																
● 5 Ø14mm, Mc15																
● 4 Ø12mm, Mc14																
Estribos: 1 Ø8mm c/10cm, Mc10e																
*Recubrimiento 4cm																
VC 2	VIGUETA EJES LONGITUDINALE S	C1 (sobre el apoyo)	<p>V2 cubierta original</p> <table border="1"> <tr><td>Reforzo Viga VS1B</td></tr> <tr><td>● 4 Ø14mm, Mc15</td></tr> <tr><td>● 2 Ø14mm, Mc15a</td></tr> <tr><td>● 2 Ø12mm, Mc14</td></tr> <tr><td>○ 2 Ø14mm, Mc17</td></tr> <tr><td>Estribos: 1 Ø8mm c/20cm, Mc10e</td></tr> <tr><td>*Recubrimiento 4cm</td></tr> </table> <p>SECCION D1-D1 Esc: 1:25</p>	Reforzo Viga VS1B	● 4 Ø14mm, Mc15	● 2 Ø14mm, Mc15a	● 2 Ø12mm, Mc14	○ 2 Ø14mm, Mc17	Estribos: 1 Ø8mm c/20cm, Mc10e	*Recubrimiento 4cm	10008.0	4321	1992	912.87	857	91.57
Reforzo Viga VS1B																
● 4 Ø14mm, Mc15																
● 2 Ø14mm, Mc15a																
● 2 Ø12mm, Mc14																
○ 2 Ø14mm, Mc17																
Estribos: 1 Ø8mm c/20cm, Mc10e																
*Recubrimiento 4cm																



ESFUERZO DE DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE CUBIERTA LA LOSA DEL PARQUE TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA									
	VIGA	EJE UBICACIÓN	DETALLE DISEÑO ORIGINAL	Mu CM (kg-m)	Vu CM (kg)	Mu CV (kg-m)	Vu CV (kg)	Mu EQ (kg-m)	Vu EQ (kg)
VC 3	VIGA EJES LONGITUDINALES	B1 (al centro de la luz)	<p>V3 cubierta original</p> <p>SECCION C-C Esc: 1:25</p>	21022.0	1688	4178	539	0	475
VC 4	VIGA EJES LONGITUDINALES	B1 (sobre el apoyo)	<p>V4 cubierta original</p> <p>SECCION B-B Esc: 1:25</p>	29810.0	11777	5367	2118	4047	659



ESFUERZO DE DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE CUBIERTA LA LOSA DEL PARQUE TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA									
	VIGA	EJE UBICACIÓN	DETALLE DISEÑO ORIGINAL	Mu CM (kg-m)	Vu CM (kg)	Mu CV (kg-m)	Vu CV (kg)	Mu EQ (kg-m)	Vu EQ (kg)
VC 5	VIGA EJES TRANSVERSALES	H4 (al centro de la luz)	<p>V5 cubierta original</p> <p>Ref. Viga VP2F y VP2G                      ● 5 Ø20mm, Mc49                      ● 5 Ø20mm, Mc12a                      ⊕ 6 Ø12mm, Mc14                      Estribos: 2 Ø12mm c/20cm, Mc10c1                      *Recubrimiento 5cm</p> <p>SECCION G1-G1 Esc: 1:25</p>	9189.0	3200	1906	773	265	2362
VC 6	VIGA EJES TRANSVERSALES	H4(sobre el apoyo)	<p>V6 cubierta original</p> <p>Refuerzo Viga VP2F                      ● 5 Ø20mm, Mc42                      ● 5 Ø20mm, Mc12a                      ○ 4 Ø20mm, Mc13                      ⊕ 6 Ø12mm, Mc14                      Estribos: 2 Ø12mm c/20cm, Mc10c1                      *Recubrimiento 5cm</p> <p>SECCION F1-F1 Esc: 1:25</p>	35681.0	19666	6211	3353	8965	2160



También se realiza el análisis de los Momentos de las vigas en el modelo original lo cual junto con los peralte establecidos en el diseño arquitectónico nos permiten calcular la forma del cable que luego va a ser colocado en el modelo para el análisis de la solución con postensado, utilizando un modelo con elementos finitos en 3D, lo cual nos permitió a su vez tomar en cuenta la interacción entre los diferentes elementos.

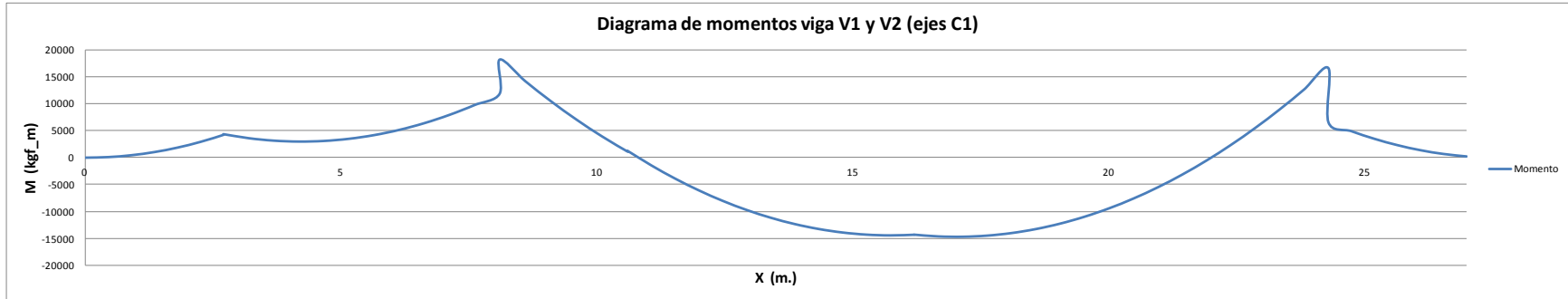


Ilustración 9.4.3.- Diagrama de momentos para la vigueta longitudinal más cargada viga V2 y V1

De acuerdo al diagrama de momentos presentado, se plantea la siguiente forma del cable:

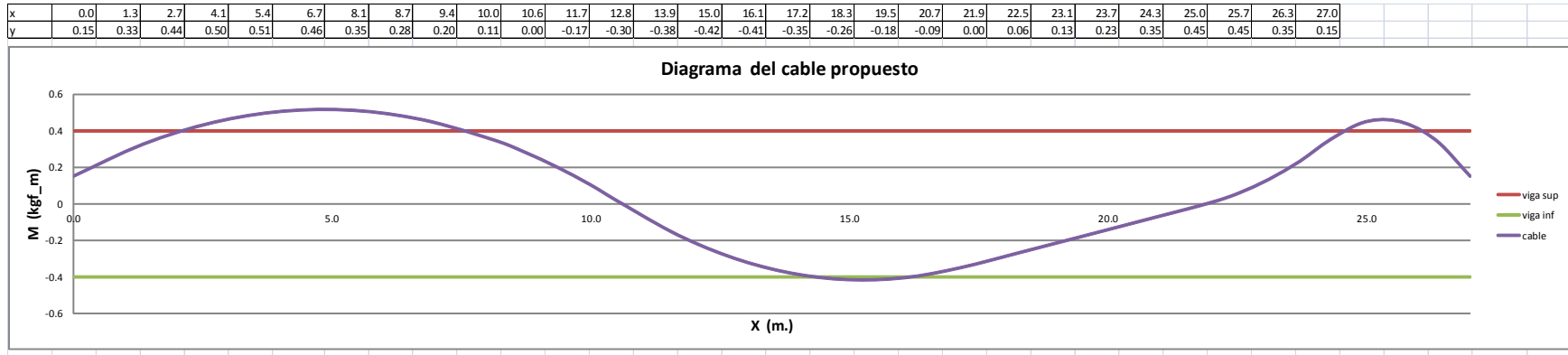


Ilustración 9.4.4.- Diagrama del cable de acuerdo a los resultados del modelo V1 y V2





A continuación se presenta el diagrama de momentos para la viga longitudinal principal ubicada en el eje B1.

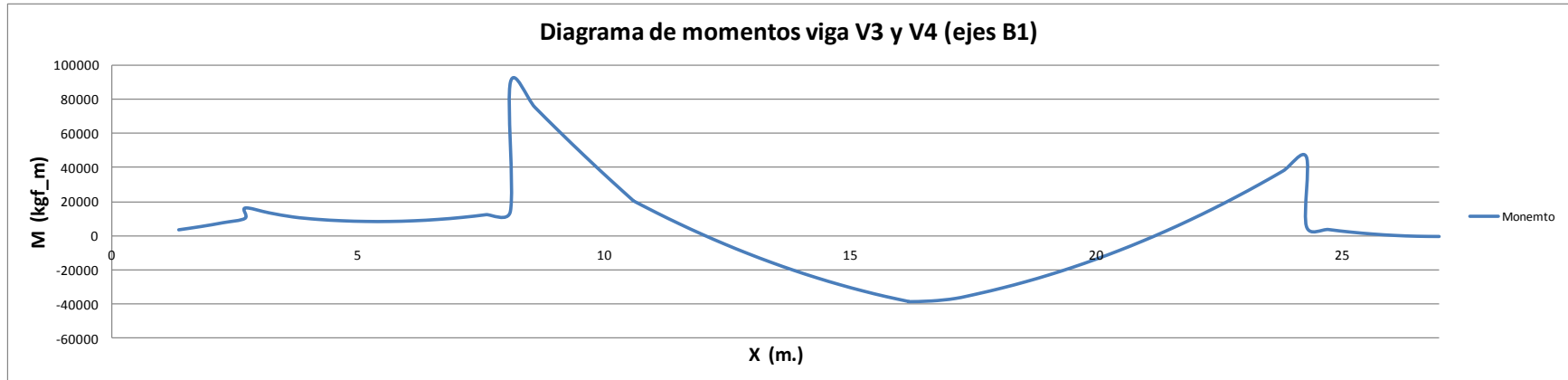


Ilustración 9.4.5.- Diagrama de momentos para la vigueta longitudinal más cargada viga V3 y V4

De acuerdo al diagrama de momentos presentado, se plantea la siguiente forma del cable:

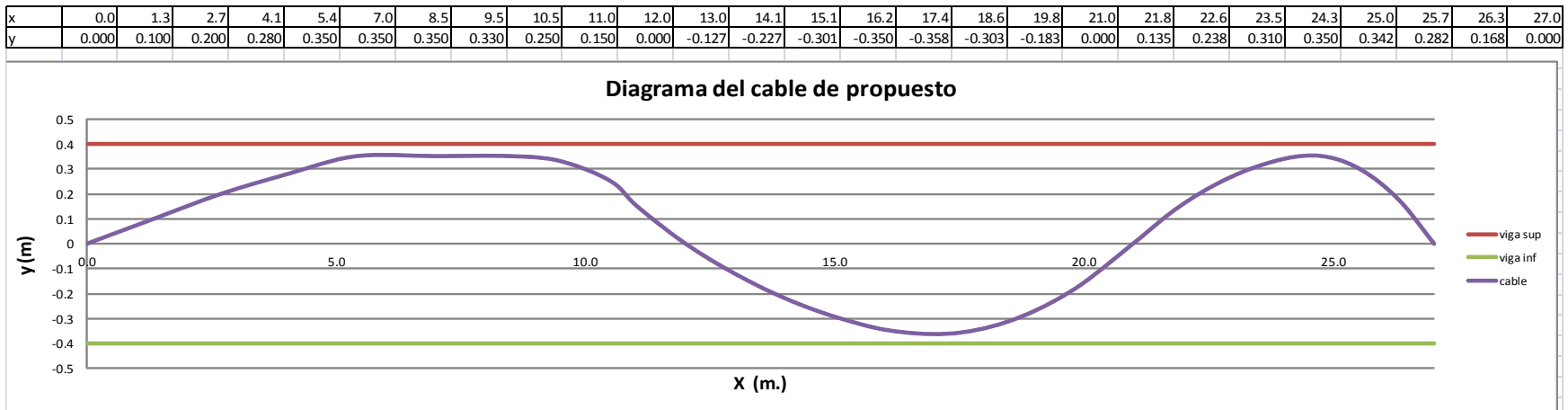


Ilustración 9.4.6.- Diagrama del cable de acuerdo a los resultados del modelo V3 y V4



A continuación se presenta el diagrama de momentos para la viga transversal ubicada en el eje H4.

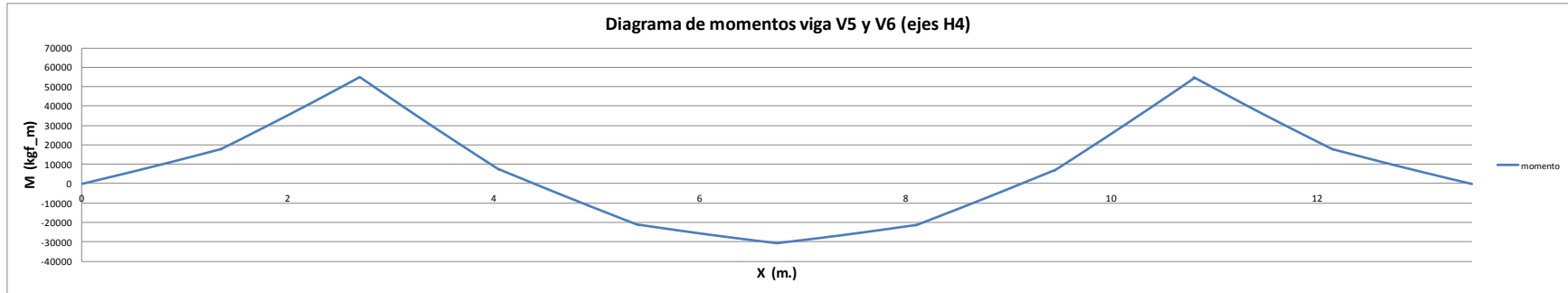


Ilustración 9.4.7.- Diagrama de momentos para la vigueta longitudinal más cargada viga V5 y V6

De acuerdo al diagrama de momentos presentado, se plantea la siguiente forma del cable:

x	0.0	0.7	1.4	2.0	2.7	3.2	3.6	4.1	4.5	5.1	5.6	6.2	6.8	7.3	7.9	8.4	9.0	9.4	9.9	10.3	10.8	11.5	12.2	12.8	13.5
y	0.000	0.186	0.306	0.360	0.350	0.305	0.233	0.131	0.000	-0.159	-0.270	-0.332	-0.350	-0.322	-0.255	-0.148	0.000	0.122	0.222	0.297	0.350	0.372	0.324	0.199	0.000

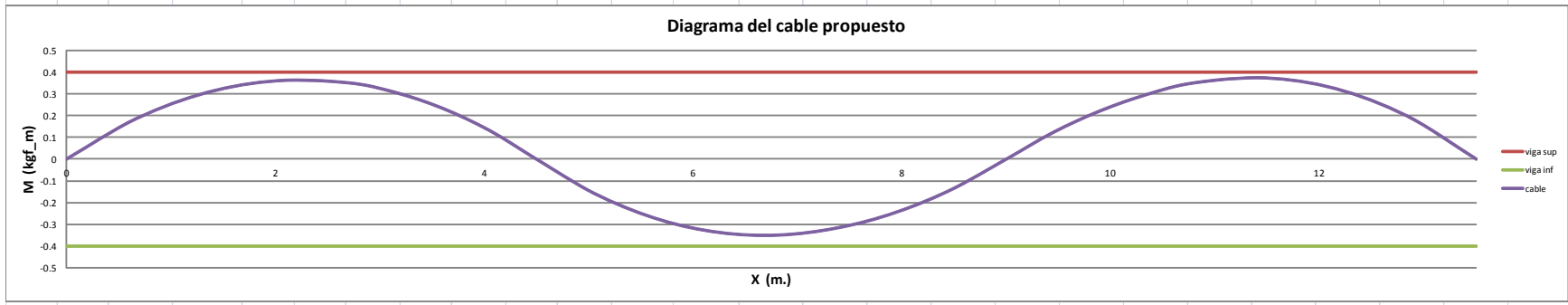


Ilustración 9.4.8.- Diagrama del cable de acuerdo a los resultados del modelo V5 y V6

**En la Cubierta.-** Se analizaron los esfuerzos en las vigas de cubierta utilizando un modelo con elementos finitos en 3D, lo cual nos permitió a su vez tomar en cuenta la interacción entre los diferentes elementos, similar al mostrado para la planta alta.

### 9.5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO Y REALIZACION DEL REDISEÑO DE LAS LOSAS POSTENZADAS.

Con los resultados detallados en el numeral anterior de procede al rediseño de los diferentes elementos que conforman la losa, para lo cual se plantean los siguientes datos de entrada para las vigas.

La geometría de la sección se definió de acuerdo al siguiente esquema:

DATOS DEL PERFIL	
L1	0 Cm
L2	15 Cm
L3	32.5 Cm
L4	0 Cm
L5	0 Cm
H6	8 Cm
H5	12 Cm
H4	0 Cm
H3	50 Cm
H2	0 Cm
H1	10 Cm
r1	6 Cm
r2	5 Cm
r3	0 Cm
r4	0 Cm

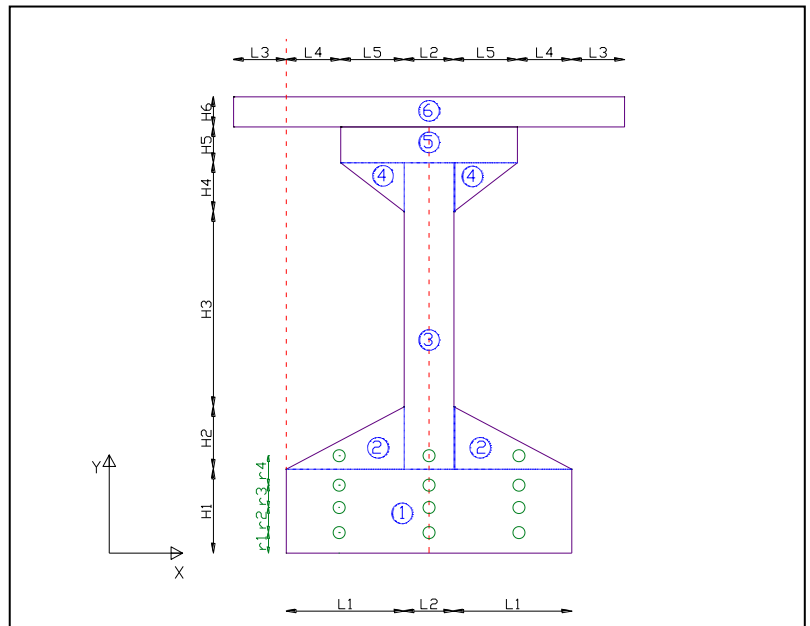


Ilustración 9.5.1.- Datos de la geometría de la viga solicitados.

Se adopto esta forma debido a que la hoja de cálculo desarrollada puede aplicarse a varias formas de vigas.

A continuación se muestran las especificaciones de los materiales asumidos para este diseño:



DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu torón	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> torón	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.1
CM VIGAS	415.12 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	9854 kg-m

En base a la geometría y propiedades de los materiales, se proceden al cálculo de las propiedades de las diferentes vigas de acuerdo al siguiente esquema:

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	I <sub>cg</sub> cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	50.34	1250.00	45.34	308367	309616.70
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	40.34	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	15	50	750	35	26250.00		156250.00	15.34	176503	332752.54
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	9.66	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	66	11880.00		2160.00	15.66	44139	46298.53
6	1	350	280624	1.00	80	8	640	76	48640.00		3413.33	25.66	421376	424789.51
					∅									
7	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	6	126.39	6.00	3.70751765	44.34	41415	41418.62
8	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	39.34	0	0.00
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	39.34	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	39.34	0	0.00
# TORONES	3						1741.06		87646.39				total	1154875.90
							AREA TORONE	2.96		17.73				

Una vez que las propiedades de la sección fueron calculadas, y que se han detallado los esfuerzos máximos que se producen para el diseño de cada elemento, se procede a realizar un análisis de las tensiones tanto de compresión como de tracción y a verificar que estos valores estén dentro de la normativa que regula estos diseños.



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1741.06	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	1154875.90	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
A <sub>c</sub>	1741.06	cm <sup>2</sup>
e	44.34	cm
c <sub>i</sub>	50.34	cm
c <sub>b</sub>	29.66	cm

El análisis elástico de tensiones se lo realiza en cuatro etapas fundamentales para el comportamiento del sistema, estas son:

- Inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio.
- Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.
- Bajo cargas de servicio.
- Bajo cargas ultimas

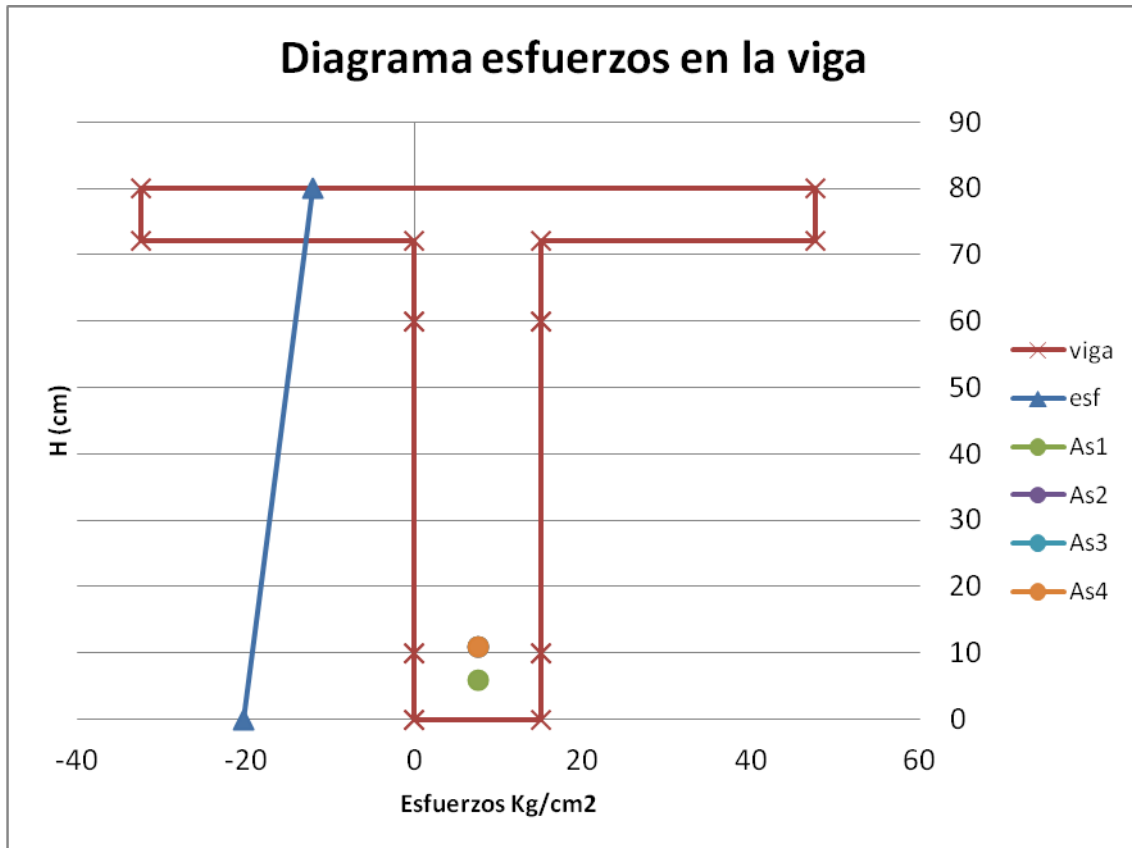
En cada uno de los puntos anteriores se realiza la verificación de las tensiones que se producen en el elemento y se presenta el diagrama correspondiente.

<b>Análisis</b>
<i>Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio</i>

P=	26206.412 kg
<i>Cálculos fibra superior</i>	
f <sup>1</sup> =	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
f <sup>2</sup> =	28.519029 kg/cm <sup>2</sup>
f <sup>3</sup> =	-25.50775 kg/cm <sup>2</sup>
f <sup>4</sup> =	-12.10161 kg/cm <sup>2</sup>
y <sup>1</sup> =	0 cm

<i>Cálculos fibra inferior</i>	
f <sup>1</sup> =	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
f <sup>2</sup> =	-48.92698 kg/cm <sup>2</sup>
f <sup>3</sup> =	43.76085 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>b</sub> =	-20.27903 kg/cm <sup>2</sup>
y <sub>b</sub>	0 cm

<b>Esfuerzos en la viga (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		
y	f	
80	-12.10161	<b>cumple</b>
0	-20.27903	<b>cumple</b>



En base al esquema presentado se realizó el análisis y diseño de los diferentes elementos de la losa.

A continuación presentamos los resultados obtenidos para cada uno de los elementos de las losas.



### CASO 1

Se realiza el analisis manteniendo la geometria de la viga original y reemplasando el acero de refuerzo por cables de postensado. Despues de este analisis se mostrara otro en la que se plantea la reduccion de la seccion de la viga, y el incremento en el numero de cables (CASO 2).

Se detallan los diferentes estados de carga utilizados y se describe brevemente cada uno de ellos

Estado 1 (Inmediatamente despues del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio) para la viga V1.

#### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección

DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
Fcviga	350 kg/cm <sup>2</sup>
Fclosa	350 kg/cm <sup>2</sup>
Fycables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Eycables	200000 kg/cm
grado de torón	270
Fu torón	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Fy torón	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	1528 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	1520 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m

#### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu	E	M trans	base	altura	Área	cgj	Me	Yg	I	d	A1*d^2	kg	Ar ELEM	PESO ESP	Welemento
1	1	350	280624	1.00	35	30	350	5	750.00	50.54	1250.00	45.54	311030	312390.29	350.00	0.00240	35.00
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	30.00	0.00	0.00	40.54	0	0.00	0.00	0.00	0.00240	0.00
3	1	350	280624	1.00	35	50	750	36	26250.00	35.54	356250.00	35.54	381130	337329.87	750.00	0.00240	380.00
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00	0.00	9.46	0	0.00	0.00	0.00	0.00240	0.00
5	1	350	280624	1.00	35	32	380	66	11880.00	35.46	23610.00	35.46	43039	45179.42	380.00	0.00240	43.20
6	1	350	280624	1.00	80	8	690	76	48600.00	3483.33	3483.33	25.46	484890	418253.43	690.00	0.00240	353.60
7	1	19000	2000000	7.13	1.32	-	7.02	6	42.43	8.50	12268892	44.54	13930	13930.89	0.39	0.00785	0.77
8	1	19000	2000000	7.13	1.32	-	7.02	11	72.24	12.268892	12268892	39.54	30978	30979.02	0.39	0.00785	0.77
9	0	19000	2000000	7.13	1.32	-	0.00	11	0.00	0	0	39.54	0	0.00	0.00	0.00785	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.32	-	0.00	11	0.00	0	0	39.54	0	0.00	0.00	0.00785	0.00
# TORONES	2						1734.04		87639.37				total	1138062.63	cm4		
		AREA TORONE					1.97		16.75								

#### Propiedades de la sección calculadas

A=	1734.04	cm <sup>2</sup>
Ig	1138062.63	cm <sup>4</sup>
P	28600.00	kgf
Ac	1734.04	cm <sup>2</sup>
e	42.04	cm
ci	50.54	cm
cb	29.46	cm

#### Análisis

Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 26206.412 kg

Cálculos para momento:

f1=	-15.1129	kg/cm <sup>2</sup>
f2=	28.519029	kg/cm <sup>2</sup>
f3=	-25.50775	kg/cm <sup>2</sup>

f= -12.10161 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

Cálculos para momento:

f1=	-15.1129	kg/cm <sup>2</sup>
f2=	-48.92698	kg/cm <sup>2</sup>
f3=	43.76085	kg/cm <sup>2</sup>

B= -20.27903 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Esfuerzos en la viga (kg/cm<sup>2</sup>):

y	I	comple
80	-12.10161	comple
0	-20.27903	comple

Acero viga en control:

7.5	6
7.5	11
7.5	11
7.5	11

Geometría en la viga:

x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	72
-32.5	72
-32.5	80
47.5	80
47.5	72
15	72
15	60
15	60
15	10
15	10
15	0
0	0

#### Diagrama esfuerzos en la viga



Estado 2 (Al colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.) para la viga V1.

### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección

DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
F1	6 cm
F2	5 cm
F3	0 cm
F4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
ρ viga	350 kg/cm <sup>3</sup>
ρ losa	350 kg/cm <sup>3</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torción	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	152.28 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las pérdidas	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	121.60 kg/cm <sup>2</sup>
φ hormigón*	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
φ acero*	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	15 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	14001.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu	E	M trans	base	altura	Area	cgI	Me	Yg	I	d	A <sup>2</sup> d <sup>2</sup>	Icg	Av ELEM	PESO ESP	W elemento				
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	kg/m				
1	1	350	280624	1.00	15	10	350	5	750.00	50.54	1250.00	45.54	311090	312300.29	350.00	0.00240	36.00				
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	40.54	0	0.00	0.00	0.00240	0.00				
3	1	350	280624	1.00	15	50	750	35	26250.00	156250.00	15.54	181130	337379.87	750.00	0.00240	180.00					
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00	0.00	0.00	9.46	0	0.00	0.00	0.00240	0.00				
5	1	350	280624	1.00	15	12	380	65	11880.00	2160.00	15.46	43019	45179.42	380.00	0.00240	43.20					
6	1	350	280624	1.00	8	8	680	75	48600.00	3413.33	25.46	418840	418253.13	680.00	0.00240	153.60					
7	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	6	42.13	8.50	1.2358992	44.54	1.998	13930.89	0.99	0.00785	0.77				
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.36	11	1.2358992	39.54	1.0976	10979.02	0.99	0.00785	0.77				
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0	0	39.54	0	0.00	0.00	0.00785	0.00				
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0	0	39.54	0	0.00	0.00	0.00785	0.00				
#TORONES	2						1734.04		87639.37					1138062.63	cm <sup>4</sup>						
							AREA TORONE	1.97	16.75												

PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS	
Ae	1734.04 cm <sup>2</sup>
Ig	1138062.63 cm <sup>4</sup>
P	26600.00 kgf
Ac	1734.04 cm <sup>2</sup>
e	42.04 cm
ci	50.54 cm
cb	29.46 cm

**Análisis**

*Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.*

P=	26206.412 kg
Cálculo de M <sub>max</sub> compresión	
F1=	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
F2=	28.519029 kg/cm <sup>2</sup>
F3=	-36.24305 kg/cm <sup>2</sup>
F=	-22.83692 kg/cm <sup>2</sup>
Y=	0 cm
Cálculo de M <sub>max</sub> tracción	
F1=	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
F2=	-48.52698 kg/cm <sup>2</sup>
F3=	62.17824 kg/cm <sup>2</sup>
F=	-1.861633 kg/cm <sup>2</sup>
Yb=	0 cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
80	-22.83692	compresión
0	-1.861633	compresión

Acero viga en estado		
7.5	6	
7.5	11	
7.5	11	
7.5	11	

Geometría en la viga		
x	y	
0	0	
0	10	
0	10	
0	60	
0	60	
-32.5	72	
-32.5	80	
47.5	80	
47.5	72	
15	72	
15	60	
15	60	
15	10	
15	10	
15	0	
0	0	

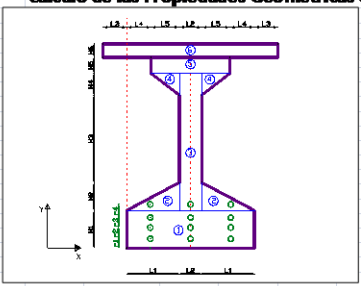
Diagrama de esfuerzos en la viga





Estado 3 (Bajo cargas de servicio) para la viga V1.

### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
h1	5 cm
h2	5 cm
h4	5 cm

fc viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
fc losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	200000 kg/cm
grado de torón	270
Fu torón	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Fy torón	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las pérdidas	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12150 kg/cm <sup>2</sup>
ϕ hormigón	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
ϕ acero	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	510.35 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

MOMENTO DE DISEÑO CM 3800.2 kg-m  
MOMENTO DE DISEÑO CV1 4830 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Area cm <sup>2</sup>	cpf cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	lg cm <sup>4</sup>	Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m			
1	1	350	280624	1.00	35	30	350	5	7920.00	50.5101791	1750.00	45.54	313090	317340.29	350.00	0.00240	36.00			
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	40.54	0	0.00	0.00	0.00	0.00240	0.00			
3	1	350	280624	1.00	35	50	750	35	26250.00	156250.00	15.54	381130	317379.87	750.00	0.00240	380.00				
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60	0.00	0.00	9.46	0	0.00	0.00	0.00	0.00240	0.00			
5	1	350	280624	1.00	35	32	180	65	11880.00	2860.00	15.46	43019	45129.42	380.00	0.00240	43.20				
6	1	350	280624	1.00	80	8	640.00	75	4860.00	3113.33333	25.46	418810	418253.13	640.00	0.00240	353.60				
7	1	19000	200000	7.13	1.32	-	7.02531898	6	42.43	8.5	1.24	44.54	19990	19990.89	0.39	0.00785	0.77			
8	1	19000	200000	7.13	1.32	-	7.02531898	11.00	77.24	1.24	39.54	39578	39579.02	0.39	0.00785	0.77				
9	0	19000	200000	7.13	1.32	-	0	35	0.00	0.00	34.54	0	0.00	0.00	0.00	0.00785	0.00			
10	0	19000	200000	7.13	1.32	-	0	21	0.00	0.00	29.54	0	0.00	0.00	0.00	0.00785	0.00			
# TORONES	2						1734.04		87639.37											
							AREA TORONE	1.97	16.75											
														total	1138062.63	cm <sup>4</sup>				

A <sub>w</sub>	1734.04	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	1138062.63	cm <sup>4</sup>
P	26206.00	kgf
A <sub>c</sub>	1734.04	cm <sup>2</sup>
e	42.04	cm
ci	50.54	cm
cb	29.46	cm

### Análisis

resistencia bajo cargas de servicio

P=	26206.412
----	-----------

F1=	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
F2=	28.519029 kg/cm <sup>2</sup>
F3=	-48.69406 kg/cm <sup>2</sup>

F1=	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
F2=	-48.92698 kg/cm <sup>2</sup>
F3=	83.53908 kg/cm <sup>2</sup>

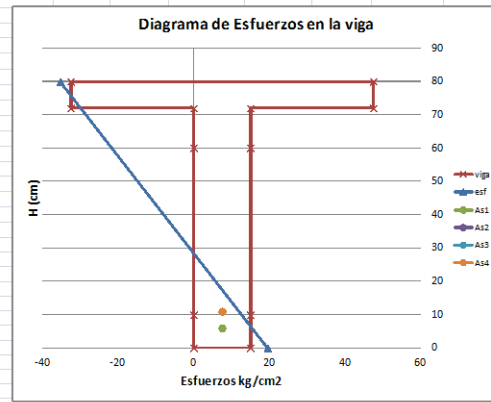
F=	-35.28793 kg/cm <sup>2</sup>
y=	0 cm

I <sub>b</sub> =	19.4992 kg/cm <sup>2</sup>
y <sub>b</sub>	cm

y	f	
80	-35.28793	cumple
0	19.499205	cumple

x	y
0	0
0	10
0	60
0	72
-32.5	72
-32.5	80
47.5	80
47.5	72
15	72
15	60
15	60
15	10
15	10
15	0
0	0

### Diagrama de Esfuerzos en la viga





Estado 4 (Bajo cargas últimas 1) para la viga V1.

### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección

DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
e1	5 cm
e2	5 cm
e3	0 cm
e4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'y cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	200000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las pérdidas	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12150 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	798.3467694 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m <sup>2</sup>
Camión HS-A0P	
MOMENTO DE DISEÑO CM	16801
MOMENTO DE DISEÑO CV1	7696

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu	E	M trans	base	altura	Área	cgf	Me	Yg	I	d	A*d <sup>2</sup>	Icg	Ar ELEM	PESO ESP	W elemento
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	kg/m
1	1	350	280624	1.00	15	10	250	5	750.00	50.53	1250.00	45.53	310980	3122.29.65	150.00	0.00040	36.00
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	40.53	0	0.00	0.00	0.00040	0.00
3	1	350	280624	1.00	15	50	750	35	26250.00		156250.00	15.53	180901	337191.34	750.00	0.00040	180.00
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	9.47	0	0.00	0.00	0.00040	0.00
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	66	11880.00		2160.00	15.47	43065	45224.50	180.00	0.00040	43.20
6	1	350	280624	1.00	80	8	640	76	48640.00		3413.33	25.47	415104	418517.09	640.00	0.00040	153.60
⊕																	
7	1	19000	200000	7.13	1.12	-	7.00	5	35.11	7.50	1.23586992	45.53	14657	14658.22	0.99	0.00095	0.77
8	1	19000	200000	7.13	1.12	-	7.00	10	70.22	1.23586992	40.53	11535	11536.09	0.99	0.00095	0.77	
9	0	19000	200000	7.13	1.12	-	0.00	10	0.00	0	40.53	0	0.00	0.00	0.00	0.00095	0.00
10	0	19000	200000	7.13	1.12	-	0.00	10	0.00	0	40.53	0	0.00	0.00	0.00	0.00095	0.00
# TORONES							2	1734.04		87625.32		total	1139257.31	cm <sup>4</sup>			
AREA TORONES							1.97		14.78								

PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS	
A=	1734.04 cm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	1139257.31 cm <sup>4</sup>
I <sub>p</sub>	26960.00 kgf
A <sub>c</sub>	1734.04 cm <sup>2</sup>
e	43.03 cm
ci	50.53 cm
cb	29.47 cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas ultimas

P=	26206.412 kg
----	--------------

Cálculo de la resistencia compresiva	
F1=	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
F2=	29.16931 kg/cm <sup>2</sup>
F3=	-63.3642 kg/cm <sup>2</sup>

Cálculo de la resistencia a tracción	
F1=	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
F2=	-50.02083 kg/cm <sup>2</sup>
F3=	108.6697 kg/cm <sup>2</sup>

f <sub>x</sub> =	-49.30778 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> =	0 cm

Esfuerzos en la viga	
y	f
80	-49.30778 cumple
0	43.526011 cumple

Acero viga en estado	
7.5	5
7.5	10
7.5	10
7.5	10

Ocurrió en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	72
-32.5	72
-32.5	80
47.5	80
47.5	72
15	72
15	60
15	60
15	10
15	0
0	0

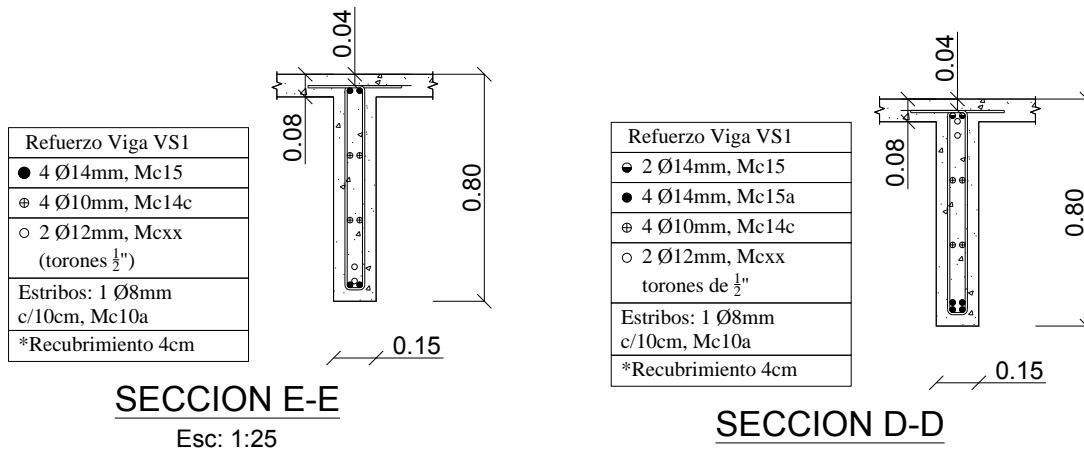
  

### Diagrama de esfuerzos en la viga

Estado 4 (Bajo cargas últimas 2) para la viga V1 diseño a ultima resistencia.

<b>Diseño del refuerzo a flexion</b>		Mmax=	<b>DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE</b>	
DISEÑO EN LOS ESTREMOS		24497 Kg-m	DISEÑO CORTE	
109.375			<b>SECCION</b>	
Altura (h) =	80 cm		Altura (h) =	80 cm
base (b) =	80 cm		base (b) =	15 cm
Recubrimiento (d) =	4.00 cm		Peralte Efec (d) =	76 cm
Peralte Efec (d) =	76.00 cm		f'c =	240 Kg/cm <sup>2</sup> <=700 kg/cm
f'c =	350 Kg/cm <sup>2</sup>		<b>REFUERZO</b>	
<b>REFUERZO</b>			Vc=	9713.4 kg
Diametro =	1.4 1.2 cm		Vu=	384.9 kg Visto del analisis
# Varillas =	2.00 2.00		O=	0.75
Area (As)=	3.08 1.97 cm <sup>2</sup>		Vs=	-9200.3 kg ok
fy =	4200 16200 Kg/cm <sup>2</sup>		fy=	4200 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>DISEÑO</b>			Vsmax=	37088 kg ok
O = 0.90	0.9		<b>DISEÑO</b>	
$\alpha = (A_s \cdot f_y) / (0.85 \cdot f'_c \cdot b)$	1.88 cm		$\Phi =$	0.8 cm
OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	30298 Kg_m	valor muy semejante al Mu	# estribos	1
pmin =	0.0008642		Au=	1.01 cm <sup>2</sup>
putil =	0.00032408		s=	-34.88 cm
pmax =	0.025		smax=	38 cm
			Aumin=	0.475 cm ok

La sección obtenida en el centro del tramo (seccion E-E) y sobre el apoyo (seccion D-D) es la siguiente:

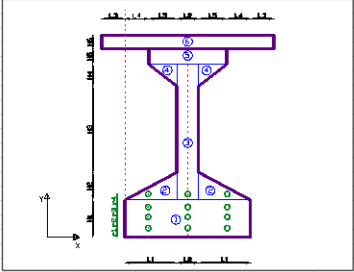




Ahora se realizara el mismo análisis pero planteando la reducción de la altura de las vigas en 10 cm, con lo cual el peralte de las vigas queda en 70 cm.

Estado 1 (Inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio) para la viga V1.

**Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección**



L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

Fcviga	350 kg/cm <sup>2</sup>
Fclosa	350 kg/cm <sup>2</sup>
Fycables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Eycables	200000 kg/cm
grado de torón	270
Futoron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	414.35 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	9854 kg-m

**Propiedades del perfil**

Elemento	cantidad	fu	E	M trans	base	altura	Área	cgl	Me	Yg	I	d	A <sup>2</sup> d <sup>2</sup>	kg	Ar ELEM	PESO ESP	Welemento
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	kg/m
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	50.54	1250.00	45.54	311.000	312340.29	150.00	0.00240	36.00
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	40.54	0	0.00	0.00	0.00240	0.00
3	1	350	280624	1.00	15	50	750	35	26250.00	356.50	156250.00	15.54	181.130	337329.87	750.00	0.00240	180.00
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00	0.00	0.00	9.46	0	0.00	0.00	0.00240	0.00
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	66	11880.00	2160.00	2160.00	15.46	43019	45179.42	180.00	0.00240	43.20
6	1	350	280624	1.00	80	8	640	76	48640.00	3413.33	25.46	414900	418253.13	640.00	0.00240	153.60	
7	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	6	42.13	8.50	1.2368802	44.54	139.30	13930.89	0.99	0.00785	0.77
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.26	1.2368802	39.54	109.78	10979.02	0.99	0.00785	0.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0	39.54	0	0.00	0.00	0.00	0.00785	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0	39.54	0	0.00	0.00	0.00	0.00785	0.00
# TORONES	2						1734.04		87638.37						total	1138062.63	cm <sup>4</sup>
							AREA TORONE	1.97	16.75								

**PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS**

A=	1734.04	cm <sup>2</sup>
Iy	1138062.63	cm <sup>4</sup>
Ix	26860.00	kgf
Iac	1734.04	cm <sup>2</sup>
e	42.04	cm
ci	50.54	cm
cb	29.46	cm

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 26206.412 kg

f1=	-15.1129	kg/cm <sup>2</sup>
f2=	28.519029	kg/cm <sup>2</sup>
f3=	-25.50775	kg/cm <sup>2</sup>
f=	-12.10161	kg/cm <sup>2</sup>
y=	0	cm

x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	72
-32.5	72
-32.5	80
47.5	80
47.5	72
15	72
15	60
15	60
15	10
15	10
0	0

**Diagrama esfuerzos en la viga**



Estado 2 (Al colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.) para la viga V1.

### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección

DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
F1	6 cm
F2	5 cm
F3	0 cm
F4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torción	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	152.28 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las pérdidas	10640 kg/cm <sup>2</sup>
f'c toron	121.60 kg/cm <sup>2</sup>
f'c hormigón*	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
f'c acero*	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	15 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	14001.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub>	E	M trans	base	altura	Área	cgI	M <sub>x</sub>	Y <sub>g</sub>	I	d	A <sup>2</sup> d <sup>2</sup>	I <sub>cg</sub>	A <sub>v</sub> ELEM	PESO ESP	W elemento
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	kg/m
1	1	350	280624	1.00	15	10	350	5	750.00	50.54	1250.00	45.54	311090	312300.29	350.00	0.00240	36.00
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	40.54	0	0.00	0.00	0.00240	0.00
3	1	350	280624	1.00	15	50	750	35	26250.00	15.54	181130	337379.87	181130	337379.87	750.00	0.00240	180.00
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00	0.00	0.00	9.46	0	0.00	0.00	0.00240	0.00
5	1	350	280624	1.00	15	12	380	65	11880.00	15.46	2160.00	15.46	43019	45179.42	380.00	0.00240	43.20
6	1	350	280624	1.00	8	8	640	75	48600.00	25.46	3413.33	25.46	418840	418253.13	640.00	0.00240	153.60
7	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	6	42.13	8.50	1.2358992	44.54	1.998	13930.89	0.99	0.00785	0.77
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.36	11	1.2358992	39.54	1.0976	10979.02	0.99	0.00785	0.77
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0	0	39.54	0	0.00	0.00	0.00785	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0	0	39.54	0	0.00	0.00	0.00785	0.00
#TORONES	2						1734.04		87639.37					1138062.63	cm <sup>4</sup>		
AREA TORONE							1.97		16.75								

PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS	
A <sub>w</sub>	1734.04 cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	1138062.63 cm <sup>4</sup>
P	26600.00 kgf
A <sub>c</sub>	1734.04 cm <sup>2</sup>
e	42.04 cm
ci	50.54 cm
cb	29.46 cm

#### Análisis

*Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.*

P <sub>w</sub>	26206.412 kg
----------------	--------------

Cálculo de M <sub>max</sub> compresión		Cálculo de M <sub>max</sub> tracción	
F1=	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>	F1=	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
F2=	28.519029 kg/cm <sup>2</sup>	F2=	-48.52698 kg/cm <sup>2</sup>
F3=	-36.24305 kg/cm <sup>2</sup>	F3=	62.17824 kg/cm <sup>2</sup>

F <sub>w</sub>	-22.83692 kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>w</sub>	-1.861633 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>w</sub>	0 cm	y <sub>b</sub>	0 cm

Esfuerzos en la viga			Geometría en la viga		
y	f		x	y	
80	-22.83692	curpelo	0	0	
0	-1.861633	curpelo	0	10	
			0	10	
			0	60	
			0	72	
			-32.5	72	
			-32.5	80	
			47.5	80	
			47.5	72	
			15	72	
			15	60	
			15	60	
			15	10	
			15	10	
			15	0	
			0	0	

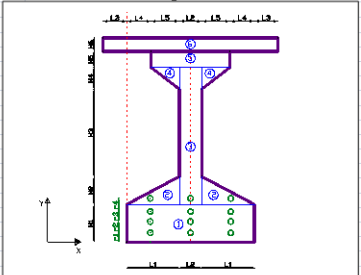
Acero viga en estado	
7.5	6
7.5	11
7.5	11
7.5	11

#### Diagrama de esfuerzos en la viga



Estado 3 (Bajo cargas de servicio) para la viga V1.

### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
F1	6 cm
F2	5 cm
F3	5 cm
F4	5 cm

fc viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
fc losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	200000 kg/cm
grado de torón	270
Fu torón	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Fy torón	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el acero de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo de después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	510.35 kg/m
CV VIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Area cm <sup>2</sup>	cgf cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A <sup>2</sup> d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	log cm <sup>4</sup>	Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
1	1	350	280624	1.00	35	30	150	5	750.00	50.5101739	1750.00	45.54	31.9030	31.2910.29	350.00	0.00240	36.00
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	40.54	0	0.00	0.00	0.00240	0.00
3	1	350	280624	1.00	35	50	750	35	26250.00	156250.00	15.54	381130	337379.87	750.00	0.00240	380.00	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60	0.00	0.00	0.00	5.46	0	0.00	0.00	0.00240	0.00
5	1	350	280624	1.00	35	32	380	65	31890.00	2360.00	15.46	43039	45129.42	380.00	0.00240	43.20	
6	1	350	280624	1.00	30	8	640.00	75	48690.00	3413.33333	25.46	414890	41853.13	640.00	0.00240	353.60	
7	1	19000	2000000	7.13	1.32	-	7.02351938	6	42.43	8.5	1.24	44.54	13330	13930.89	0.59	0.00785	0.77
8	1	19000	2000000	7.13	1.32	-	7.02351938	11.00	77.24	1.24	39.54	30576	30579.02	0.59	0.00785	0.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.32	-	0	36	0.00	0.00	34.54	0	0.00	0.00	0.00	0.00785	0.00
30	0	19000	2000000	7.13	1.32	-	0	21	0.00	0.00	29.54	0	0.00	0.00	0.00	0.00785	0.00
# TORONES	2						1734.04		87639.37					1138062.63	cm <sup>4</sup>		
AREA TORONE							1.97		16.75								

### Propiedades de la sección calculadas

A <sub>w</sub>	1734.04	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	1138062.63	cm <sup>4</sup>
P	26800.00	kgf
A <sub>c</sub>	1734.04	cm <sup>2</sup>
e	42.04	cm
ci	50.54	cm
cb	29.46	cm

### Análisis resistencia bajo cargas de servicio

IP= 26206.412

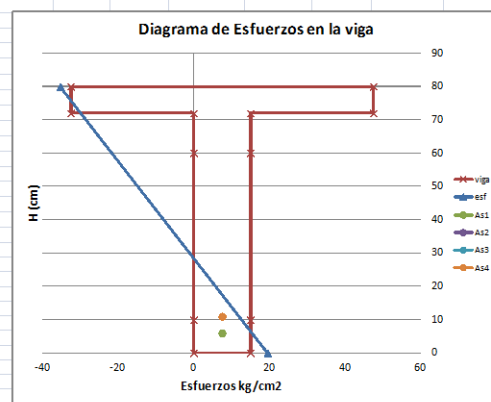
F1=	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
F2=	28.519629 kg/cm <sup>2</sup>
F3=	-48.69406 kg/cm <sup>2</sup>
F4=	-35.28793 kg/cm <sup>2</sup>
γ <sub>f</sub> =	0 cm

F1=	-15.1129 kg/cm <sup>2</sup>
F2=	-48.52698 kg/cm <sup>2</sup>
F3=	83.53908 kg/cm <sup>2</sup>
F4=	19.4992 kg/cm <sup>2</sup>
γ <sub>f</sub> =	0 cm

y	f
80	-35.28793 ejemplo
0	19.499205 ejemplo

x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	72
-32.5	72
-32.5	80
47.5	80
47.5	72
15	72
15	60
15	60
15	10
15	10
15	0
0	0

### Diagrama de Esfuerzos en la viga





Estado 4 (Bajo cargas últimas 1) para la viga V1.

### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección

DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	5 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'cviga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'closa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fycables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Eycables	200000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las pérdidas	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CMVIGAS	798.3467694 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m <sup>2</sup>
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	16801 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	7696 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu	E	M trans	base	altura	Área	gI	Me	Yg	I	d	A <sup>1/2</sup>	Icg	Av ELEM	PESO ESP	W elemento	
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	kg/m	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	50.53	1250.00	45.53	310980	312229.66	150.00	0.00240	36.00	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	40.53	0	0.00	0.00	0.00	0.00240	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	50	750	35	26250.00		156250.00	15.53	180961	337191.14	750.00	0.00240	180.00	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	9.47	0	0.00	0.00	0.00240	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	66	11880.00		2160.00	15.47	4805	45224.50	180.00	0.00240	43.20	
6	1	350	280624	1.00	80	8	640	76	48640.00		3433.33	25.47	415104	438517.09	640.00	0.00240	153.60	
7	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	5	35.11	7.50	1.23988922	45.53	16567	14654.72	0.99	0.00785	0.77	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	1.0	70.22		1.23988922	40.53	11535	11536.69	0.99	0.00785	0.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	1.0	0.00		0	40.53	0	0.00	0.00	0.00785	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	1.0	0.00		0	40.53	0	0.00	0.00	0.00785	0.00	
# TORONES	2						1734.04		87625.32						total		1139257.31	cm <sup>4</sup>
							ÁREA TORONES	1.97	14.78									

PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS	
A <sub>v</sub>	1734.04 cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	1139257.31 cm <sup>4</sup>
P	26600.00 kgf
A <sub>c</sub>	1734.04 cm <sup>2</sup>
e	43.03 cm
ei	50.53 cm
eb	29.47 cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas ultimas

P<sub>u</sub> = 26206.412 kg

*Cálculos de la resistencia*

f<sub>1</sub> = 15.1128 kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>2</sub> = 29.16531 kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>3</sub> = 63.3542 kg/cm<sup>2</sup>

f = -49.30778 kg/cm<sup>2</sup>

y = 0 cm

b = 43.52601 kg/cm<sup>2</sup>

y<sub>b</sub> = 0 cm

*Excentricidad en la viga*

y	f	ejemplo
80	-49.30778	ejemplo
0	43.52601	ejemplo

*Acero viga en contrainte*

z	5
7.5	10
7.5	10
7.5	10

*Cálculos de la resistencia*

f<sub>1</sub> = 15.1128 kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>2</sub> = 29.16531 kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>3</sub> = 108.6537 kg/cm<sup>2</sup>

*Geometría en la viga*

x	y
0	0
0	10
0	60
0	60
0	72
-32.5	72
-32.5	80
47.5	80
47.5	72
15	72
15	60
15	60
15	10
15	10
15	0
0	0

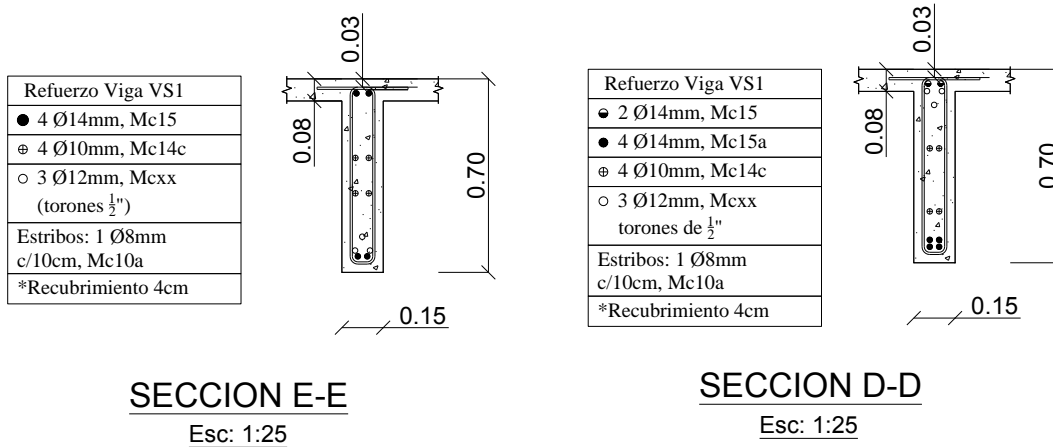
### Diagrama de esfuerzos en la viga



Estado 4 (Bajo cargas últimas 2) para la viga V1 diseño a ultima resistencia.

Diseño del refuerzo a flexion		Mmax=		DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE	
DISEÑO EN LOS ESTREMOS		24497	Kg-m	DISEÑO CORTE	
109.375				SECCION	
Altura (h) =	80	cm		Altura (h) =	80
base (b) =	80	cm		base (b) =	15
Recubrimiento (d) =	4.00	cm		Peralte Efec (d) =	76
Peralte Efec (d) =	76.00	cm		f <sub>c</sub> =	240
f <sub>c</sub> =	350	Kg/cm <sup>2</sup>			<=700 kg/cm
REFUERZO				REFUERZO	
Diametro =	1.4	1.2	cm	V <sub>c</sub> =	9713.4
# Varillas =	2.00	2.00		V <sub>u</sub> =	384.9
Area (A <sub>s</sub> )=	3.08	1.97	cm <sup>2</sup>	O=	0.75
f <sub>y</sub> =	4200	16200	Kg/cm <sup>2</sup>	V <sub>s</sub> =	-9200.3
				f <sub>y</sub> =	4200
DISEÑO				V <sub>smax</sub> =	37088
O = 0.90	0.9				ok
a=(A <sub>s</sub> *f <sub>y</sub> )/(0.85*f <sub>c</sub> *b)	1.88	cm		DISEÑO	
OMn= O*(A <sub>s</sub> *f <sub>y</sub> *(d-a/2))	30298	Kg_m	valor muy semejante al Mu	Φ=	0.8
p <sub>min</sub> =	0.0008642			# estribos	1
p <sub>util</sub> =	0.00032408			A <sub>v</sub> =	1.01
p <sub>max</sub> =	0.025			s=	-34.88
				s <sub>max</sub> =	38
				A <sub>vmin</sub> =	0.475
					ok

La sección obtenida en el centro del tramo (seccion E-E) y sobre el apoyo (seccion D-D) considerando una reduccion de 10 cm en el peralte de la viga es la siguiente:



En el Anexo 2 se muestra la misma información para las vigas V2, V3, V4, V5, y V6.



Para la cubierta no se realiza el análisis reduciendo la viga, ya que de los resultados de la planta alta se determinó que no es conveniente reducir el peralte de las vigas, los resultados para la cubierta también se muestran en el Anexo 2.

### 9.6. ELABORACION DE PLANOS DE REDISEÑO.

Con los resultados del análisis realizado se pudo determinar que la mejor opción es la primera que considera mantener la geometría de la sección y reemplazar el acero de refuerzo en barras por cables de postensado, de acuerdo a las secciones determinadas en el numeral anterior.

Con estos criterios se realizó la modificación de los planos estructurales de las losas del edificio, esta información se sintetiza en los planos estructurales adjuntos a este documento y que están incluidos en el anexo 1.

### 9.7. COMPARACION DE RESULTADOS DE LOS DOS DISEÑOS.

De acuerdo a la forma de los cables planteada en la sección 9.4 y a los datos del rediseño asumidos, se modificó el modelo del bloque original y se insertaron cables de postensado en cada viga, en este modelo la condición de preesfuerzo se adicionó solo a los elementos del bloque 1, con lo cual se pueden realizar comparaciones de las deformaciones del bloque 1 vs las deformaciones del bloque 2, que se mantuvo en la condición original.

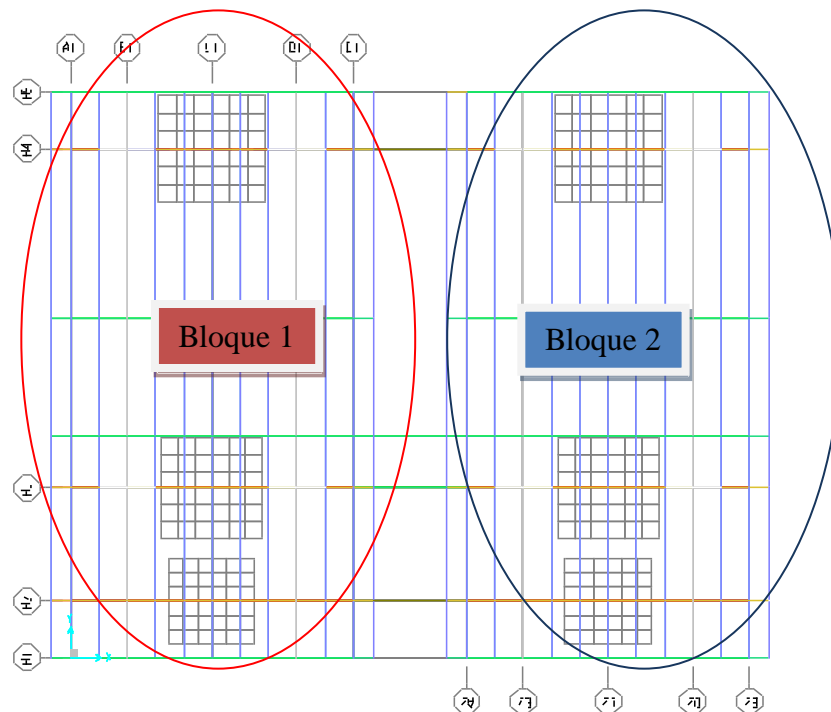


Ilustración 9.7.1.- Planta del modelo, detalle de bloque de diseño.



A continuación presentamos un resumen de las deformaciones que se presentan en el centro de la luz de las vigas V1, V3 y V5 para la condición original y con cables de postensado.

DEFORMACIONE BAJO CARGAS DE SERVICIO DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE LA LOSA DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA					
	VIGA	EJE UBICACIÓN	DETALLE DISEÑO ORIGINAL	Deformacion en cm	% de variacion de la
V1	VIGETA EJES LONGITUDINALES	C1 (al centro de la luz)		-3.48	57.47%
V1_R	VIGETA EJES LONGITUDINALES POSTENZADAS	C1 (al centro de la luz)		-2.00	

DEFORMACIONE BAJO CARGAS DE SERVICIO DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE LA LOSA DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA					
	VIGA	EJE UBICACIÓN	DETALLE DISEÑO ORIGINAL	Deformacion en cm (Hormigon Armado)	% de variacion de la deformadcin
V3	VIGA EJES LONGITUDINALES	B1 (al centro de la luz)		-2.94	50.88%
V3_R	VIGA EJES LONGITUDINALES POSTENZADA	B1 (al centro de la luz)		-1.495	



DEFORMACIONE BAJO CARGAS DE SERVICIO DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE LA LOSA DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA					
	VIGA	EJE UBICACIÓN	DETALLE DISEÑO ORIGINAL	Deformacion en cm (Hormigon Armado)	% de variacion de la deformadcin
V5	VIGA EJES TRANSVERSALES	H4 (al centro de la luz)		-1.41	43.83%
V5_R	VIGA EJES TRANSVERSALES POSTENZDAS	H4 (al centro de la luz)		-0.6	

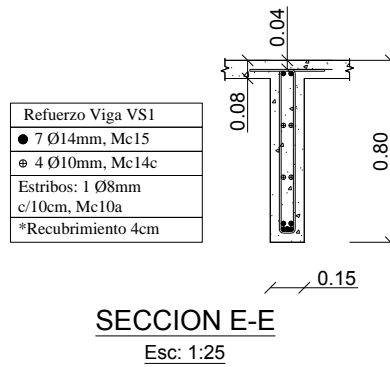
De lo anterior podemos concluir que las deformaciones se reducen en promedio un 50%, lo cual nos garantiza un mejor comportamiento funcional y una mayor durabilidad.



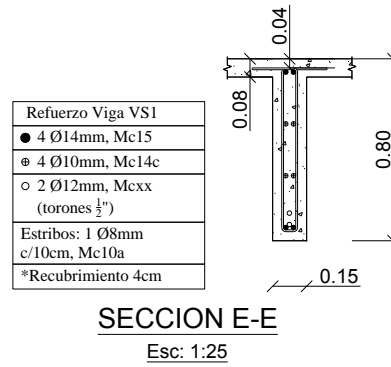
Adicionalmente se muestran las secciones del diseño original vs las secciones de las vigas rediseñadas con cables de postensado.

### Viga V1

V1 1RA planta alta original

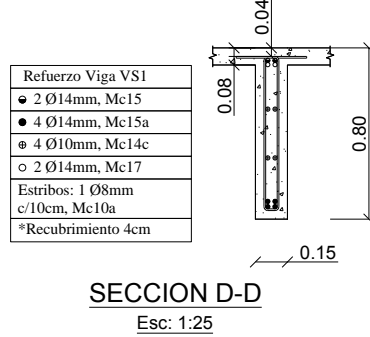


V1 1RA planta alta postensado

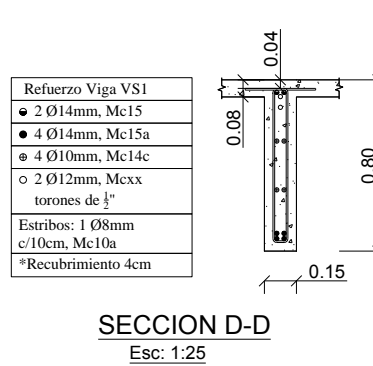


### Viga V2

V2 1RA planta alta original

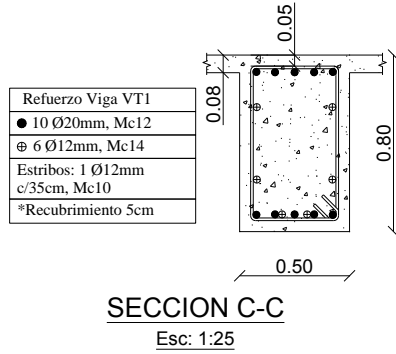


V2 1RA planta alta postensado

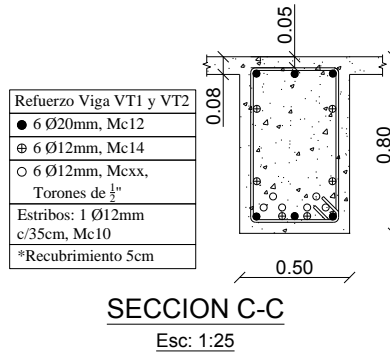


### Viga V3

V3 1RA planta alta original

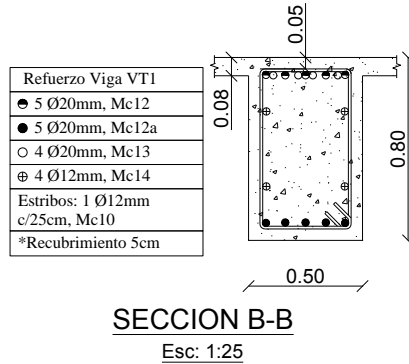


V3 1RA planta alta postensado

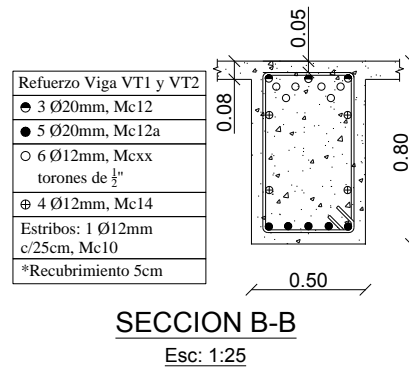


### Viga V4

V4 1RA planta alta original



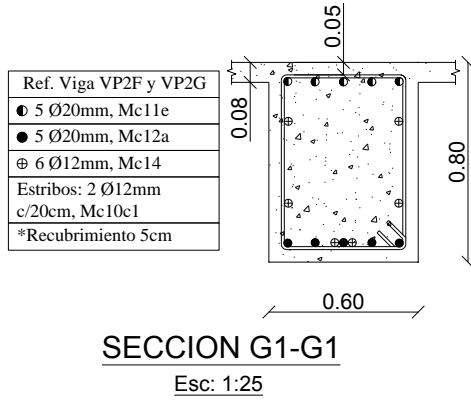
V4 1RA planta alta postensado



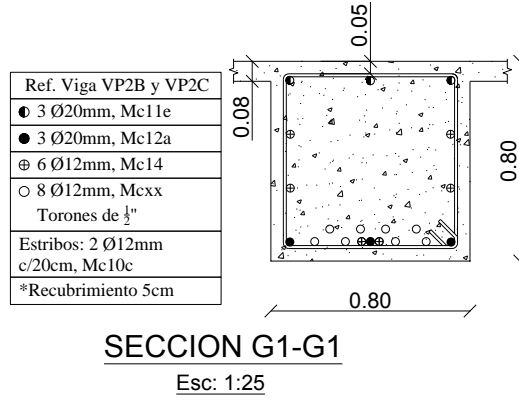


**Viga V5**

V5 1RA planta alta original

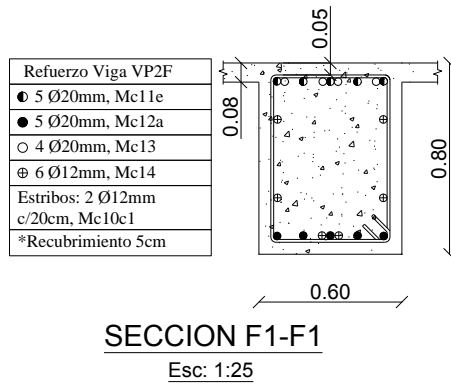


V5 1RA planta alta postensado

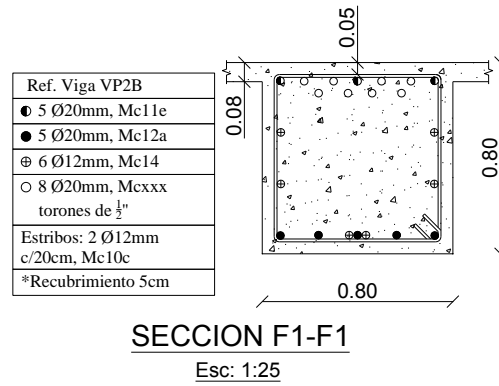


**Viga V6**

V6 1RA planta alta original



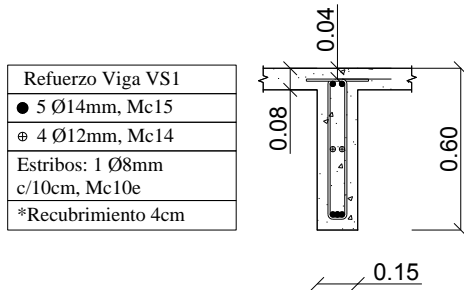
V6 1RA planta alta postensado



A continuación mostramos las secciones para las vigas de cubierta.

Viga VC1

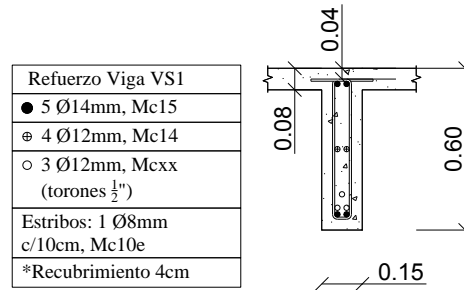
VC1 cubierta original



SECCION E1-E1

Esc: 1:25

VC1 cubierta postensado

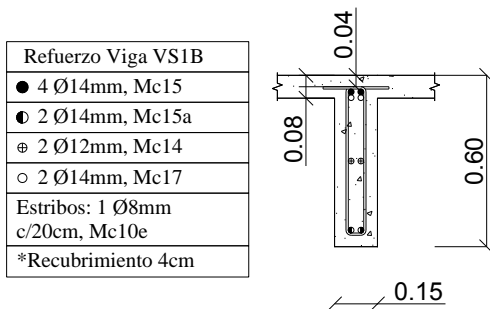


SECCION E1-E1

Esc: 1:25

Viga VC2

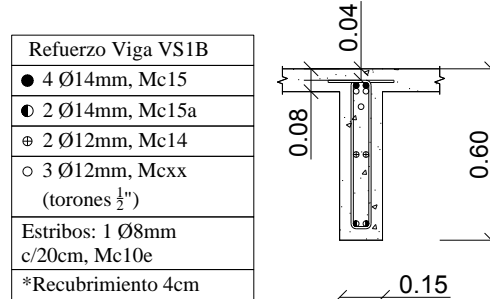
VC2 cubierta original



SECCION D1-D1

Esc: 1:25

VC2 cubierta postensado

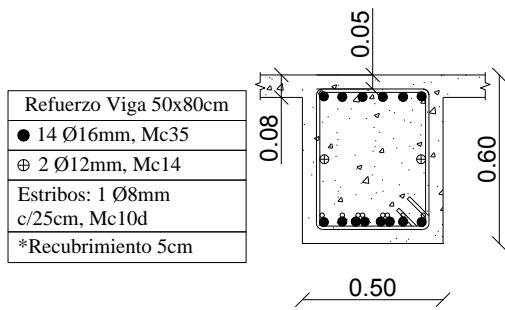


SECCION D1-D1

Esc: 1:25

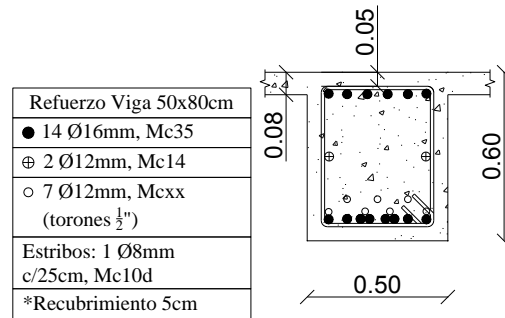
### Viga VC3

VC3 cubierta original



**SECCION C-C**  
Esc: 1:25

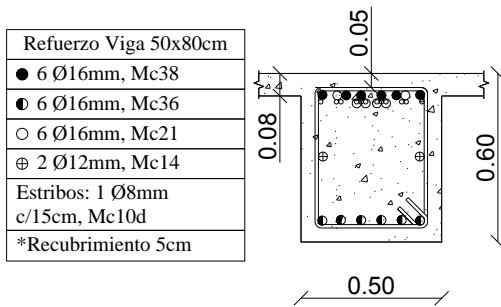
VC3 cubierta postensado



**SECCION C-C**  
Esc: 1:25

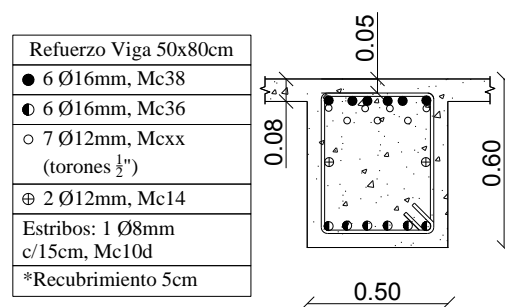
### Viga VC4

VC4 cubierta original



**SECCION B-B**  
Esc: 1:25

VC4 cubierta postensado

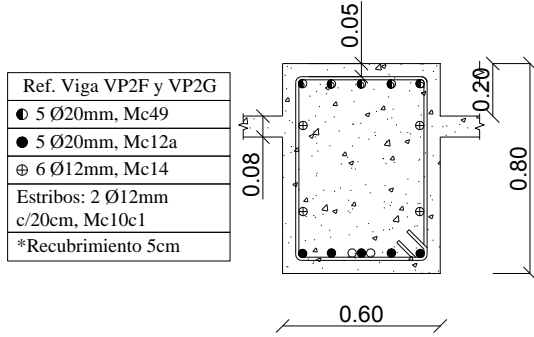


**SECCION B-B**  
Esc: 1:25



## Viga VC5

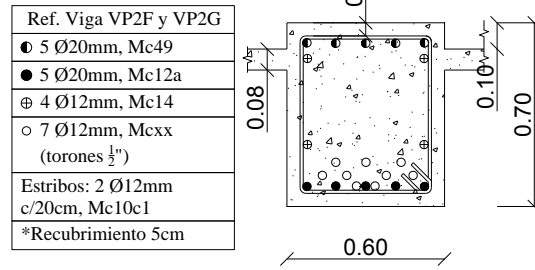
VC5 cubierta original



SECCION G1-G1

Esc: 1:25

VC5 cubierta postensado

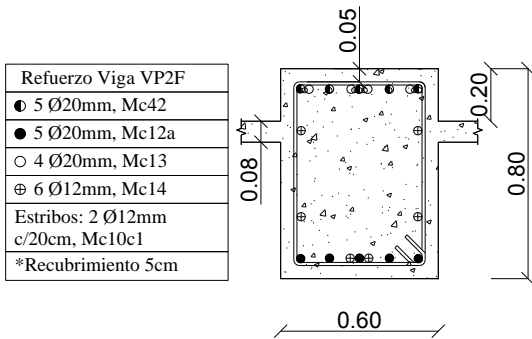


SECCION G1-G1

Esc: 1:25

## Viga VC6

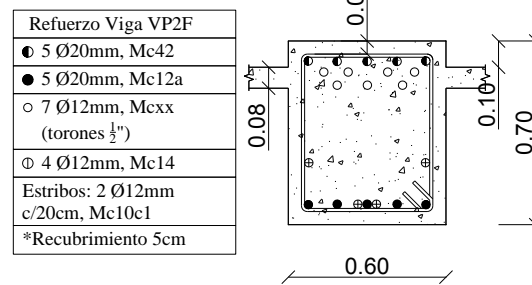
VC6 cubierta original



SECCION F1-F1

Esc: 1:25

VC6 cubierta postensado



SECCION F1-F1

Esc: 1:25



## 9.8. DISPONIBILIDAD DE MATERIALES Y EQUIPO A UTILIZAR.

En el país si bien no está muy difundida la técnica, existen proveedores de cable para preesfuerzo, y sobre todo el diámetro escogido para el rediseño es el comercial para el mercado ecuatoriano.

En cuanto a los equipos de postensado y accesorios de anclaje, debido a la gran cantidad necesaria, es conveniente planificar la importación de los mismos, previa la construcción de la obra.

## 9.9. PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA.

Se elaboraron los planos de las losas, con los rediseños de las vigas, y de los análisis realizados se determinó que la mejor solución para el caso en estudio se consigue manteniendo la geometría de las losas y reemplazando parte de acero de refuerzo pasivo, por acero de preesfuerzo.

A continuación se muestra un resumen de las cantidades de acero que se incrementan y disminuyen con el desarrollo del rediseño.

<b>Resumen de Materiales Diseño Original</b>		
<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>		
Acero de Refuerzo corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	Kg	62444.43
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>		
Acero de Refuerzo corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	Kg	49428.35
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>		
Acero de Refuerzo corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	Kg	40106.60



<b>Resumen de Materiales Diseño Losas Postensadas</b>		
<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>		
Acero de Refuerzo corrugado fy=4200 kg/cm2	Kg	52454.84
Cable de acero de pre esfuerzo 7 hilos ø 12 mm fy=18000 kg/cm2	Kg	6441.55
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>		
Acero de Refuerzo corrugado fy=4200 kg/cm2	Kg	41027.07
Cable de acero de pre esfuerzo 7 hilos ø 12 mm fy=18000 kg/cm2	Kg	4629.32
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>		
Acero de Refuerzo corrugado fy=4200 kg/cm2	Kg	34124.15
Cable de acero de pre esfuerzo 7 hilos ø 12 mm fy=18000 kg/cm2	Kg	6508.15

Si analizamos el incremento por el nuevo rubro de cable, en todo el proyecto tenemos igual a:

Cable de acero de pre esfuerzo 7 hilos ø 12 mm fy=18000 kg/cm2	Kg	17579.03
--	----	----------

Pero a su vez existe una disminución en la cantidad de acero de refuerzo corrugado igual a:

Acero de Refuerzo corrugado fy=4200 kg/cm2	Kg	24373.36
--	----	----------

A continuación se muestra el análisis de precios unitarios elaborados para los dos rubros que sufren variación con la propuesta del rediseño.



**Acero de refuerzo en barras (fy=4200 kg/cm2)**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 13 de 62

**RUBRO:** Acero de refuerzo en barras (fy=4200 kg/cm2)

**UNIDAD:** kg

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	2	0.44	0.88	0.085	0.07
Amoladora	1	0.19	0.19	0.085	0.02
<b>SUBTOTAL M</b>					0.09
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Ayudante de fierro	1	2.55	2.55	0.085	0.22
Fierro	1	2.57	2.57	0.085	0.22
Maestro de obra	1	2.65	2.65	0.03	0.08
Peón	1	2.55	2.55	0.085	0.22
<b>SUBTOTAL N</b>					0.74
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Varios	Global	0.015	5	0.08	
Acero en varillas	kg	1.05	1.37	1.44	
Alambre de amarre No. 18 negro recocado	kg	0.02	1.47	0.03	
<b>SUBTOTAL O</b>					1.55
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
<b>SUBTOTAL P</b>					0
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					2.38
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %</b>					0.48
<b>OTROS INDIRECTOS: 0.00 %</b>					0
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					2.86
<b>VALOR OFERTADO</b>					2.86

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

jueves, 31 de enero de 2013



## Torones de 1/2" para losas postensadas

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 20 de 62

**RUBRO:** Torones de 1/2"

**UNIDAD:** kg

**DETALLE:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo de topografía	1	2	2	0.2	0.4
Equipo menor	1	0.2	0.2	0.2	0.04
Gato par pretensat 15 Ton	1	4	4	0.2	0.8
<b>SUBTOTAL M</b>					1.24
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Topógrafo 1: experiencia de hasta 5 años (Estr. Oc. C2)	1	2.65	2.65	0.2	0.53
Ayudante de mecánico (Estr. Oc. C3)	1	2.55	2.55	0.2	0.51
Peón	1	2.55	2.55	0.2	0.51
<b>SUBTOTAL N</b>					1.55
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Torón de acero 1/2"	kg	1	3	3	
<b>SUBTOTAL O</b>					3
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
<b>SUBTOTAL P</b>					0
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					5.79
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %</b>					1.16
<b>OTROS INDIRECTOS: 0.00 %</b>					0
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					6.95
<b>VALOR OFERTADO</b>					6.95

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

jueves, 31 de enero de 2013



Con esto análisis el presupuesto para la implementación del rediseño planteado en el rubro de acero de refuerzo es el siguiente:

Presupuesto para la implementación de los diseño Losas Postensadas (rubro acero de refuerzo)				
Material	Unidad	Cantidad	precio unitario	precio total
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>				
Acero de Refuerzo corrugado fy=4200 kg/cm2	Kg	52454.84	2.86	150020.85
Cable de acero de preesfuerzo 7 hilos ø 12 mm fy=18000 kg/cm2	Kg	6441.55	6.95	44768.79
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>				
Acero de Refuerzo corrugado fy=4200 kg/cm2	Kg	41027.07	2.86	117337.43
Cable de acero de preesfuerzo 7 hilos ø 12 mm fy=18000 kg/cm2	Kg	4629.32	6.95	32173.79
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>				
Acero de Refuerzo corrugado fy=4200 kg/cm2	Kg	34124.15	2.86	97595.06
Cable de acero de preesfuerzo 7 hilos ø 12 mm fy=18000 kg/cm2	Kg	6508.15	6.95	45231.66
			total	487127.57

En el diseño original el rubro acero de refuerzo tiene el siguiente presupuesto:

Presupuesto para la implementación de los diseño originales (rubro acero de refuerzo)				
Material	Unidad	Cantidad	precio unitario	precio total
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>				
Acero de Refuerzo corrugado fy=4200 kg/cm2	Kg	62444.43	2.86	178591.06
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>				
Acero de Refuerzo corrugado fy=4200 kg/cm2	Kg	49428.35	2.86	141365.08
<b>LOSAS 1raPLANTA ALTA</b>				
Acero de Refuerzo corrugado fy=4200 kg/cm2	Kg	40106.65	2.86	114705.01
			total	434661.16

### 9.10. COMPARACION DE COSTOS ENTRE LAS DOS SOLUCIONES.

Con estos presupuestos se procede con la comparación económica del presupuesto de la condición original con la condición de rediseño.

Se hace notar que esta comparación se realizo solo en el rubro de acero de refuerzo que es el que sufre variaciones.

COMPARACION ECONOMICA ENTRE LAS DOS SOLUCIONES		
Presupuesto solución rediseñada con losas postensadas	487127.57	usd
Presupuesto solución diseñada con losas de hormigón armado (original)	434661.16	usd
Diferencia entre las dos soluciones	52466.41	usd
% de incremento con respecto a la solución inicial en el componente de acero	12.07	% (+)
% asumido del componente estructural en una obra	40.00	%
% de incremento con respecto a la obra total	4.83	% (+)



## 9.11. CONCLUSIONES

Luego de la realización de este trabajo se ha llegado a establecer las siguientes conclusiones acerca del diseño de las losas del Edificio del Parque Tecnológico de la Universidad de Cuenca:

1.- En la propuesta del rediseño conveniente mantener las dimensiones geométricas tanto de las vigas como de las viguetas planteadas en el diseño original del parque tecnológico, debido a que del análisis realizado se obtiene un mejor comportamiento en la condición original, que el que se obtiene reduciendo la altura de las vigas.

2.- Es conveniente reemplazar el refuerzo original planteado en acero en varillas corrugadas por cables de postensado debido a las ventajas que se logra al disminuir las deformaciones en un 50% en promedio, lo cual mejora el comportamiento estructural ante la forma del edificio.

3.- El tiempo de apuntalamiento y encofrado de las losas se reduce en un 40%, debido a que después del tensado de los cables se puede iniciar las labores de desapuntalamiento y desencofrado, esta condición favorece mucho a la ejecución de esta obra ya que por su forma es probable que los cofres sean fabricados específicamente para el proyecto.

4.- Ya que las vigas de las losas postensadas trabajan mayormente a esfuerzos de compresión, esto genera una disminución en el número y tamaño de las fisuras en el hormigón, lo cual garantiza una mayor durabilidad de las mismas, esto es fundamental para el caso de la estructura que queda expuesta a la intemperie.

5.- En el caso del edificio en estudio es posible la aplicación de la técnica del postensado, y realizarlo genera numerosas ventajas para la ejecución, durabilidad y funcionalidad de la obra sin aumentar significativamente (4.83%) el costo de la misma, por lo tanto es recomendable la aplicación de esta técnica en el proyecto.



## 10.-BIBLIOGRAFIA BASICA

10.1.- Carrasco Castro Fabián, “HORMIGON PRETENSADO Diseño de elementos Isostaticos” Publicado: Facultad de Ingeniería – Universidad de Cuenca ISBN: 978-9978-14-192-2

10.2.- ACI COMITÉ 318 “Requisitos de reglamento para Hormigón Estructural y Comentarios (ACI – 318- 08)”  
American Concrete Institute, Farmington Hills, MI., Primera impresión, mayo 2008.

10.3.- MONFORT CARLOS EDO JOSÉ / VICENS VILLALBA HERRERO  
“CÁLCULO DE LOSAS POSTENSADAS EN EDIFICACIÓN”,  
Publicado: Universitat Politècnica de Catalunya  
2009-01-09T15:30:32Z.

10.4.- Rodríguez Martín Luis Felipe 1986 “.Estructuras Varias I. Ud 2. Hormigón Pretensado” [www.asefa.es/index.php/167-55-losas-postesadas.html](http://www.asefa.es/index.php/167-55-losas-postesadas.html).

10.5.- Leonhardt Fritz, “Hormigón Pretensado proyecto de Construcción”, Instituto Eduardo Torroja del Cemento, Madrid 1967.

10.2.- Serrano Alcudia. Francisco 2002 “Patología de la Edificación. El lenguaje de las grietas”, Fundación Escuela de la Edificación

10.3.- Calavera Ruiz José. 1999 “Proyecto y calculo de estructuras de hormigón”, INTEMAC, 1996 ISBN 8488764022.

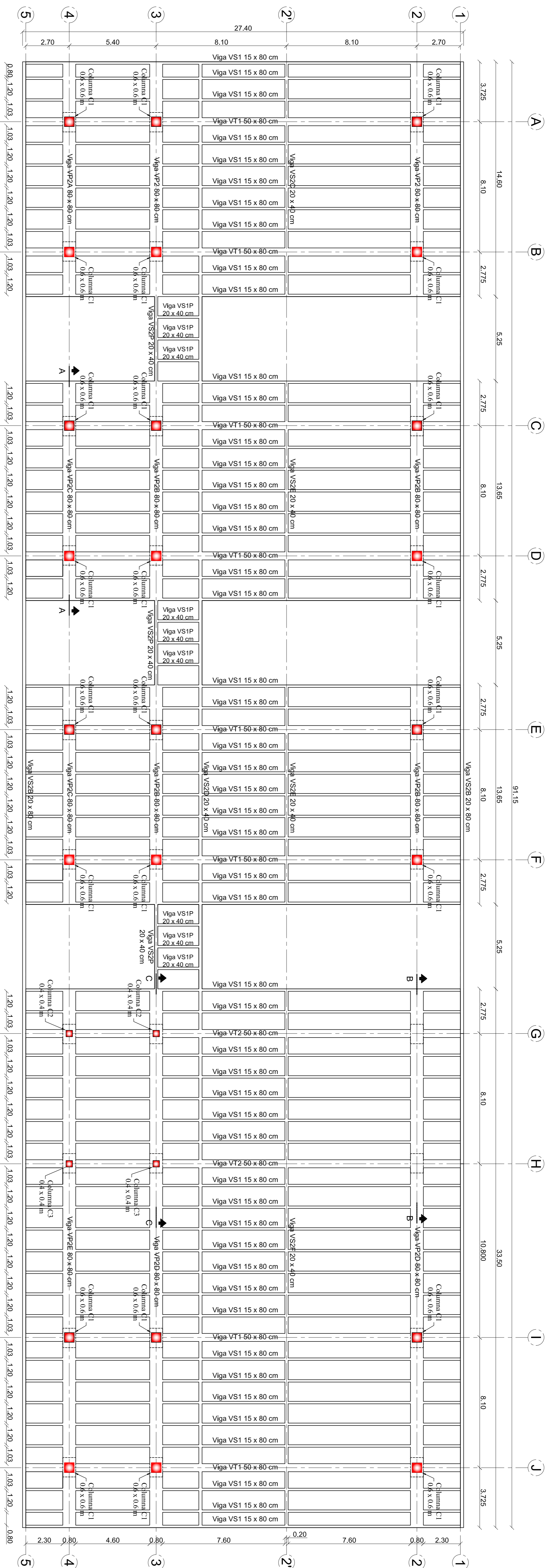
10.4.- Acies. 2004 “3ª Sesión técnica monográfica: Losas postesadas en edificación”





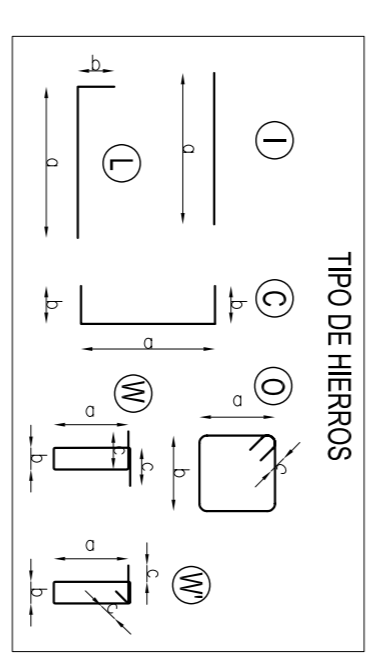
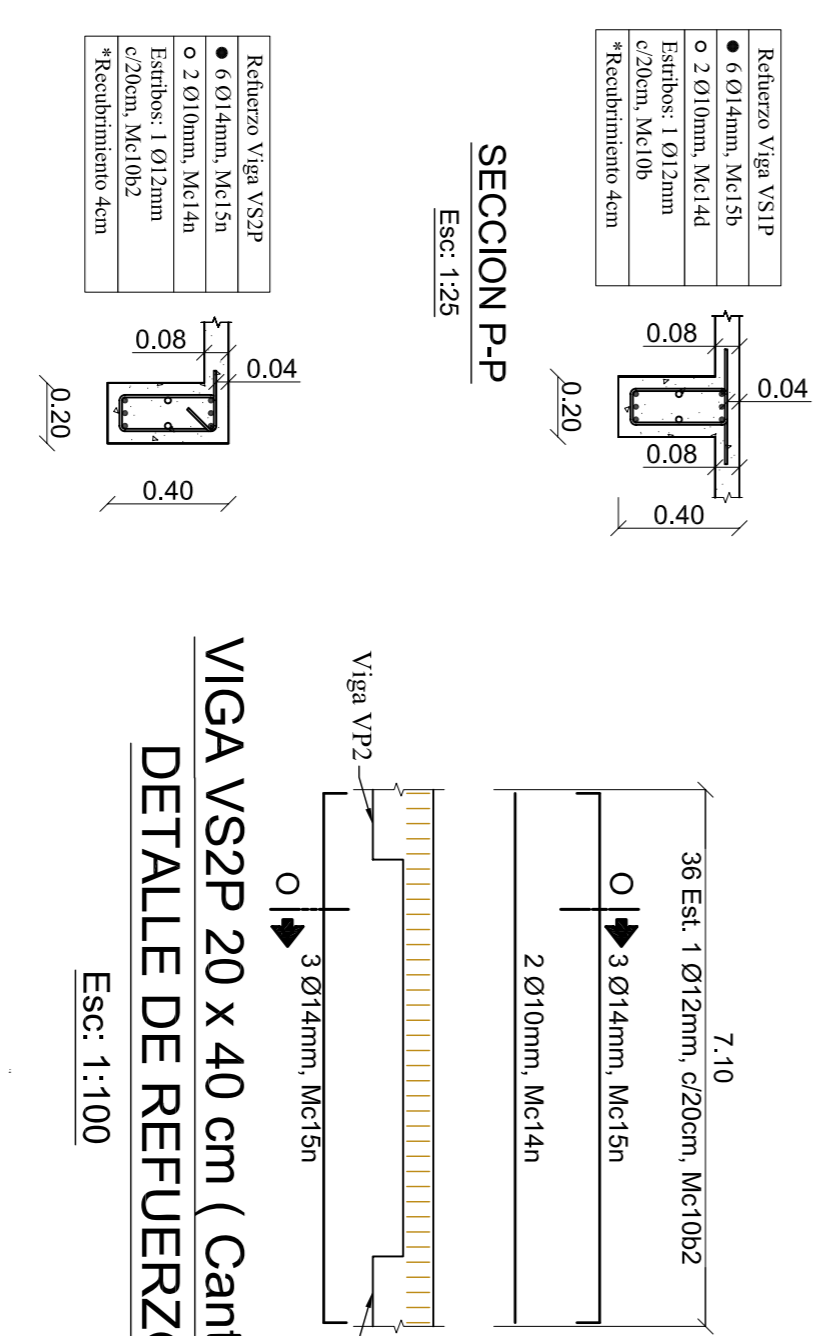
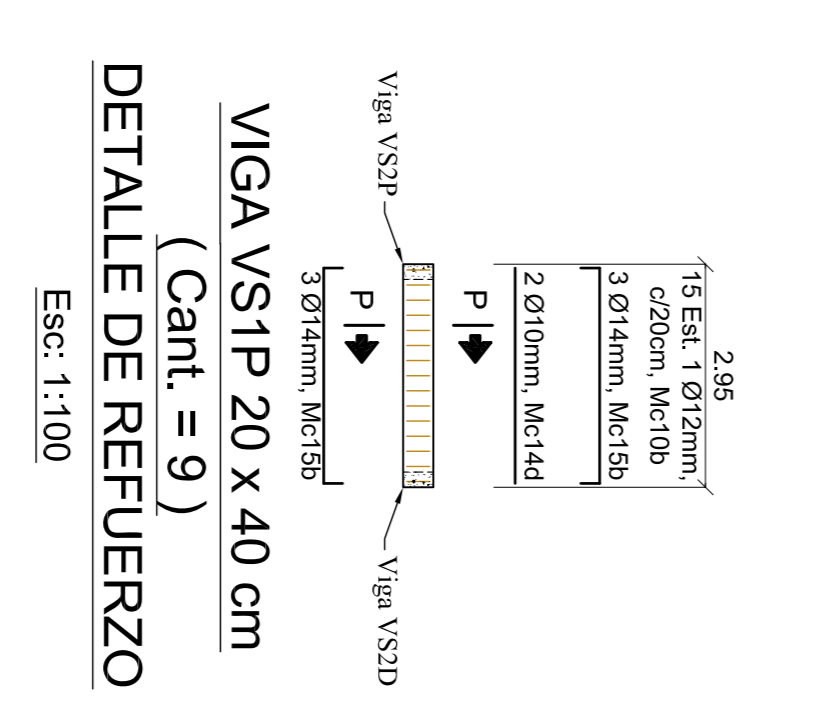
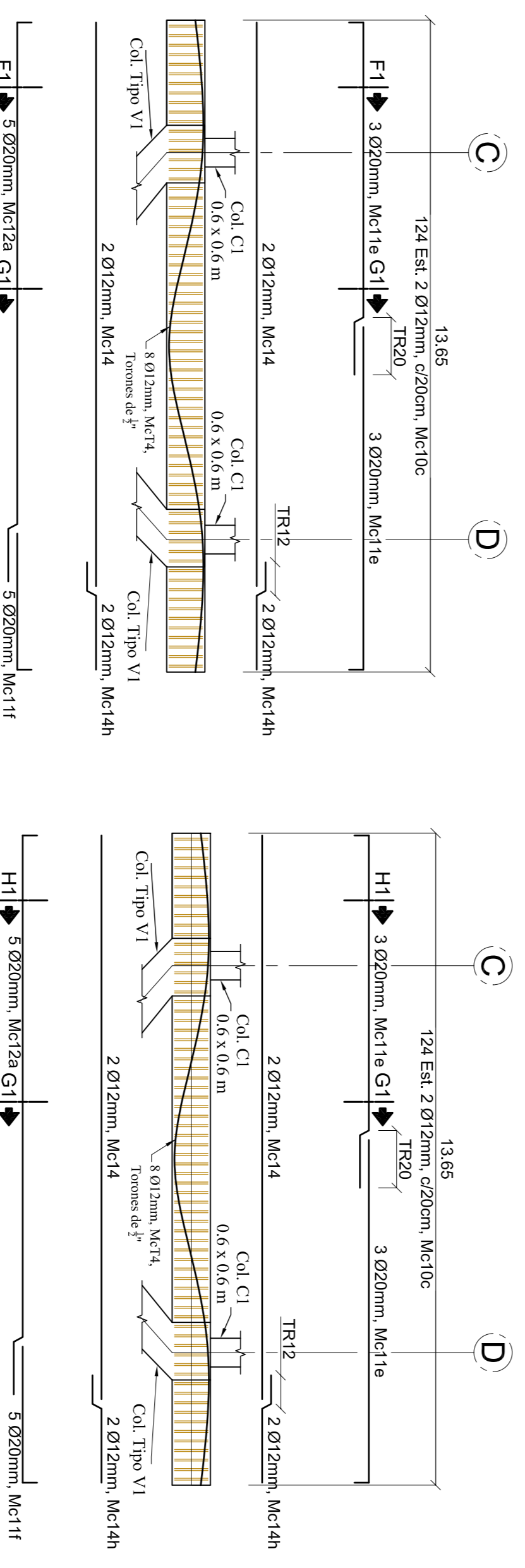
## 11.- ANEXOS.

### ANEXO 1 PLANOS ESTRUCTURALES

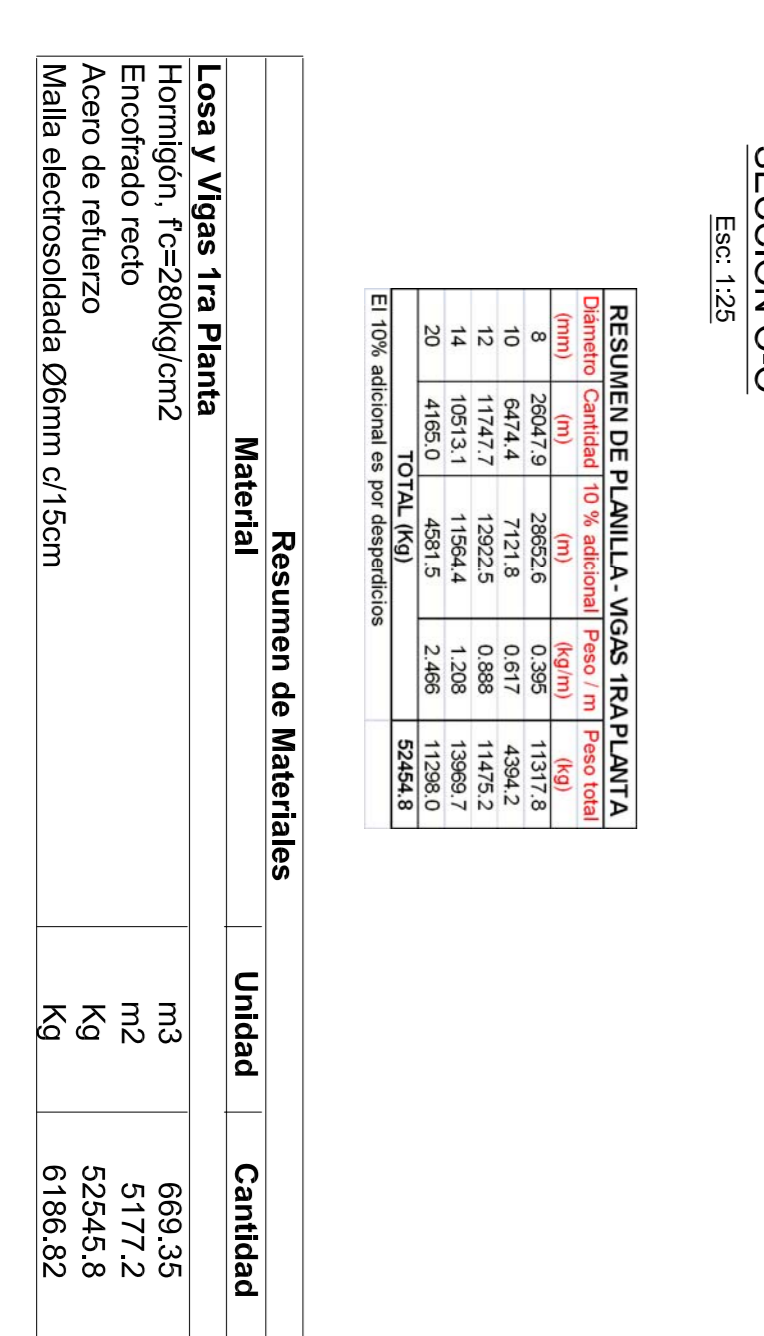
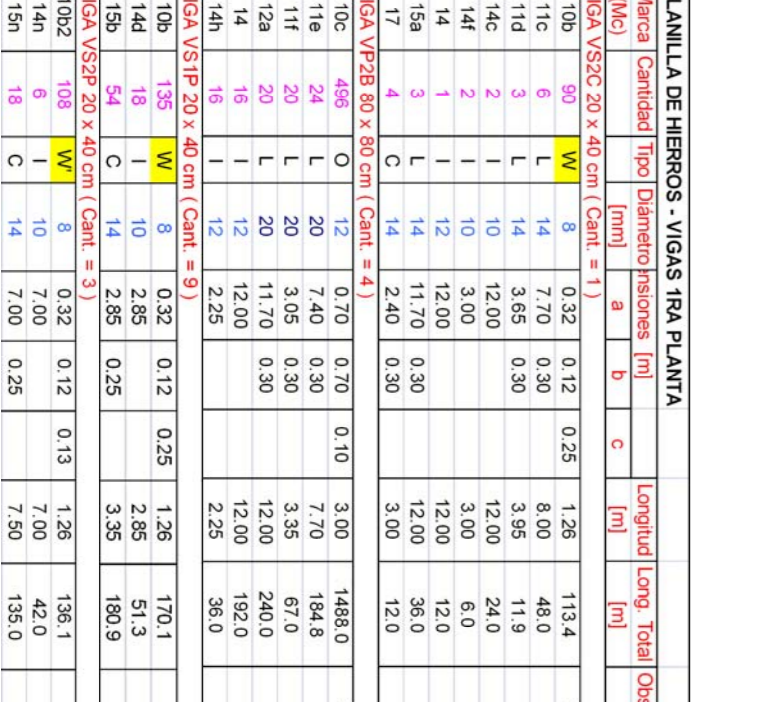
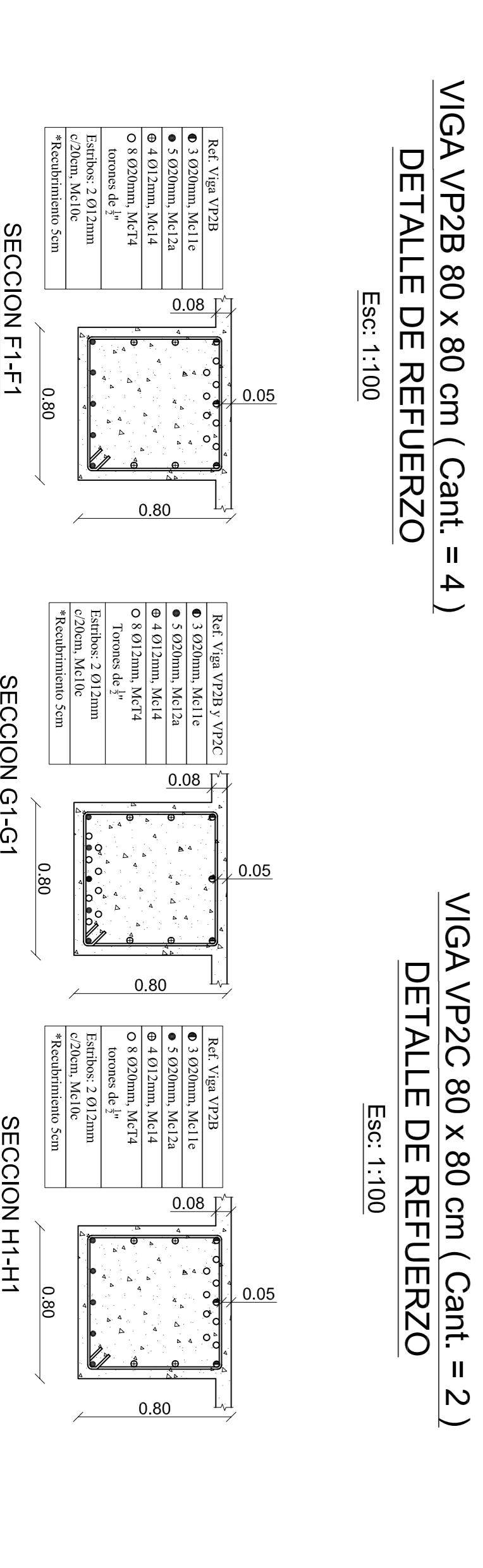


**1ª PLANTA ALTA**  
Detalle Vigas Losa

NOTAS:  
\* NIVEL PISO ACABADO: N = +4.20  
\* NIVEL LOSA: N = +4.13



Nota: Traspases deberán tener una longitud  
TR20 = 1.2 m ( Hierros Ø20mm ),  
TR20a = 1.1 m ( Hierros Ø20mm ),  
TR14 = 0.85 m ( Hierros Ø14mm ),  
TR12 = 0.7 m ( Hierros Ø12mm ),  
y TR10 = 0.5 m ( Hierros Ø10mm )

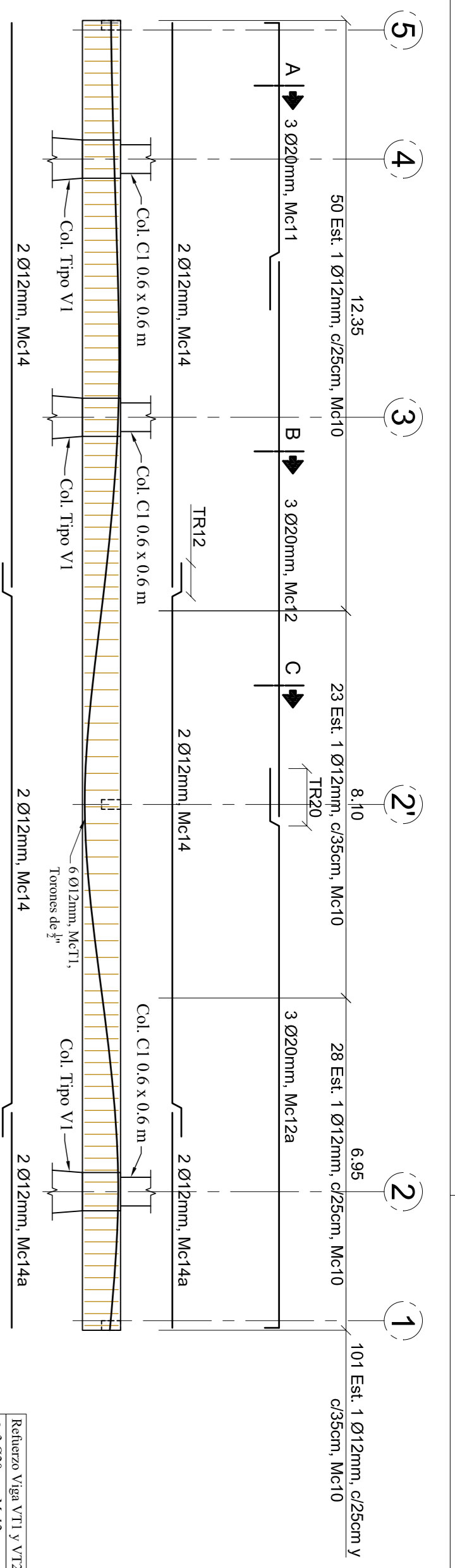


<b>RESUMEN DE MATERIALES</b>	
<b>Material</b>	<b>Unidad</b>
Losa y Vigas 1ra Planta	m <sup>3</sup>
Hormigón, f'c=280kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Acero de refuerzo	kg
Malla electrosoldada Ø6mm c/15cm	kg
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
	669.35
	5177.2
	52545.8
	6186.82

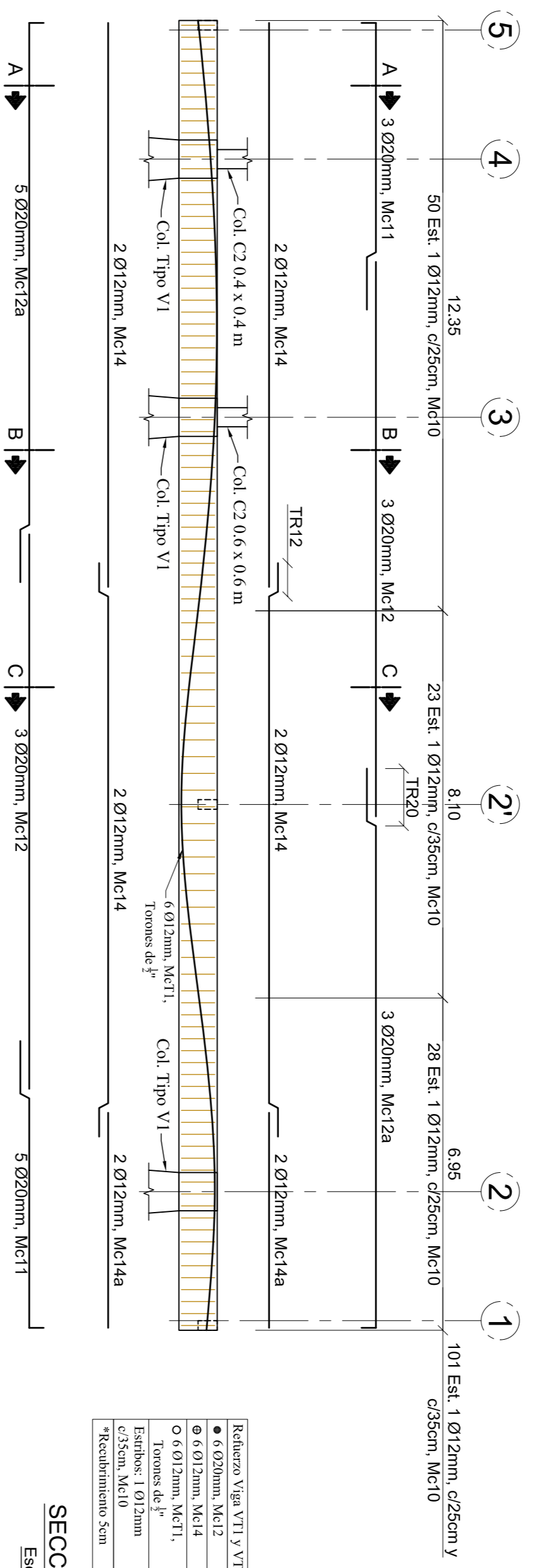
Material	Cant. (m <sup>3</sup> )	Cant. (m <sup>2</sup> )	Cant. (kg)	Observaciones
VIGA VS2P 20 x 40 cm (Cant. = 3)	3.00	12.00	120.00	
VIGA VS2F 20 x 40 cm (Cant. = 3)	3.00	12.00	120.00	
VIGA VS1P 20 x 40 cm (Cant. = 9)	9.00	36.00	360.00	
VIGA VS1 15 x 80 cm	10.80	43.20	432.00	
VIGA VT1 50 x 80 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VT2 50 x 80 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VP2A 80 x 80 cm	2.70	10.80	108.00	
VIGA VP2B 80 x 80 cm	5.40	21.60	216.00	
VIGA VP2C 80 x 80 cm	2.70	10.80	108.00	
VIGA VP2D 80 x 80 cm	2.70	10.80	108.00	
VIGA VS20 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS21 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS22 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS23 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS24 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS25 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS26 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS27 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS28 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS29 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS30 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS31 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS32 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS33 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS34 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS35 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS36 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS37 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS38 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS39 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS40 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS41 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS42 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS43 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS44 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS45 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS46 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS47 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS48 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS49 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS50 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS51 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS52 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS53 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS54 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS55 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS56 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS57 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS58 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS59 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS60 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS61 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS62 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS63 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS64 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS65 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS66 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS67 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS68 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS69 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS70 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS71 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS72 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS73 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS74 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS75 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS76 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS77 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS78 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS79 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS80 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS81 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS82 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS83 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS84 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS85 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS86 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS87 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS88 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS89 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS90 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS91 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS92 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS93 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS94 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS95 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS96 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS97 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS98 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS99 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	
VIGA VS100 20 x 40 cm	1.80	7.20	72.00	

<b>proyecto</b>	REDISEÑO ESTRUCTURAL CON LOSAS POSTENSADAS
<b>escala:</b>	PARQUE TECNOLÓGICO
<b>revisión:</b>	
<b>INDICADAS</b>	
<b>revisión:</b>	
<b>proyecto</b>	REDISEÑO ESTRUCTURAL CON LOSAS POSTENSADAS
<b>escala:</b>	PARQUE TECNOLÓGICO
<b>revisión:</b>	
<b>INDICADAS</b>	
<b>revisión:</b>	
<b>proyecto</b>	REDISEÑO ESTRUCTURAL CON LOSAS POSTENSADAS
<b>escala:</b>	PARQUE TECNOLÓGICO
<b>revisión:</b>	
<b>INDICADAS</b>	
<b>revisión:</b>	

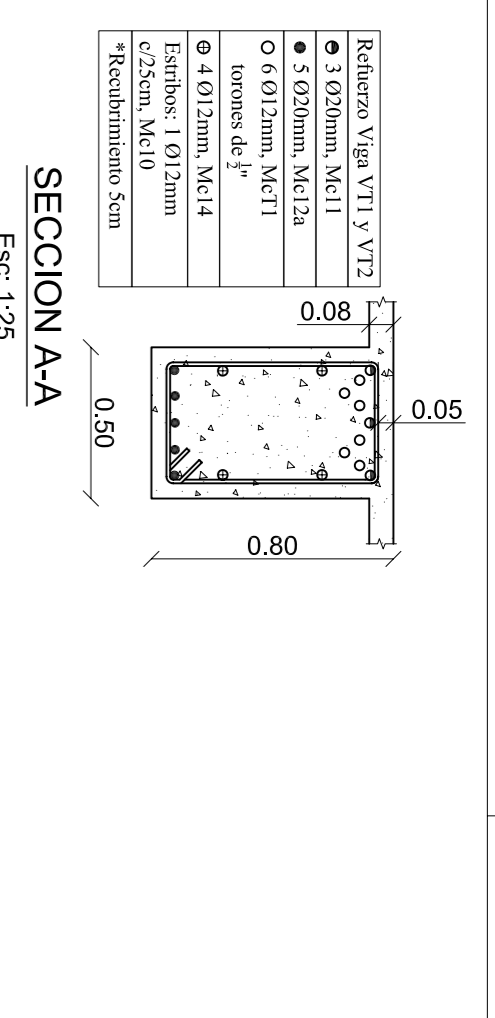




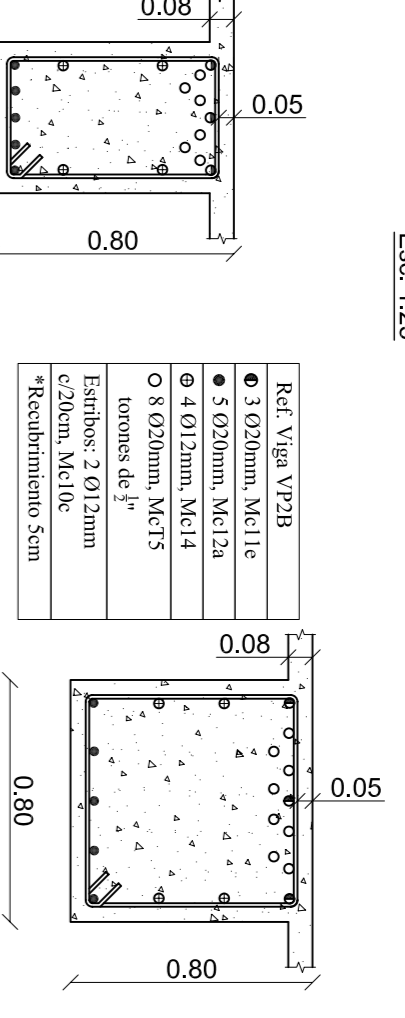
VIGA VT1 50 x 80 cm (Cant. = 8)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100



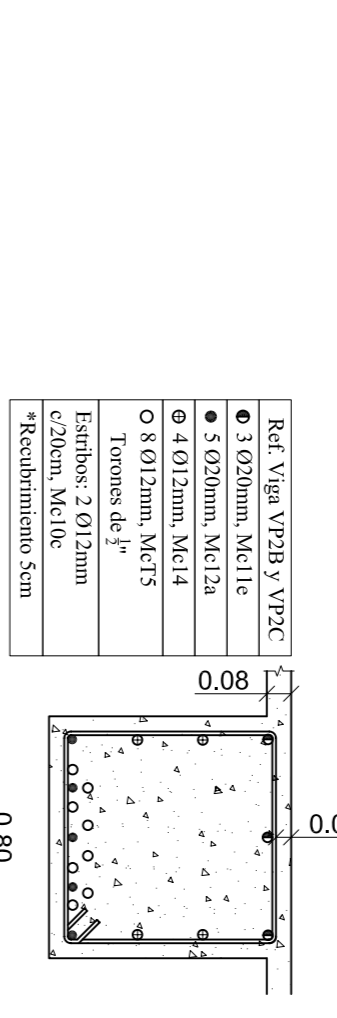
VIGA VT2 50 x 80 cm (Cant. = 2)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100



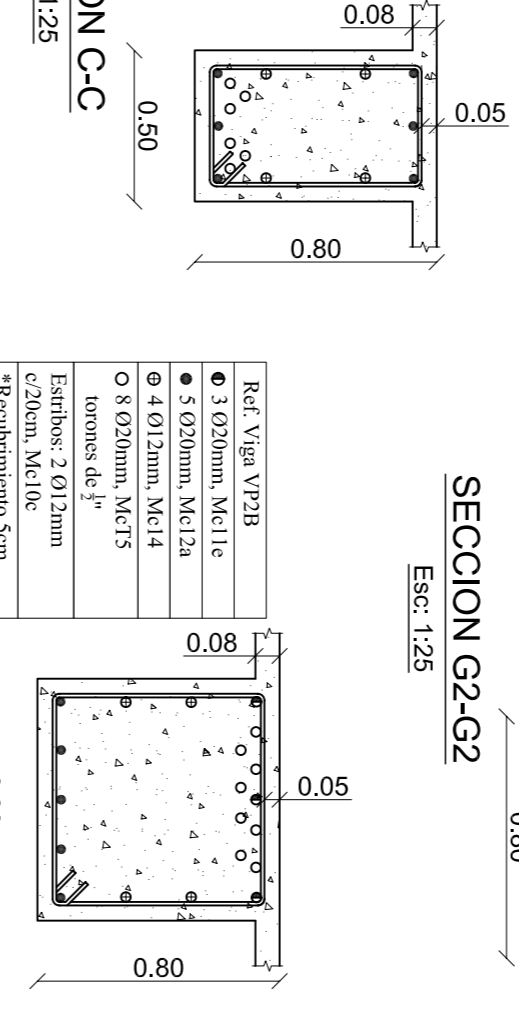
SECCION A-A  
Esc: 1:25



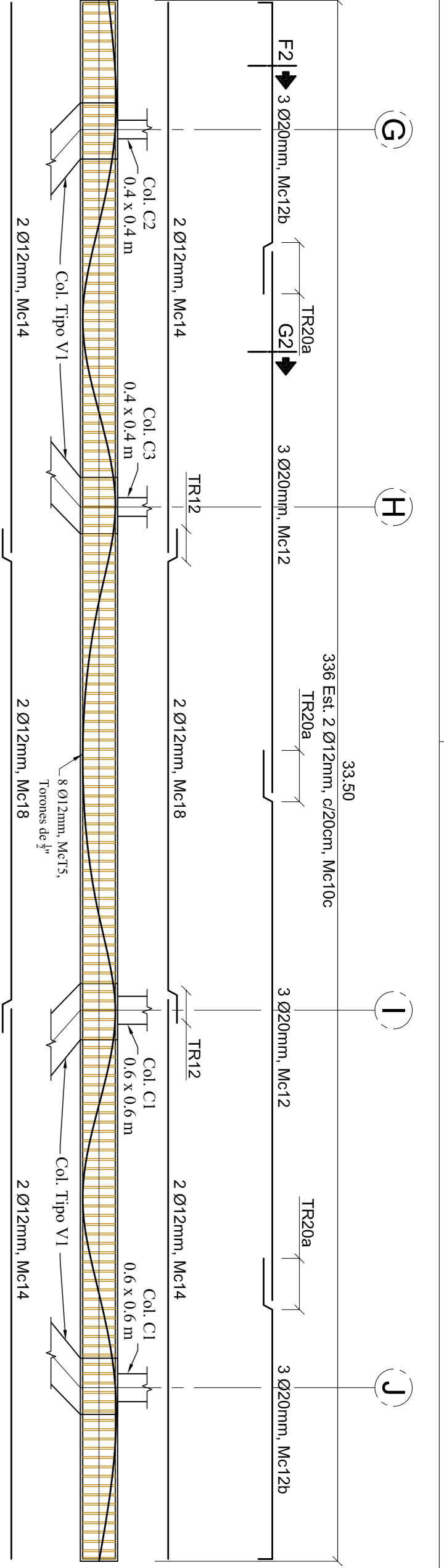
SECCION B-B  
Esc: 1:25



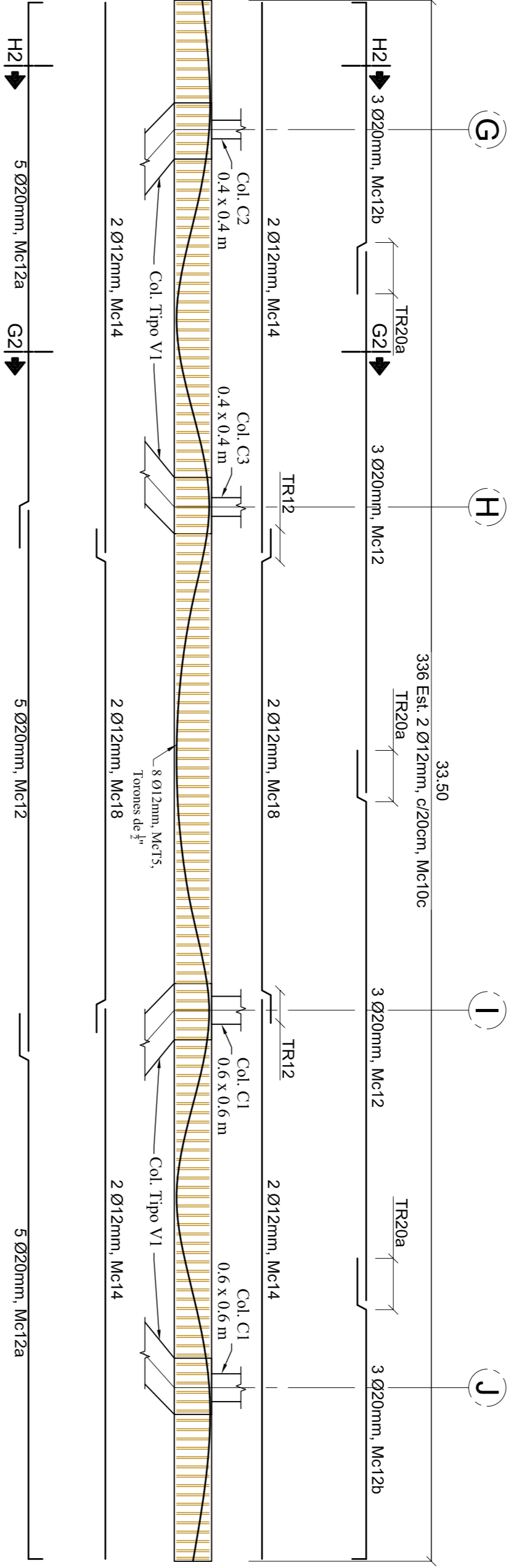
SECCION F2-F2  
Esc: 1:25



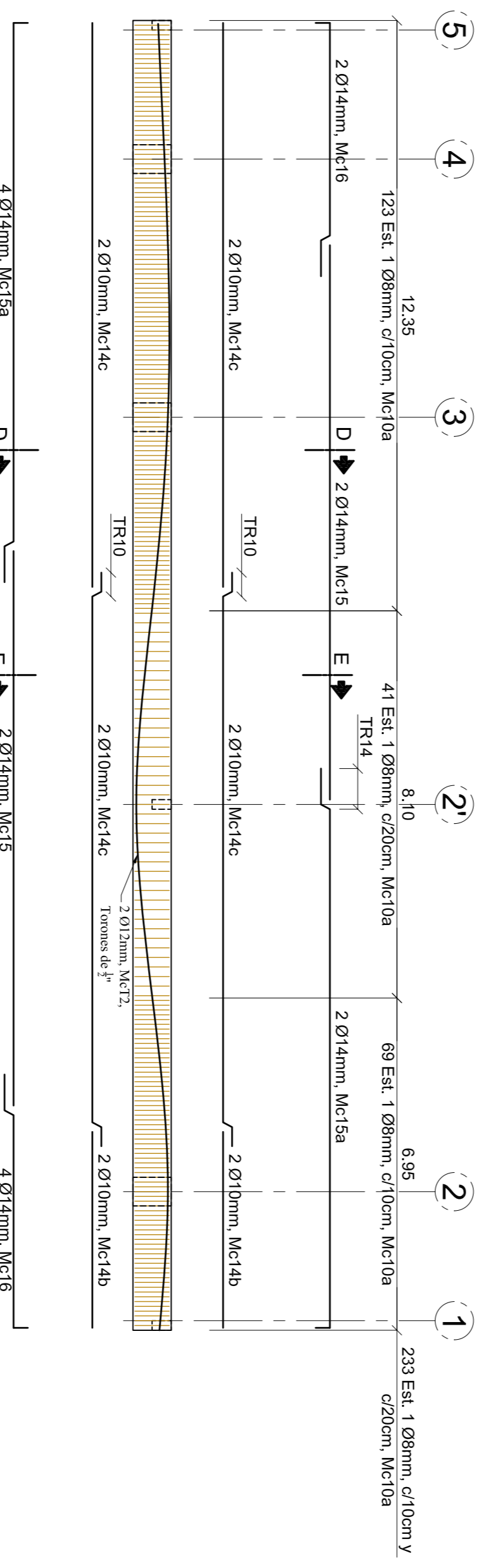
SECCION H2-H2  
Esc: 1:25



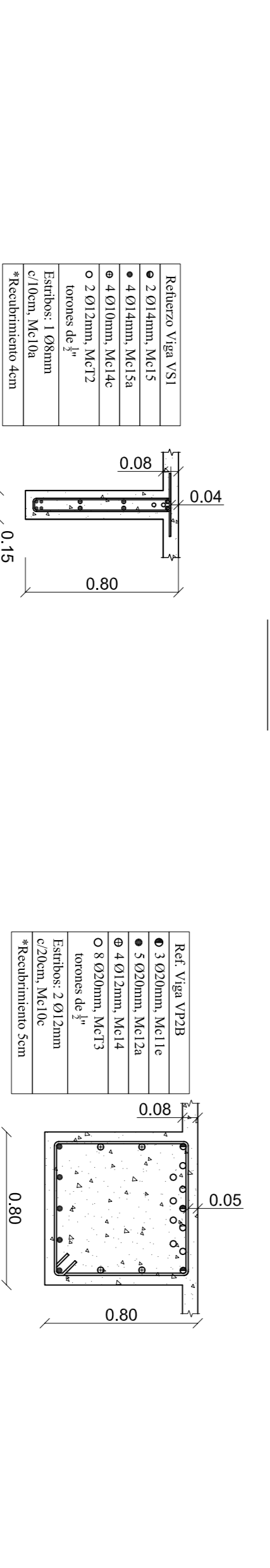
VIGA VP2D 80 x 80 cm (Cant. = 2)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100



VIGA VP2E 80 x 80 cm (Cant. = 1)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100



VIGA VS1 15 x 80 cm (Cant. = 50)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100



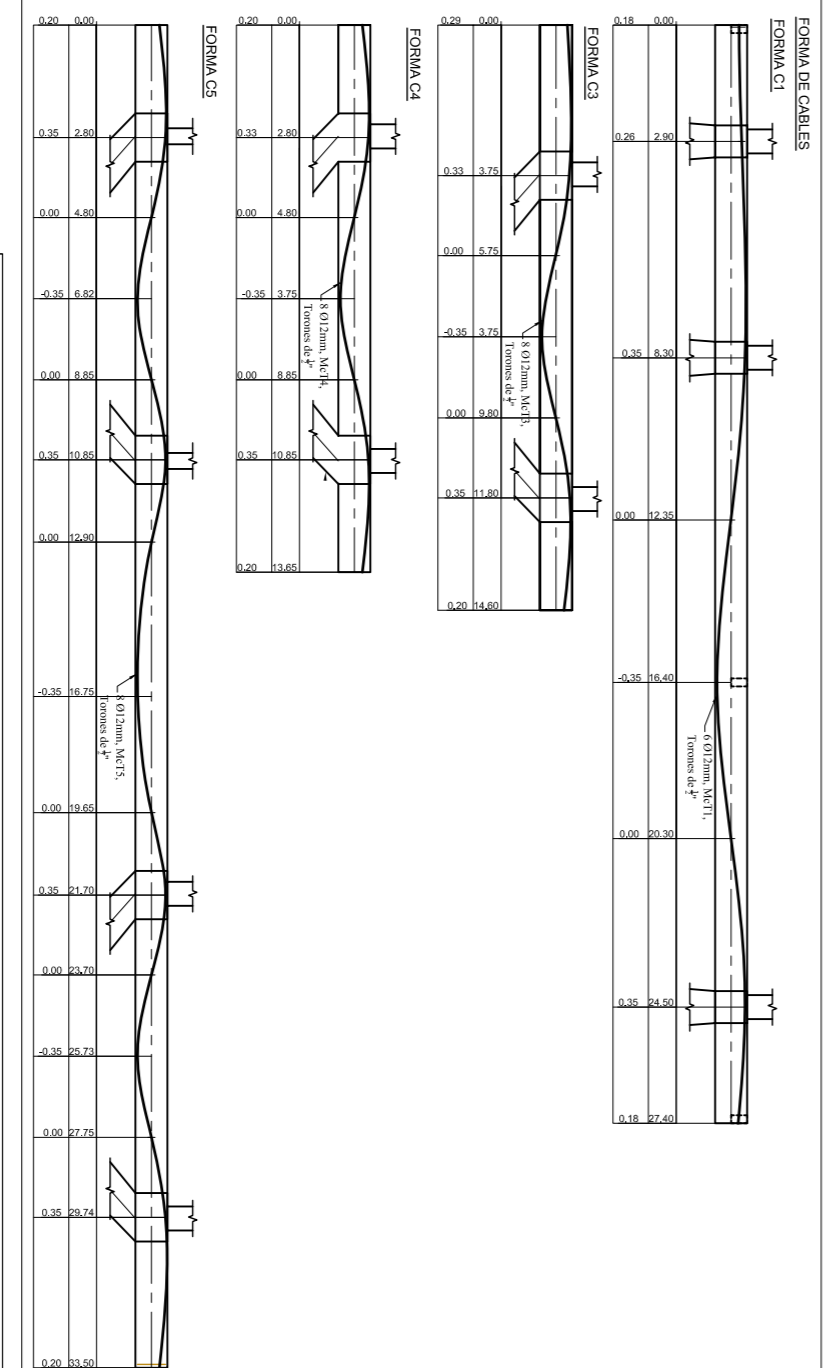
VIGA VP2 80 x 80 cm (Cant. = 2)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100



VIGA VP2A 80 x 80 cm (Cant. = 1)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100

Marca	Cantidad	Tipos	Diametro	Resones	Longitud	Long. Total	Observaciones
					(m)	(m)	
<b>ROS VIGAS IRA PLANTA</b>							
VIGA VT1 50 x 80 cm (Cant. = 8)	8	12	Ø 20	6,00	0,30	2,44	Enlino
VIGA VT2 50 x 80 cm (Cant. = 2)	2	20	Ø 20	12,00	0,30	4,02	Enlino
VIGA VS1 15 x 80 cm (Cant. = 50)	50	12	Ø 14	11,70	0,30	168,00	Enlino
VIGA VP2 80 x 80 cm (Cant. = 2)	2	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2A 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2B 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2C 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2D 80 x 80 cm (Cant. = 2)	2	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2E 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2F 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2G 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2H 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2I 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2J 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2K 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2L 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2M 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2N 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2O 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2P 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2Q 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2R 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2S 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2T 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2U 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2V 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2W 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2X 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
VIGA VP2Y 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 20	11,70	0,30	24,00	Enlino
VIGA VP2Z 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 20	6,25	0,30	2,48	Enlino
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>	<b>12</b>	<b>Ø 20</b>	<b>62,50</b>	<b>0,30</b>	<b>784,8</b>	

Marca	Cantidad	Tipos	Diametro	Resones	Longitud	Long. Total	Observaciones
					(m)	(m)	
<b>PLANTA DE HIERROS - CABLE PARA VIGAS IRA PLANTA</b>							
VIGA VT1 50 x 80 cm (Cant. = 8)	8	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VT2 50 x 80 cm (Cant. = 2)	2	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VS1 15 x 80 cm (Cant. = 50)	50	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2 80 x 80 cm (Cant. = 2)	2	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2A 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2B 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2C 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2D 80 x 80 cm (Cant. = 2)	2	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2E 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2F 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2G 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2H 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2I 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2J 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2K 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2L 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2M 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2N 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2O 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2P 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2Q 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2R 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2S 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2T 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2U 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2V 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2W 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2X 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
VIGA VP2Y 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	20	Ø 10	6,20	0,15	314,4	Cable forma C1
VIGA VP2Z 80 x 80 cm (Cant. = 1)	1	12	Ø 10	3,10	0,15	157,2	Cable forma C1
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>	<b>12</b>	<b>Ø 10</b>	<b>31,0</b>	<b>0,15</b>	<b>784,8</b>	



**proyecto**  
REDISEÑO ESTRUCTURAL CON LOSAS POSTENSADAS  
PARQUE TECNOLÓGICO

**escala:**  
INDICADAS

**revisiones:**

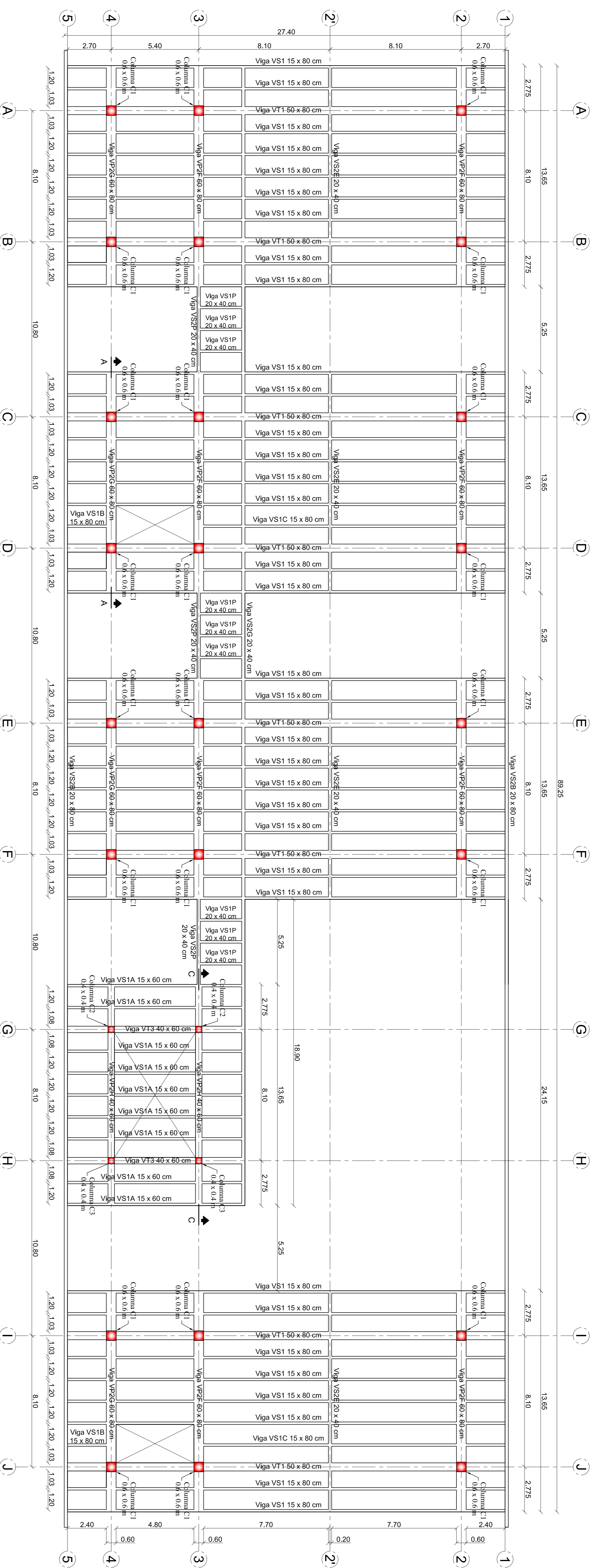
**contiene:**  
CORTES VIGAS IRA PLANTA  
DETALLE DE REFUERZO - CORTES  
PLANILLAS

Ing. Jorge Bravo Medina.  
MARZO 2013  
h o j a 08 ET



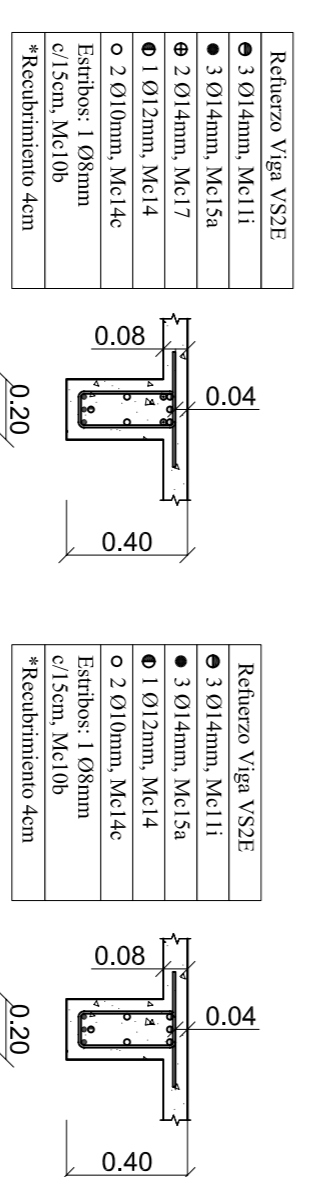






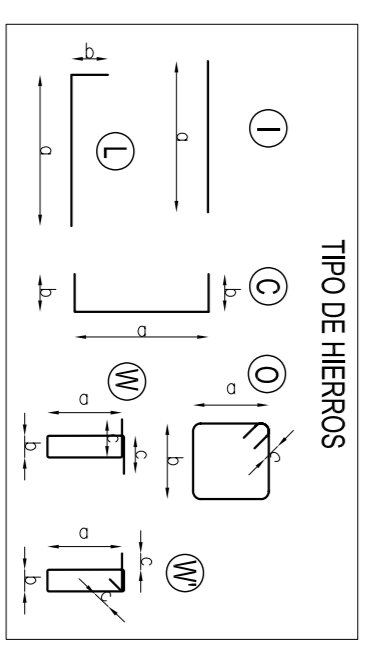
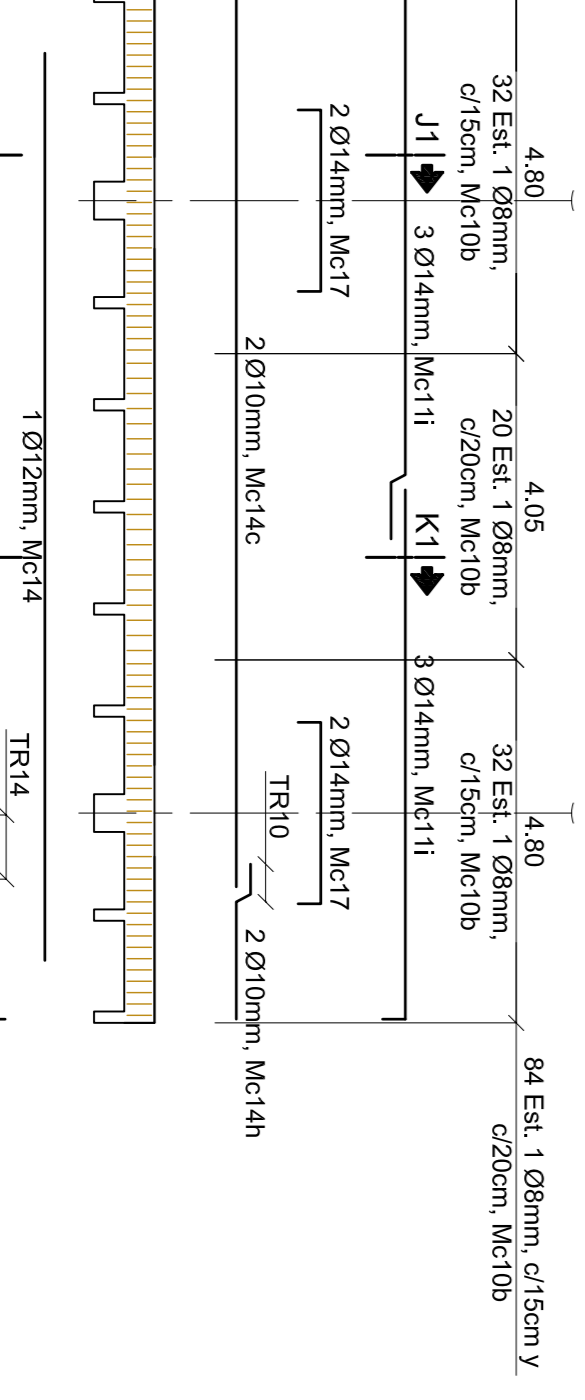
**2ª PLANTA ALTA**  
Detalle Vigas Losa  
Esc: 1:125

NOTAS:  
\* NIVEL PISO ACABADO: N = +8.05  
\* NIVEL LOSA: N = +7.98



**PLANILLA DE HIERROS - VIGAS 2DA PLANTA**

Materia	Cantidad	Tipos	Dimensiones (mm)	Longitud (m)	Longitud Total (m)	Observaciones
VIGA VS2E 20 x 40 cm	8	a	0,32	0,12	0,25	42,4
VIGA VS1 15 x 80 cm	336	w	8	7,50	7,50	180,0
VIGA VT1 50 x 80 cm	24	L	14	7,20	0,30	80,0
VIGA VS2P 60 x 80 cm	2	l	10	12,00	0,30	96,0
VIGA VS1C 15 x 80 cm	8	l	10	2,05	2,05	16,4
VIGA VS1B 15 x 80 cm	4	l	12	12,00	0,30	48,0
VIGA VS2E 20 x 40 cm	16	C	14	2,40	0,30	48,0
	17					48,0



**RESUMEN DE PLANILLA - VIGAS 2DA PLANTA**

Material	Longitud (m)	Longitud (m)	Longitud (m)	Longitud (m)
8	20843,8	22928,2	0,355	8058,6
10	4103,2	5241,8	0,815	3328,2
12	4103,2	5241,8	0,815	3328,2
14	8482,8	9531,1	1,208	11272,0
16	919,0	1010,9	1,578	1595,2
20	2854,2	2919,6	2,466	7742,3
				41987,1

**Resumen de Materiales**

Material	Unidad	Cantidad
Losa y Vigas 2da Planta	m3	424,05
Hormigon, f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup>	m2	39003,3
Acero de refuerzo	Kg	41027,1
Malla electrosoldada Ø6mm c/15cm	Kg	4780,15

Nota: Tazlaslapen deberan tener una longitud  
TR20 = 1,2 m ( Hierros Ø20mm ),  
TR16 = 0,95 m ( Hierros Ø16mm ),  
TR14 = 0,85 m ( Hierros Ø14mm ),  
TR12 = 0,7 m ( Hierros Ø12mm ),  
Y TR10 = 0,5 m ( Hierros Ø10mm )

**proyecto** REDISEÑO ESTRUCTURAL CON LOSAS POSTENSADAS  
**PARQUE TECNOLOGICO**

**escala:** INDICADAS

**revisiones:**

diseno:	Ing. Jorge Bravo Medina.
dibujos:	Ing. Jorge Bravo Medina.
revisioes:	Ing. Fernando Zalamea PhD.

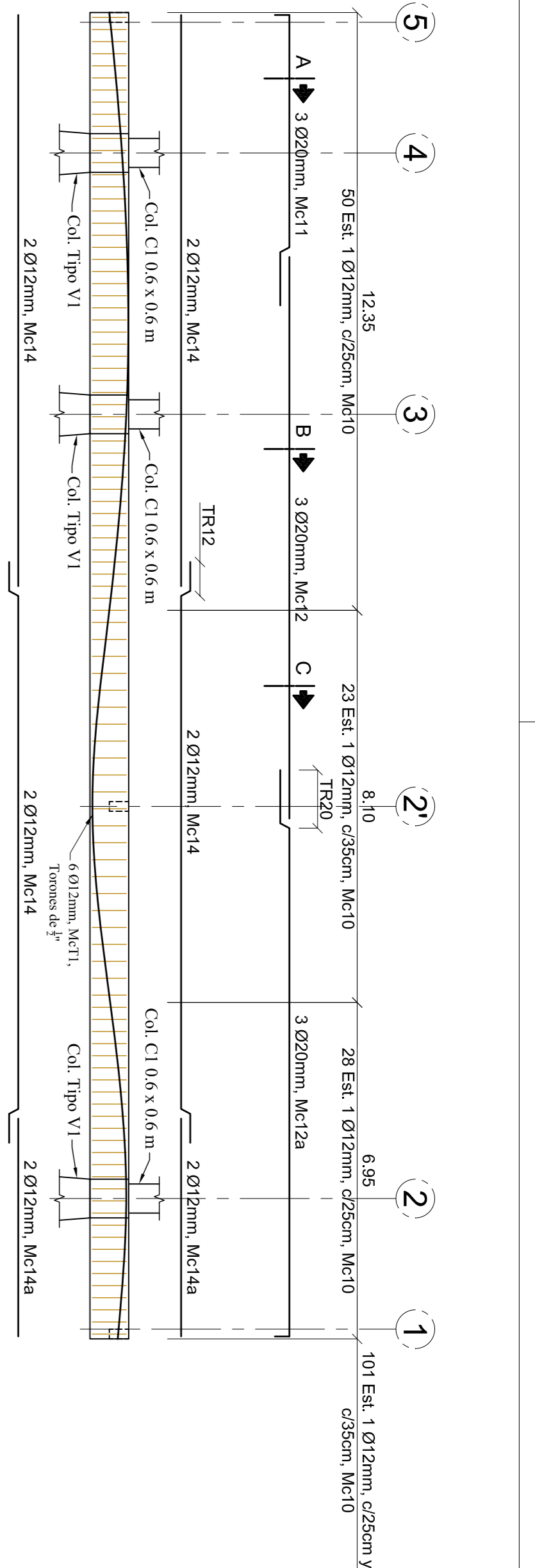
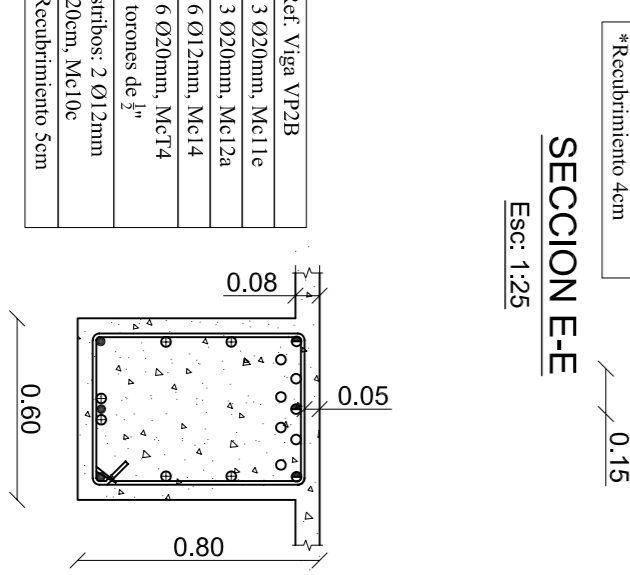
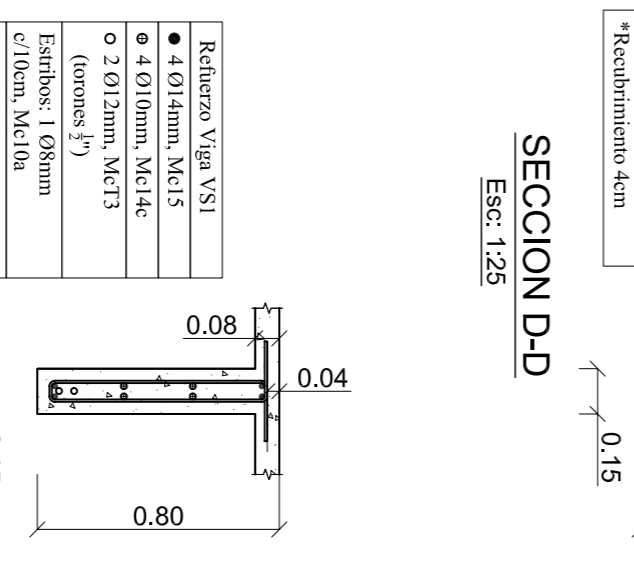
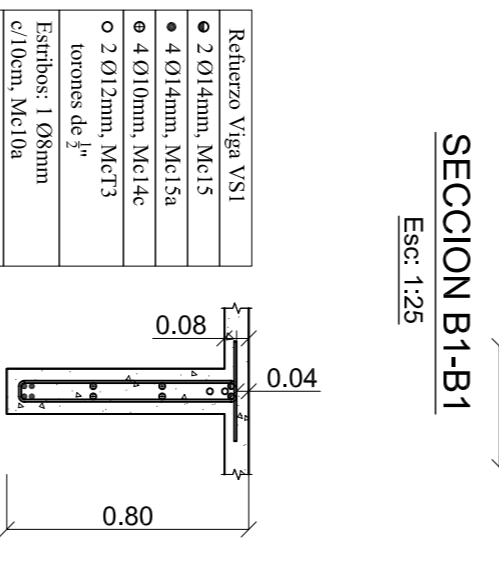
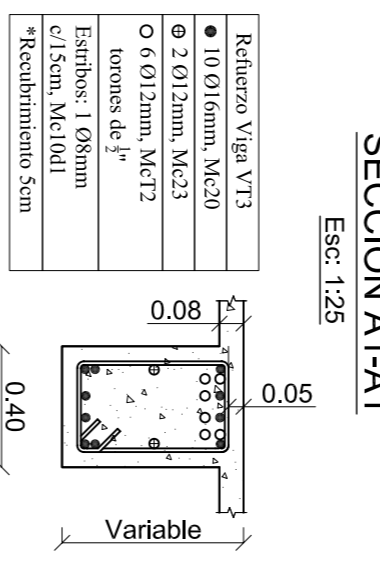
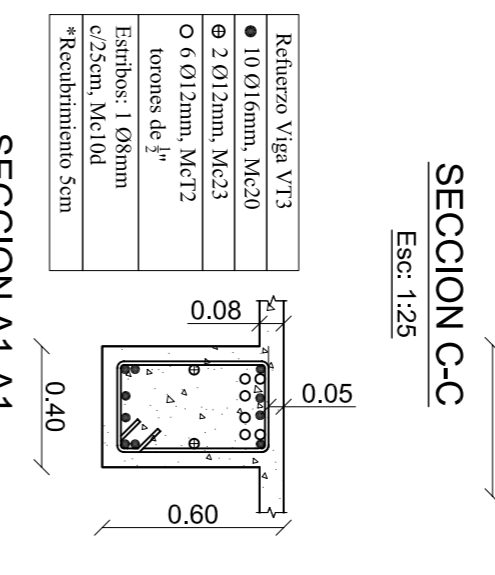
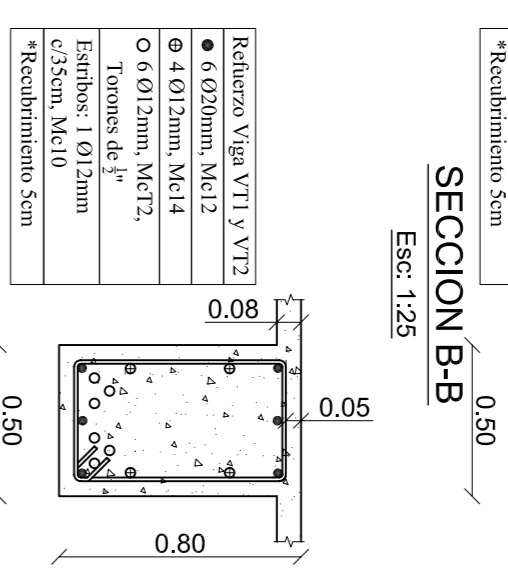
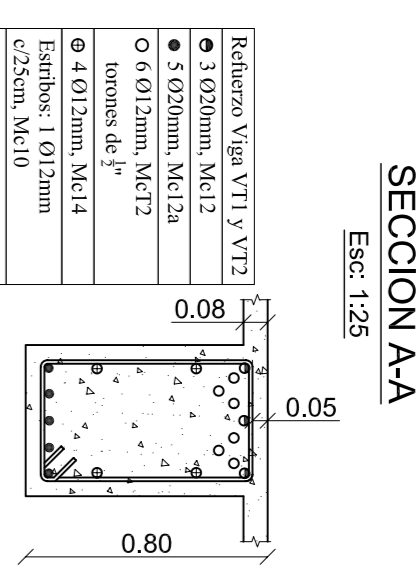
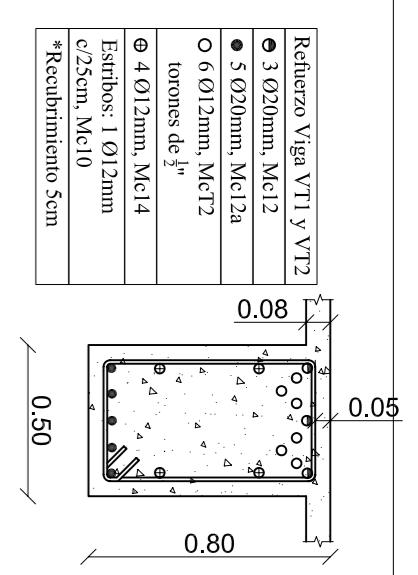
Ing. Jorge Bravo Medina.

contiene: VIGAS 2ª PLANTA ALTA  
DETALLE DEL REFUERZO - CORTES  
PLANILLAS

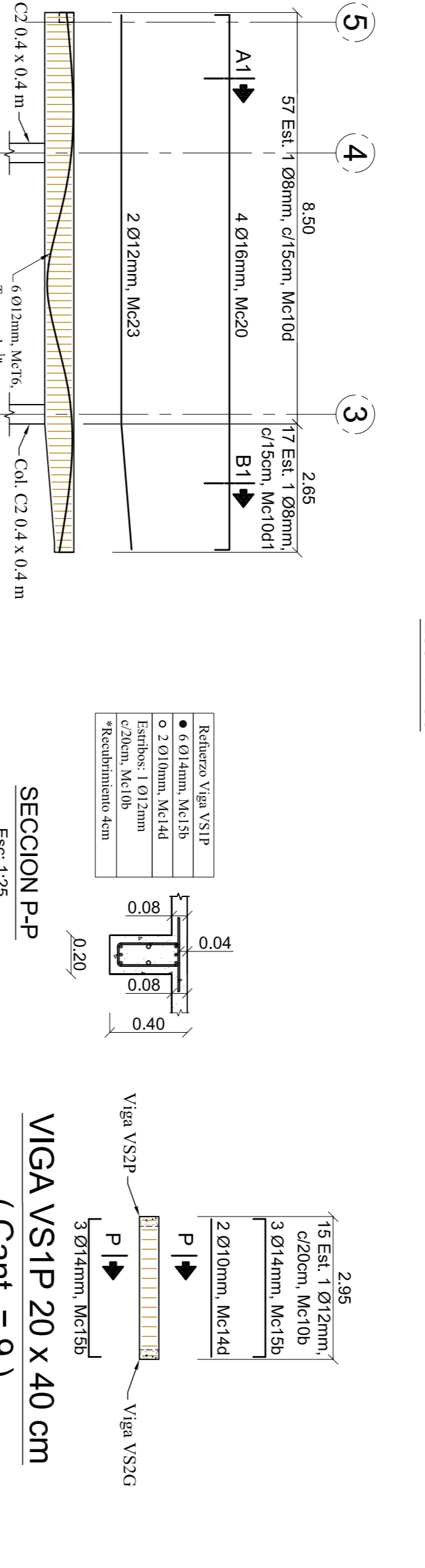
CUENCA  
MARZO 2013

h o j a 10 ET

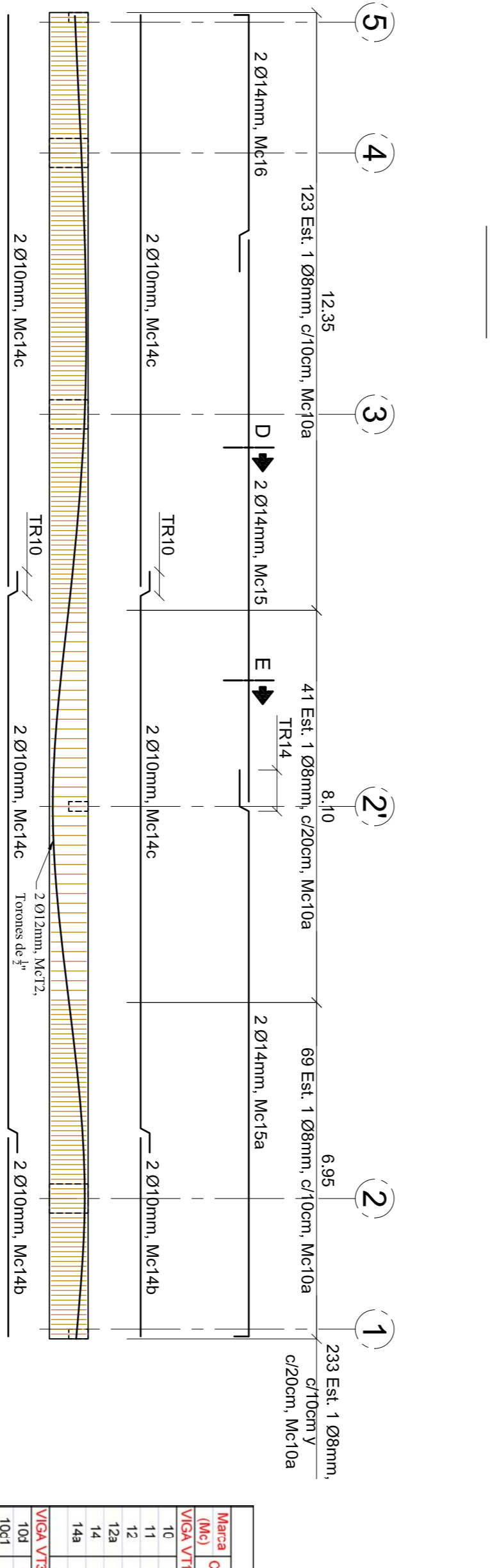




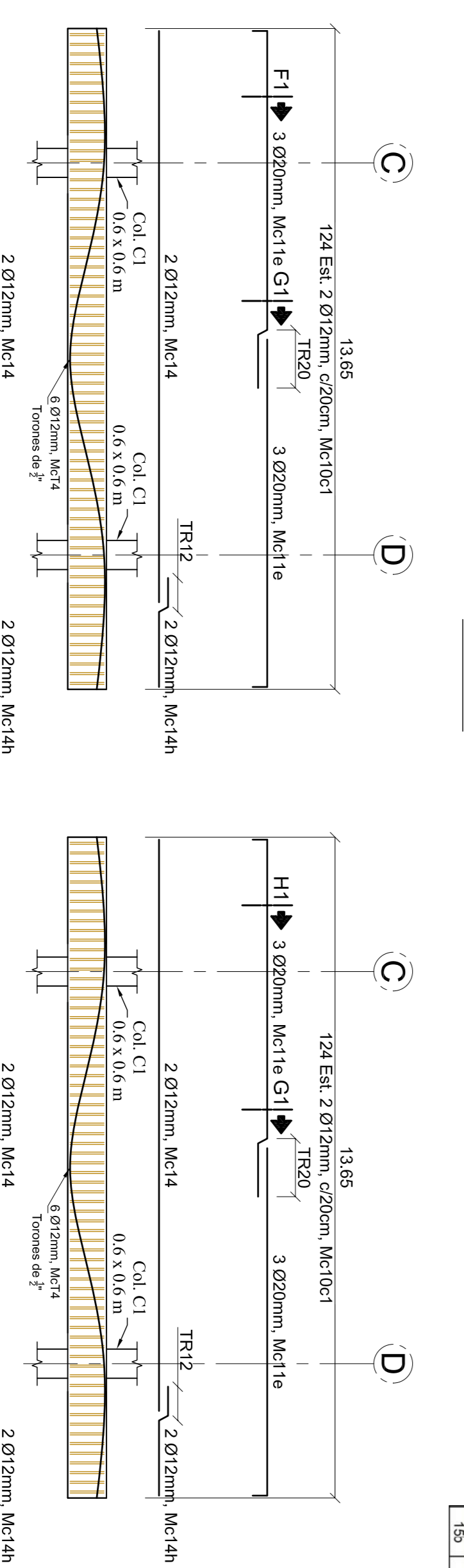
VIGA VT1 50 x 80 cm (Cant. = 8)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc. 1:100



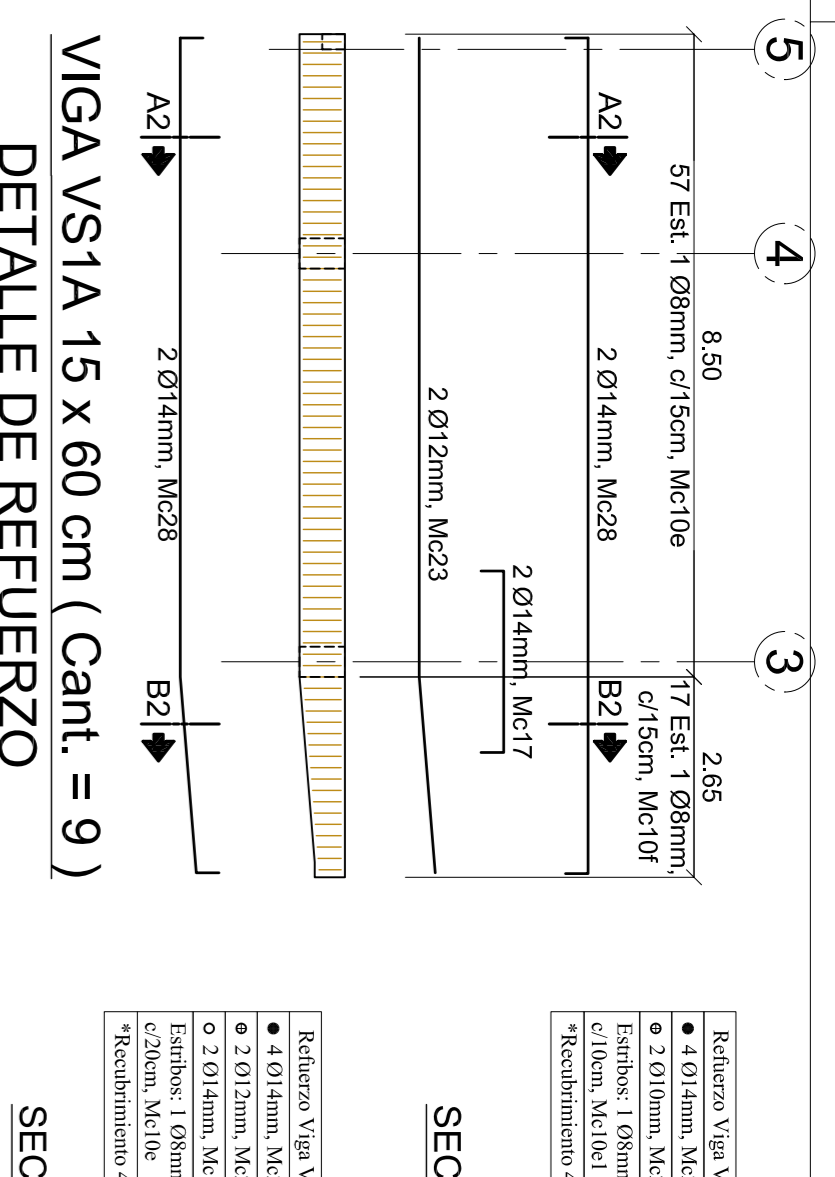
VIGA VT3 40 x 60 cm (Cant. = 2)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc. 1:100



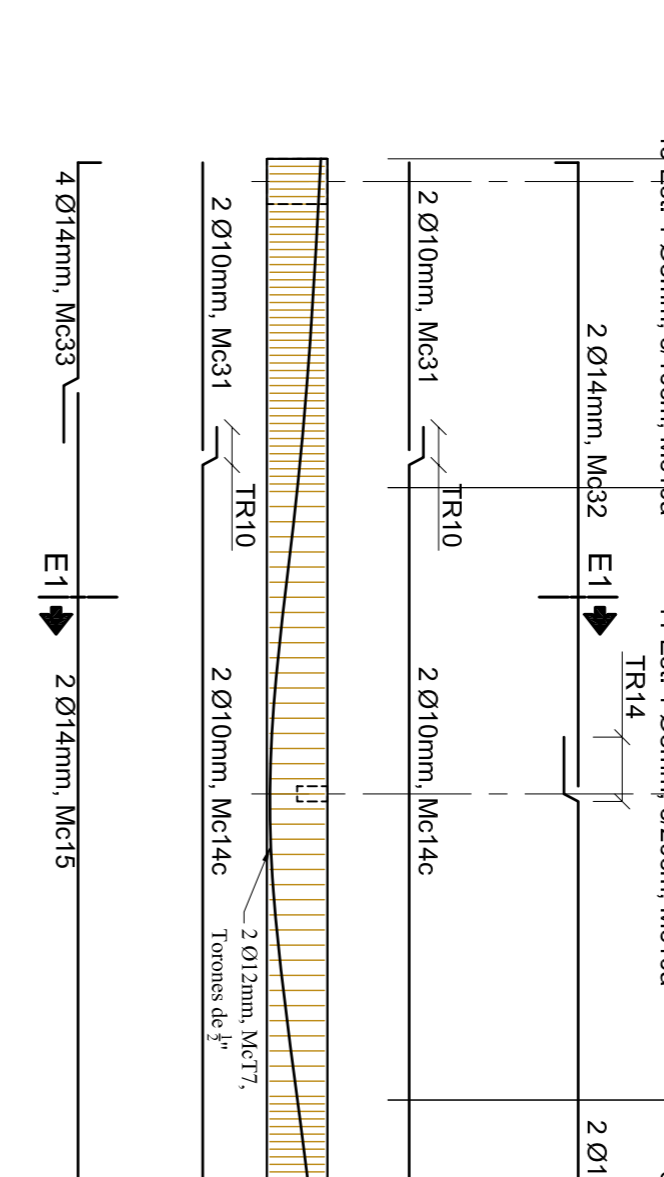
VIGA VS1 15 x 80 cm (Cant. = 34)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc. 1:100



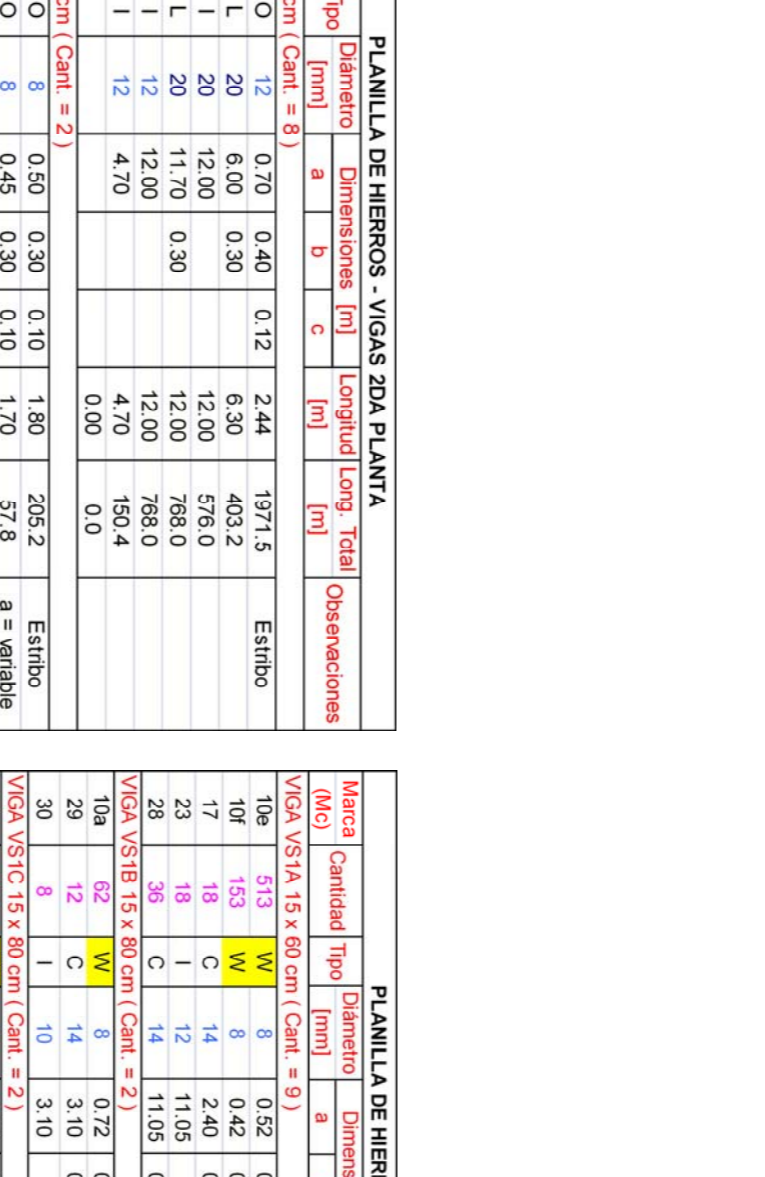
VIGA VP2F 60 x 80 cm (Cant. = 8)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc. 1:100



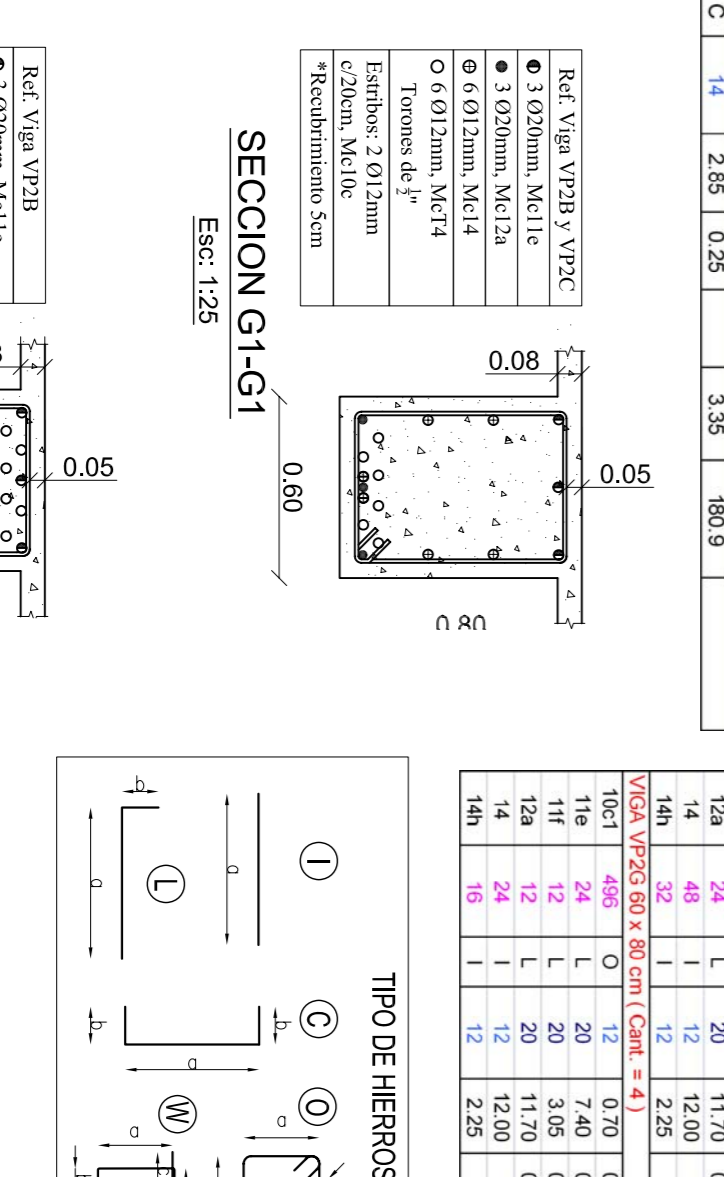
VIGA VS1A 15 x 60 cm (Cant. = 9)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc. 1:100



VIGA VS1C 15 x 80 cm (Cant. = 2)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc. 1:100



VIGA VS1B 15 x 80 cm (Cant. = 2)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc. 1:100



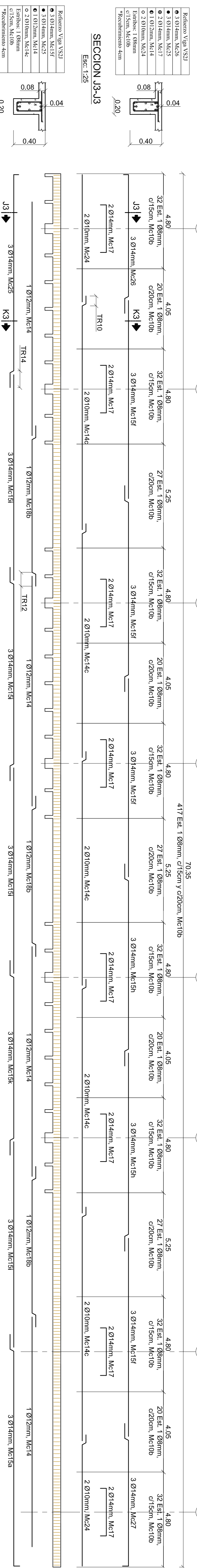
VIGA VP2G 60 x 80 cm (Cant. = 4)  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc. 1:100

Marc	Cantidad	Tip	Dimensio	Longitud	Total	Observaciones		
16	1	O	12, 0,70	0,40	0,12	2,44	1971,5	Entero
17	64	L	20	6,00	0,30	12,00	403,2	Entero
18	48	L	14	12,00	0,30	12,00	576,0	Entero
19	16	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
20	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
21	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
22	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
23	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
24	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
25	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
26	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
27	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
28	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
29	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
30	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
31	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
32	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
33	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
34	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
35	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
36	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
37	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
38	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
39	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
40	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
41	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
42	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
43	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
44	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero
45	24	L	14	12,00	0,30	12,00	768,0	Entero

Marc	Cantidad	Tip	Dimensio	Longitud	Total	Observaciones		
108	138	O	12, 0,72	0,07	0,20	1,91	15131,2	Entero
109	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
140	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
141	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
142	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
143	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
144	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
145	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
146	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
147	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
148	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
149	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
150	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
151	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
152	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
153	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
154	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero
155	138	L	10	4,30	0,30	4,30	594,8	Entero

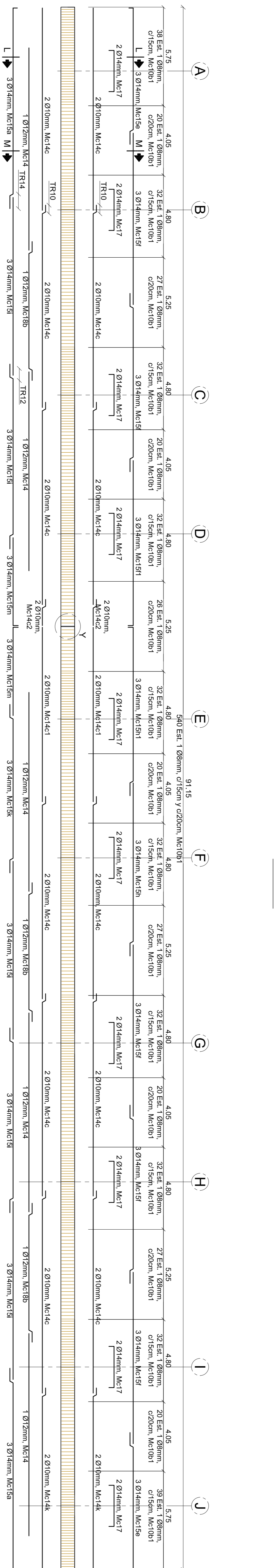
Marc	Cantidad	Tip	Dimensio	Longitud	Total	Observaciones		
108	138	O	12, 0,70	0,50	0,10	2,80	2575,2	Entero
109	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
110	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
111	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
112	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
113	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
114	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
115	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
116	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
117	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
118	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
119	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
120	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
121	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
122	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
123	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
124	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
125	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
126	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
127	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
128	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
129	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
130	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
131	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
132	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
133	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
134	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
135	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
136	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
137	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
138	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
139	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
140	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
141	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
142	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
143	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
144	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
145	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
146	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
147	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
148	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
149	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
150	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
151	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
152	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
153	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
154	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
155	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
156	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
157	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
158	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
159	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
160	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
161	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
162	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
163	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
164	138	L	10	7,40	0,30	7,70	309,6	Entero
165	138	L						





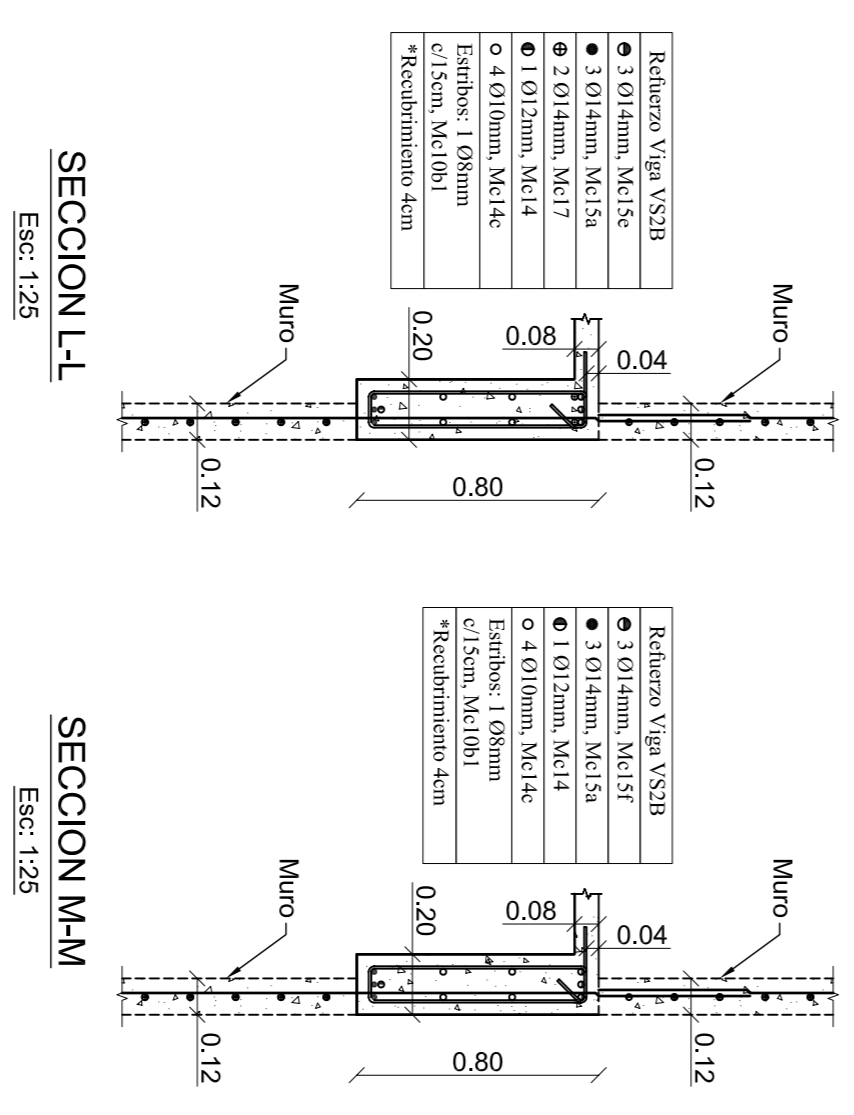
**SECCION K3-K3**  
Esc: 1:25

**VIGA VS2G 20 x 40 cm (Cant. = 1)**  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100

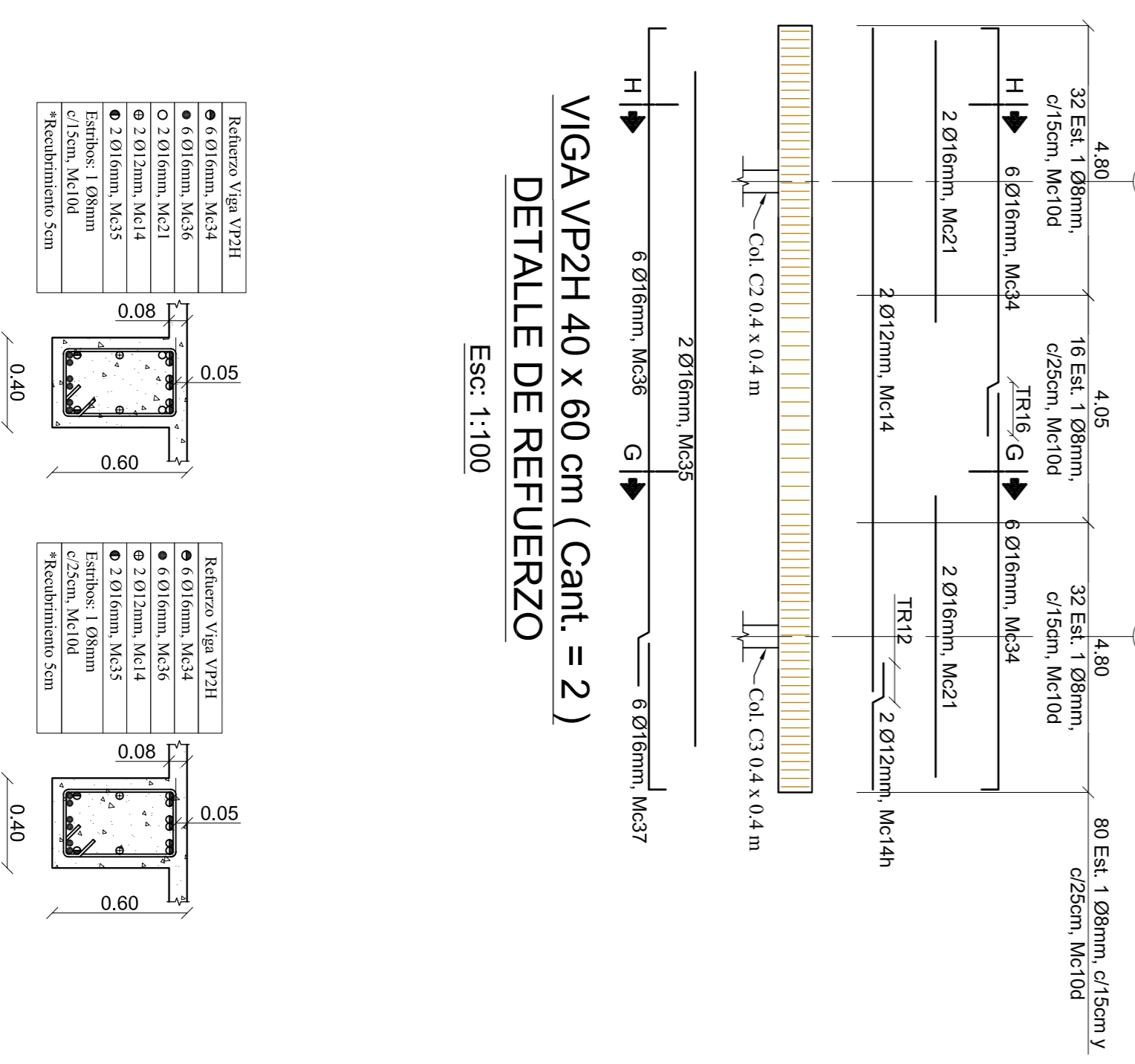


**VIGA VS2B 20 x 80 cm (Cant. = 2)**  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:125

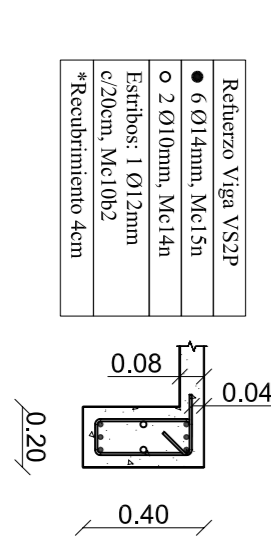
**DETALLE Y-Y**  
Detalle de Junta expansión térmica  
Esc: 1:10



**VIGA VP2H 40 x 60 cm (Cant. = 2)**  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100



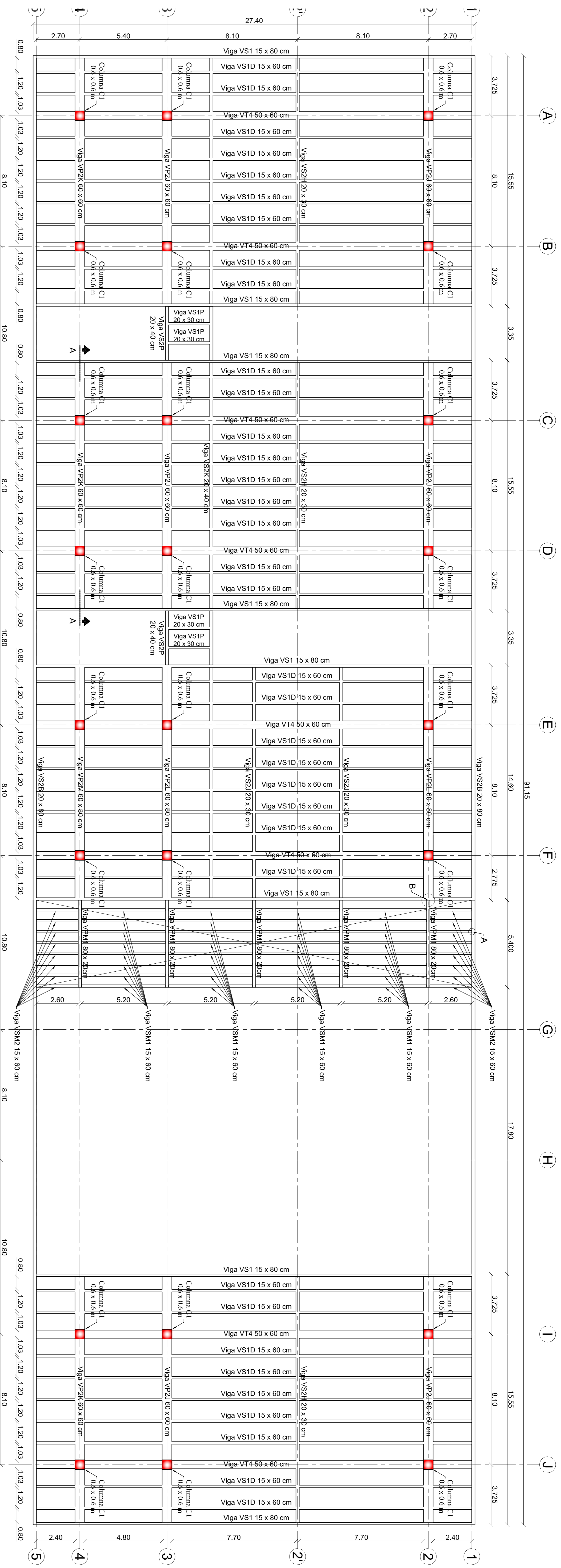
**VIGA VS2P 20 x 40 cm (Cant. = 3)**  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100



**PLANILLA DE HIERROS - VIGAS 2DA PLANTA**

Malla	Cantidad	Tipo	Dimensiones (m)	Tamaño	Peso (kg)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Orientación
100d	100	C	6,0	0,30	0,03	1,80	388,0	E
14	4	F	2,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	2,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
21	6	F	16,0	5,00	0,40	60,00	240,0	E
34	24	F	16,0	7,25	0,25	72,00	180,0	E
34	24	F	16,0	7,25	0,25	72,00	180,0	N
36	24	F	16,0	12,00	0,25	120,00	288,0	E
36	24	F	16,0	12,00	0,25	120,00	288,0	N
37	12	L	16,0	2,80	0,25	3,36	36,6	E
37	12	L	16,0	2,80	0,25	3,36	36,6	N
100d	4	F	6,0	0,72	0,22	1,26	352,4	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	N
14	4	F	10,0	0,20	0,04	12,00	48,0	E
14	4	F	10,0	0,20	0,04			





PLANTA CUBIERTA (N: +11.63)  
Detalle Vigas Losa

Esc: 1:125

PLANILLA DE HIERROS - VIGAS CUBIERTA

Marca	Cantid.	Tip.	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (Kg)
MARCA	CANT.	DESCRIPCION	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso total (Kg)
VPK1	5	Caja metálica 20 x 80 cm e=6mm	5.4	27.0	93.4	2522.2
VSM1	32	Caja metálica 15 x 60 cm e=9mm	5.2	166.4	5878.1	1689.5
VSM2	16	Caja metálica 15 x 80 cm e=9mm	2.6	41.6	1469.5	416.5
			<b>TOTAL (Kg)</b>			<b>9869.8</b>

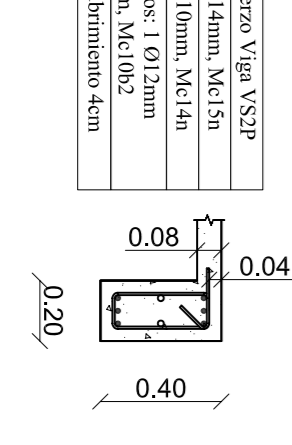
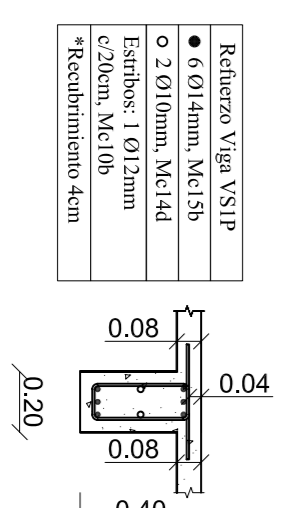
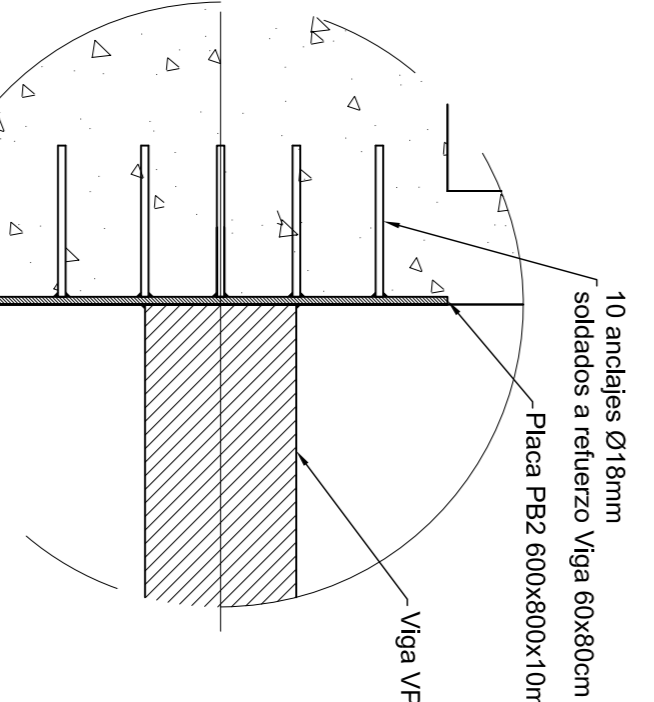
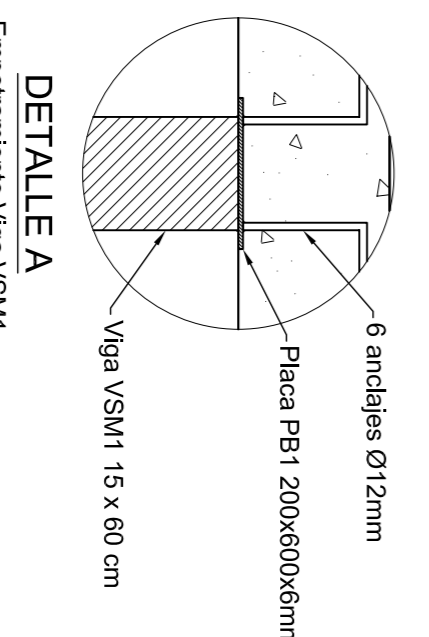
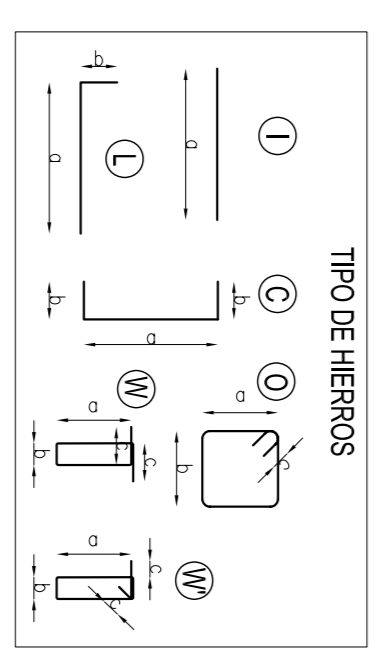
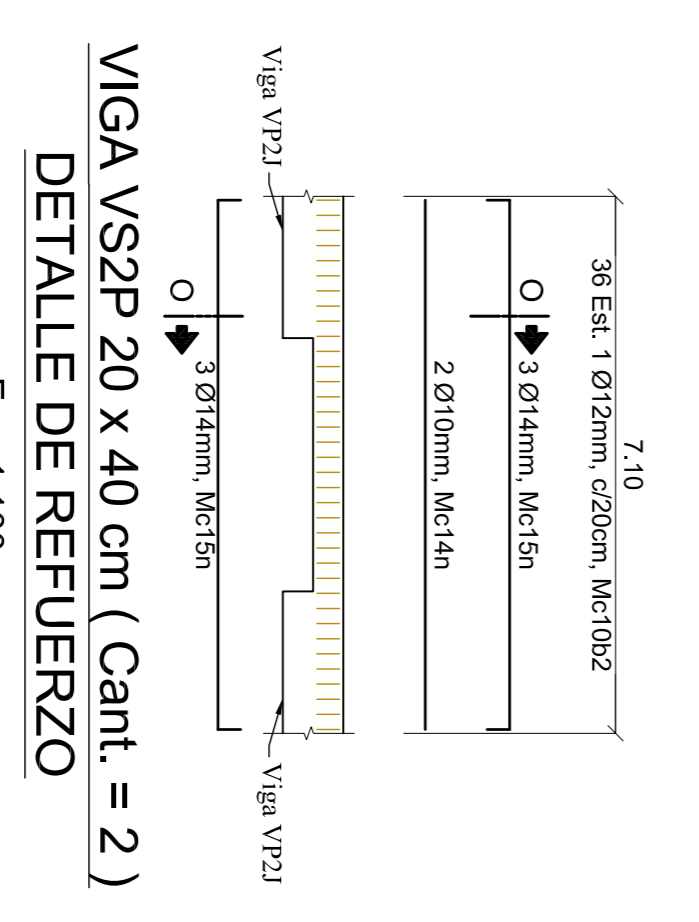
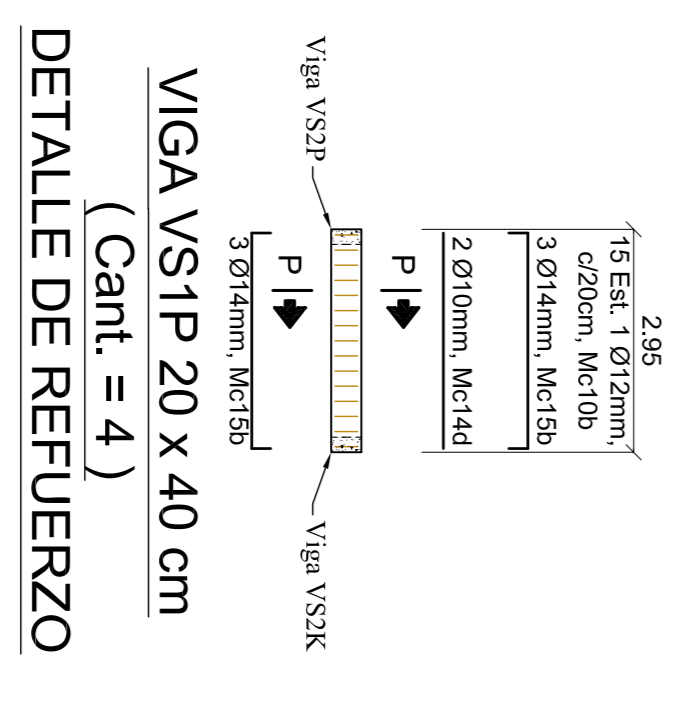
PLANILLA VIGAS METALICAS - CUBIERTA

MARCA	CANT.	DESCRIPCION	Longitud (m)	Long. Total (m)	Peso /m (kg/m)	Peso total (Kg)
VPK1	5	Caja metálica 20 x 80 cm e=6mm	5.4	27.0	93.4	2522.2
VSM1	32	Caja metálica 15 x 60 cm e=9mm	5.2	166.4	5878.1	1689.5
VSM2	16	Caja metálica 15 x 80 cm e=9mm	2.6	41.6	1469.5	416.5
			<b>TOTAL (Kg)</b>			<b>9869.8</b>

PLANILLA PLACAS METALICAS - CUBIERTA

MARCA	CANT.	DESCRIPCION	Peso /u (kg/u)	Peso total (Kg)
PB1	16	Placa 20 x 60 cm ac308m	5.7	90.4
PS2	5	Placa 60 x 60 cm e=10mm	37.7	188.4
			<b>TOTAL (Kg)</b>	<b>278.8</b>

Nota: Traslapes deberán tener una longitud  
 TR16 = 0.95 m ( Hierros Ø16mm ),  
 TR14 = 0.85 m ( Hierros Ø14mm ),  
 TR12 = 0.7 m ( Hierros Ø12mm )  
 Y TR10 = 0.5 m ( Hierros Ø10mm )



Resumen de Materiales

Material	Unidad	Cantidad
Losas y Vigas Cubierta	m3	376.77
Hormigon, Fc=280kg/cm2	m2	3787.7
Encorrido recto	Kg	34124.1
Acero refuerzo	Kg	10148.6
Acero perfiles y placas A50	Kg	4986.45
Malta electrosoldada Ø6mm c/15cm		

RESUMEN DE PLANILLA VIGAS CUBIERTA

CANT.	DESCRIPCION	Peso (Kg)
5	Caja metálica 20 x 80 cm e=6mm	93.4
32	Caja metálica 15 x 60 cm e=9mm	5878.1
16	Caja metálica 15 x 80 cm e=9mm	1469.5
<b>TOTAL</b>		<b>9869.8</b>

proyecto: REDISEÑO ESTRUCTURAL CON LOSAS POSTENSADAS PARQUE TECNOLÓGICO

escala: Ing. Jorge Bravo Medina

revisión: Ing. Jorge Bravo Medina

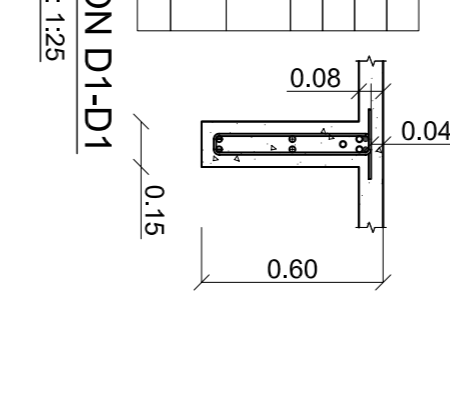
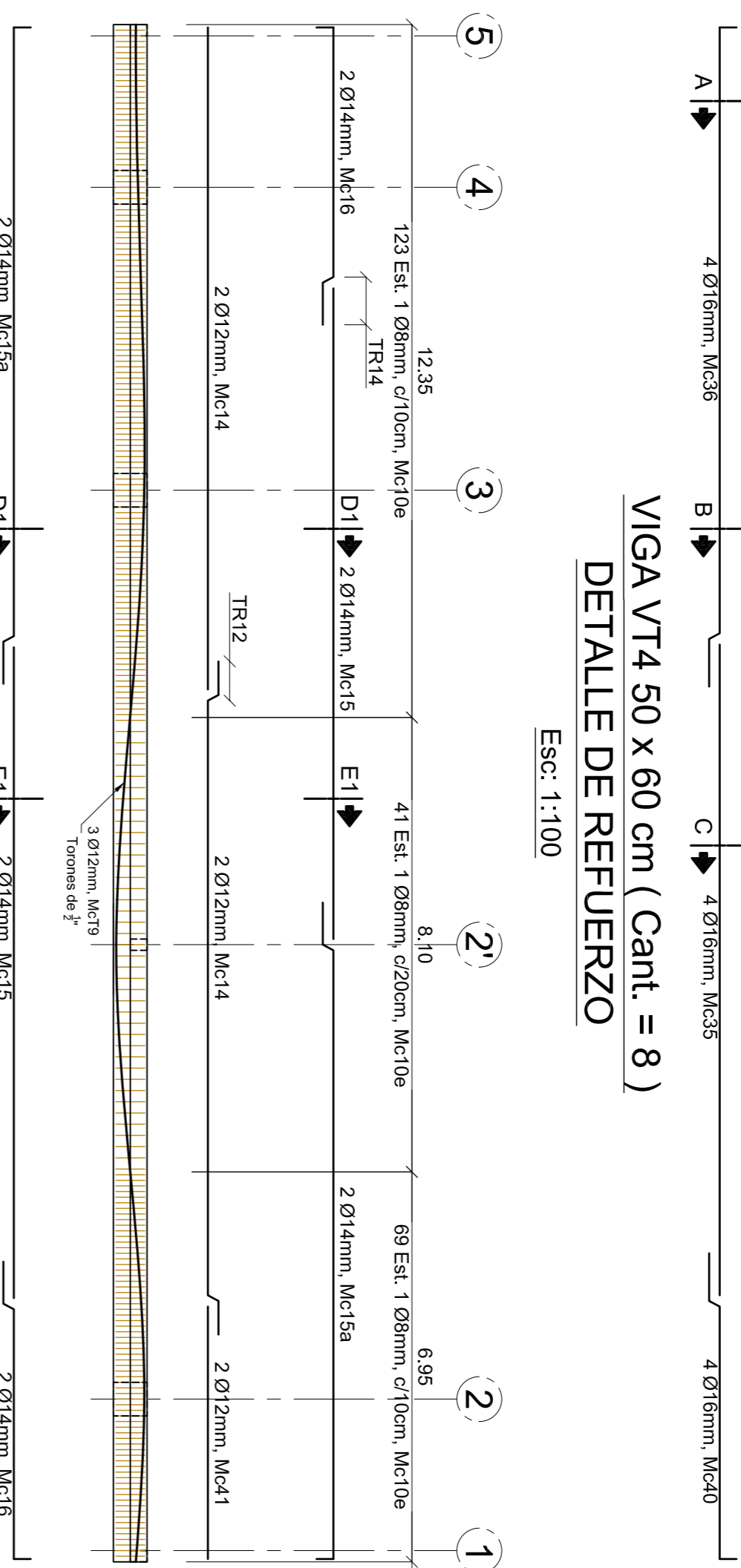
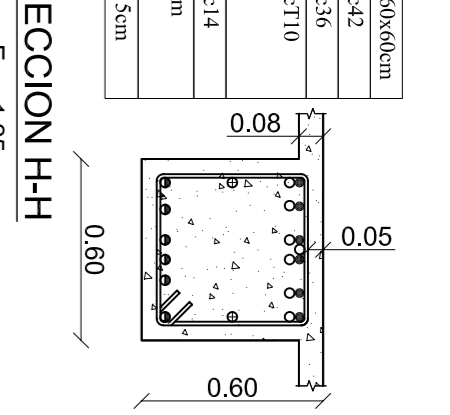
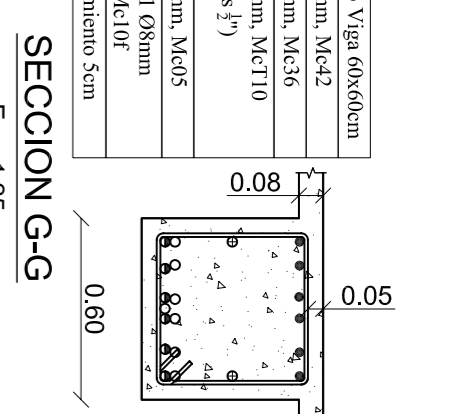
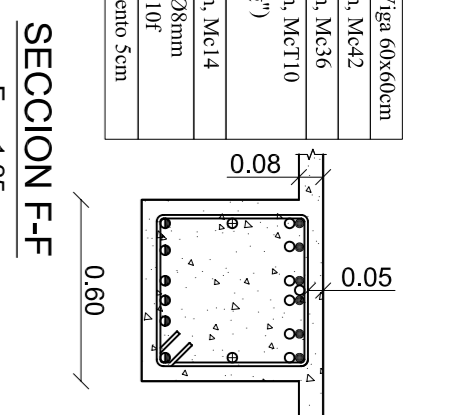
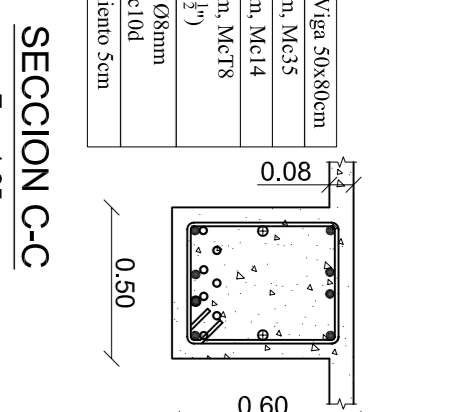
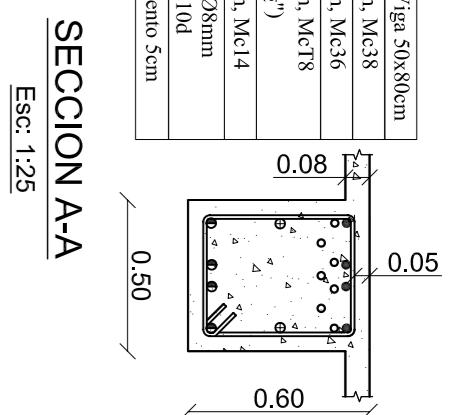
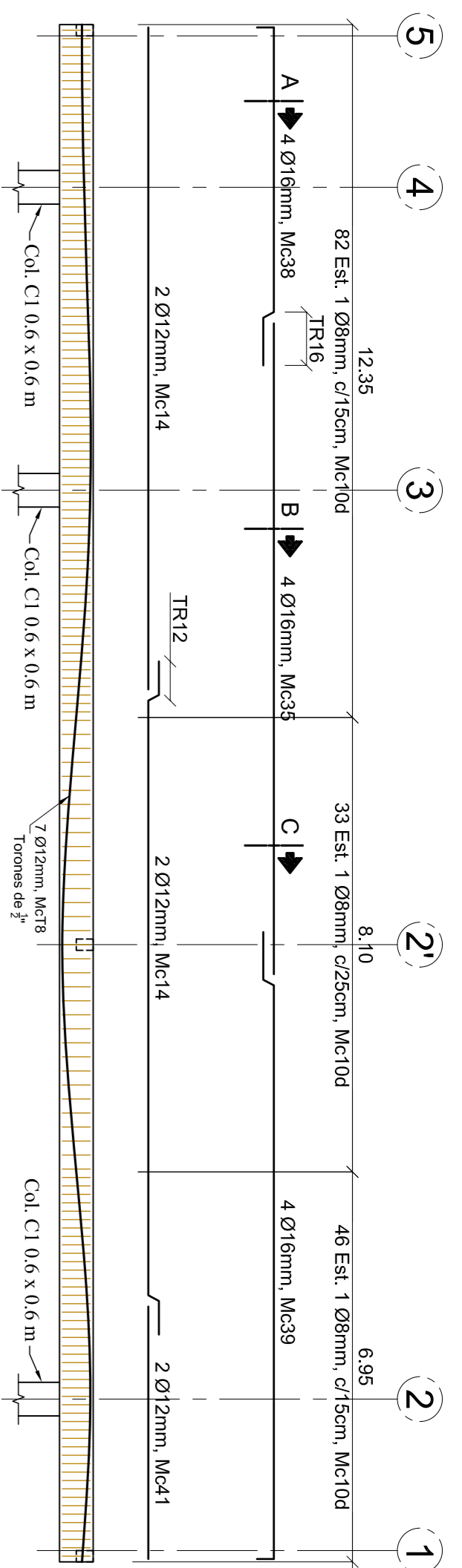
ING. JORGE BRAVO MEDINA

CIENCIA

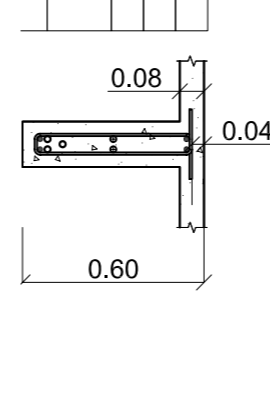
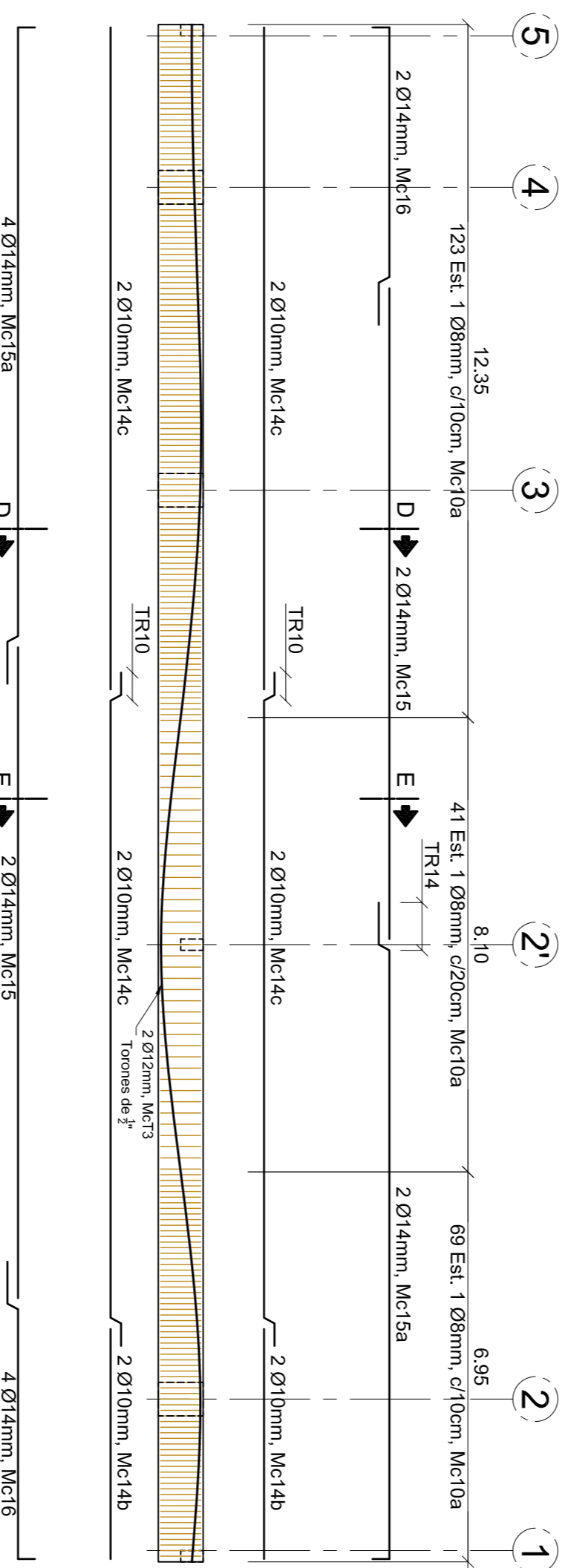
MARZO 2013

h o j a 13 ET





VIGA VS1 15 x 80 cm (Cant. = 8)  
 DETALLE DE REFUERZO  
 ESC: 1:100



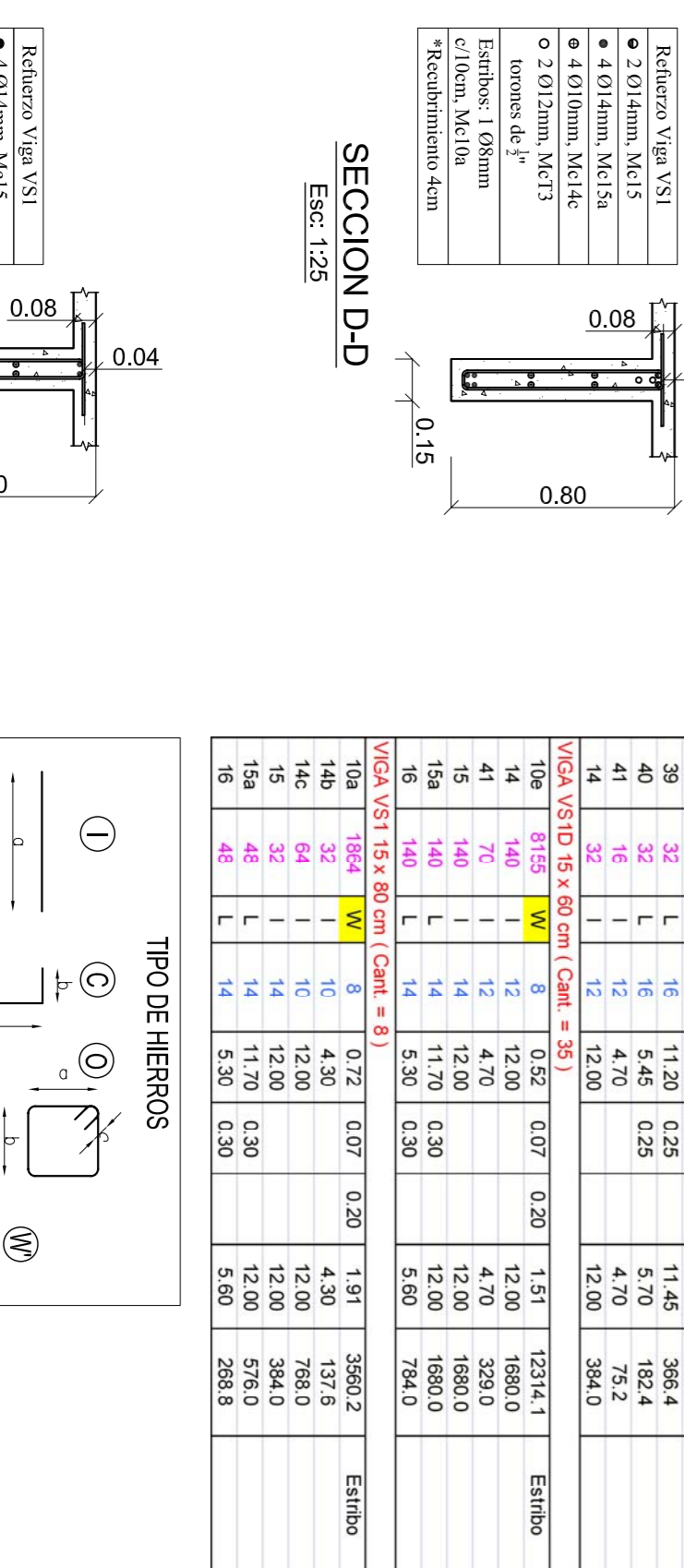
VIGA VP2K 60 x 60 cm (Cant. = 3)  
 DETALLE DE REFUERZO  
 ESC: 1:100

PLANILLA DE HIERROS - VIGAS CUBIERTA

Malla	Cantidad	Tipo	Diámetro	Dimensiones [m]	Longitud [m]	Long. Total [m]	Observaciones
a	b	c					
VIGA VT4 50 x 80 cm (Cant. = 8)	10	Ø8	Ø 8	0.70	0.40	2.24	1971.5
	36	Ø4	Ø 4	1.20	0.25	12.00	788.0
	39	Ø2	Ø 2	11.75	0.25	12.60	394.0
	39	Ø2	Ø 2	11.20	0.25	11.45	394.4
	40	Ø2	Ø 2	5.45	0.25	5.70	182.4
	14	Ø3	Ø 3	1.20	0.30	12.00	324.0
	16	Ø2	Ø 2	12.00	0.30	12.00	580.0
VIGA VS1D 15 x 80 cm (Cant. = 35)	10	Ø8	Ø 8	0.52	0.07	1.51	12314.1
	14	Ø4	Ø 4	1.20	0.25	12.00	1680.0
	41	Ø2	Ø 2	4.70	0.25	4.70	329.0
	15	Ø4	Ø 4	1.20	0.25	12.00	1680.0
	15	Ø4	Ø 4	1.20	0.25	12.00	1680.0
	16	Ø2	Ø 2	5.30	0.30	5.60	794.0

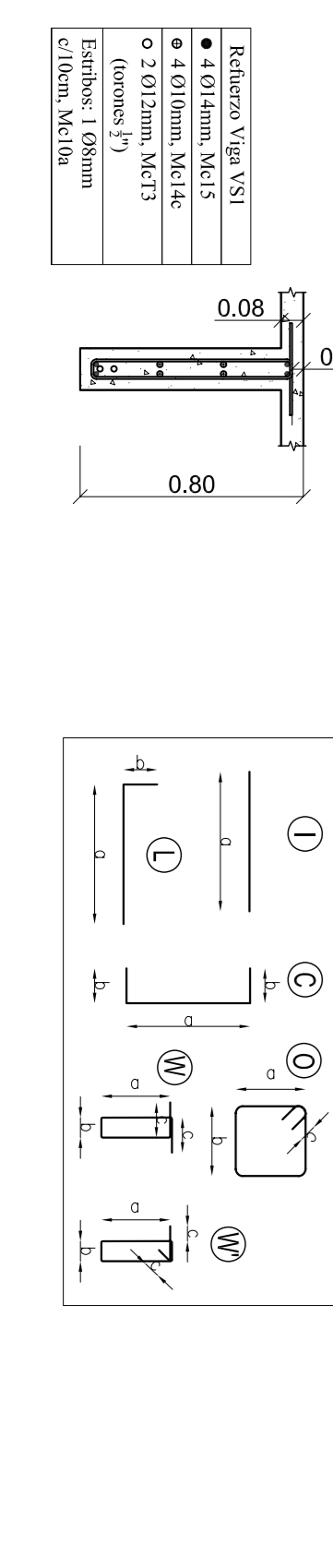
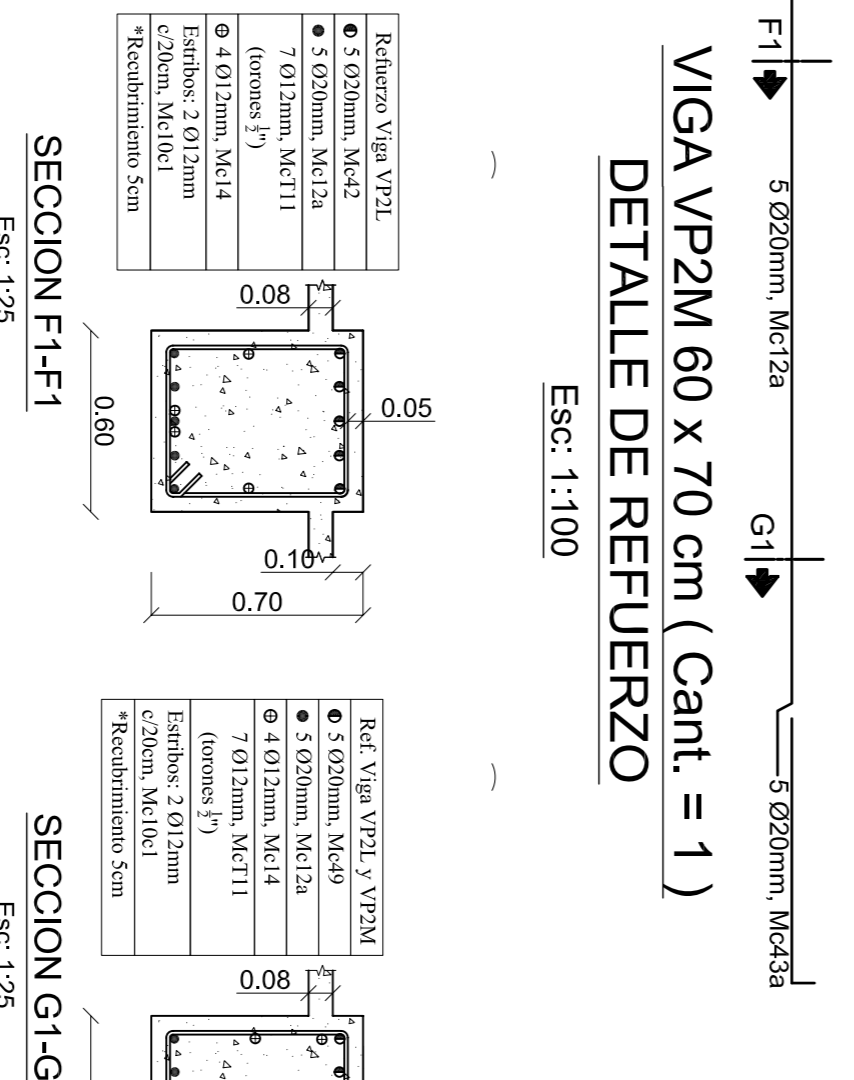
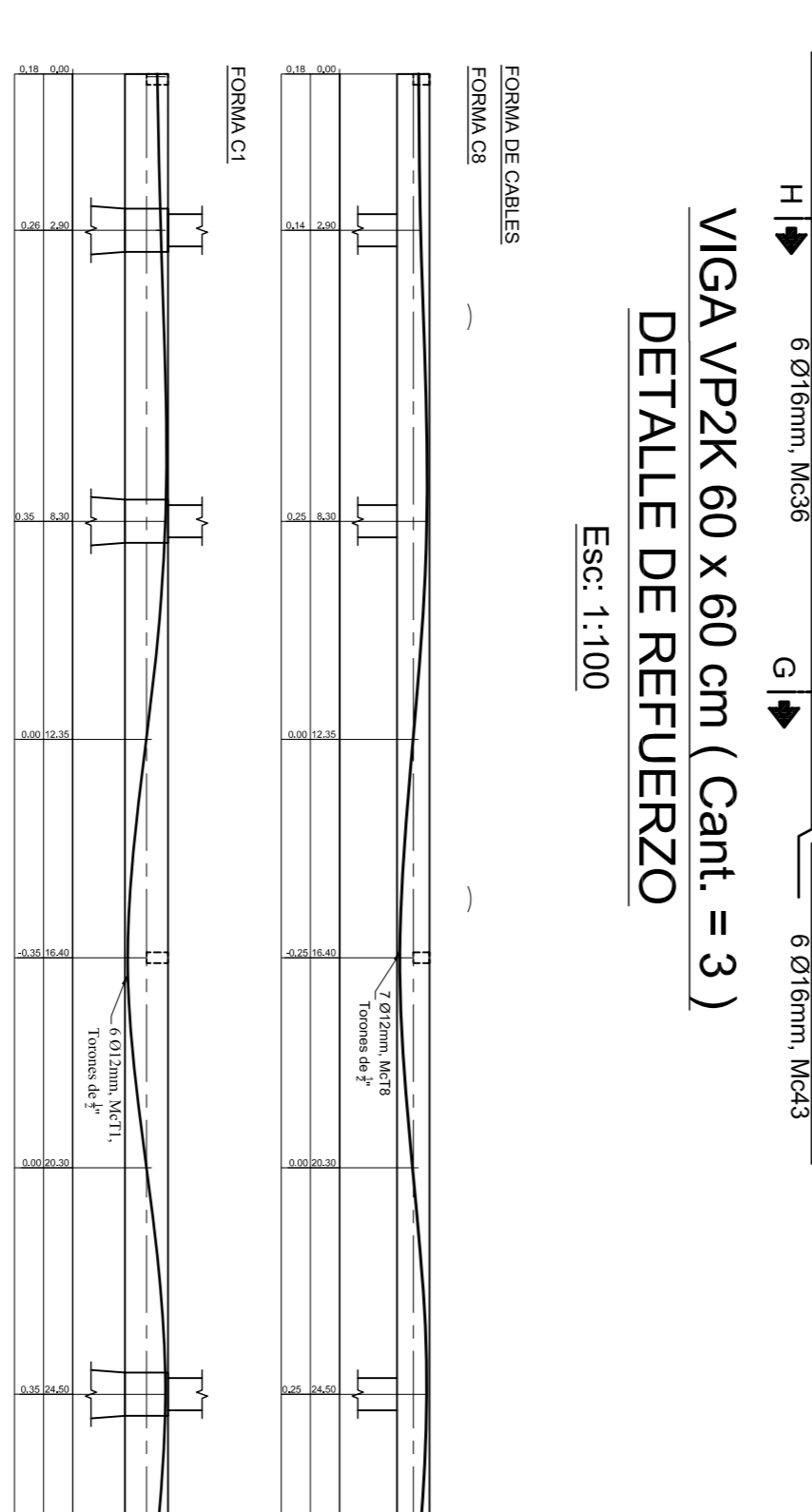
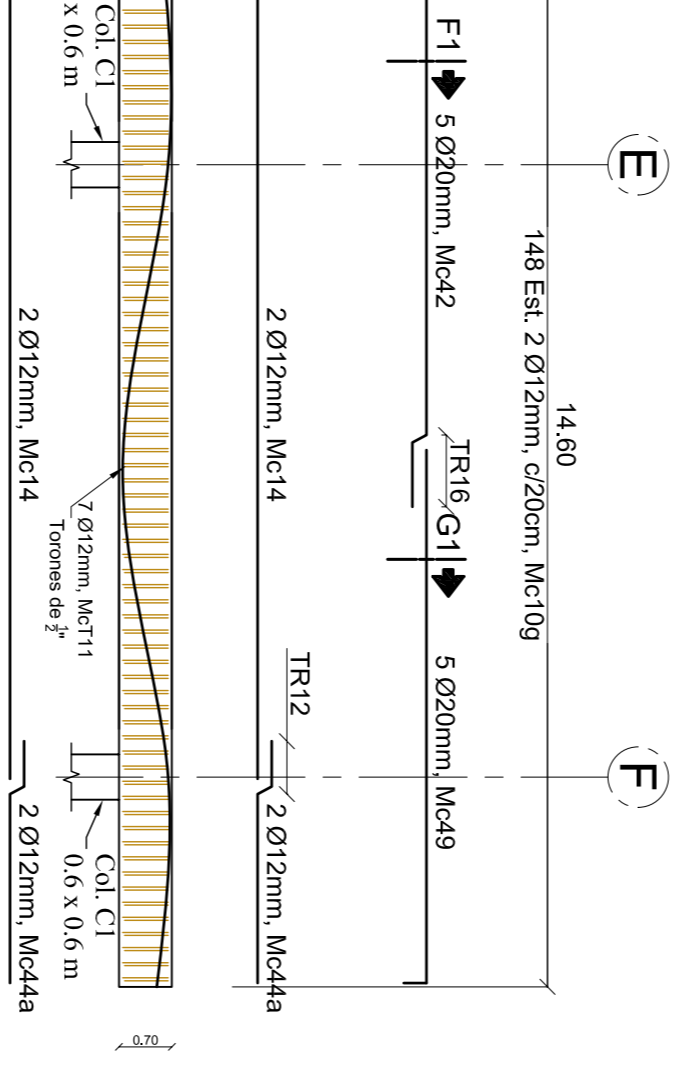
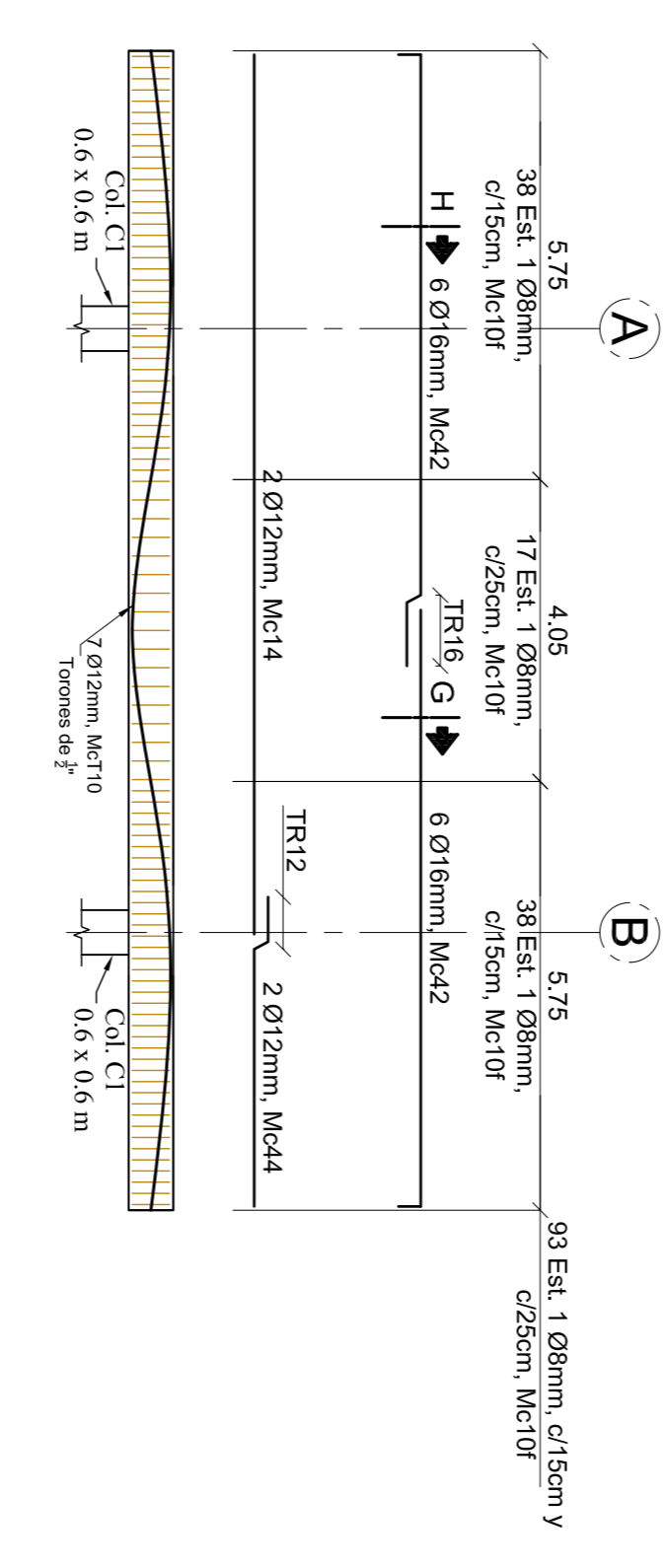
PLANILLA DE HIERROS - VIGAS CUBIERTA

Malla	Cantidad	Tipo	Diámetro	Dimensiones [m]	Longitud [m]	Long. Total [m]	Observaciones
a	b	c					
VIGA VP2K 60 x 80 cm (Cant. = 6)	10	Ø8	Ø 8	0.50	0.10	2.20	1227.6
	42	Ø2	Ø 2	6.20	0.25	8.45	608.4
	39	Ø2	Ø 2	6.20	0.25	12.00	432.0
	36	Ø2	Ø 2	4.60	0.25	4.60	324.0
	14	Ø2	Ø 2	12.00	0.25	12.00	144.0
	14	Ø2	Ø 2	4.15	0.25	4.15	48.8
VIGA VP2K 60 x 60 cm (Cant. = 3)	10	Ø8	Ø 8	0.50	0.10	2.20	613.8
	42	Ø2	Ø 2	6.20	0.25	8.45	304.2
	39	Ø2	Ø 2	11.75	0.25	12.00	216.0
	14	Ø2	Ø 2	12.00	0.25	12.00	272.0
	44	Ø6	Ø 6	1.20	4.15	4.15	24.9



PLANILLA DE HIERROS - VIGAS CUBIERTA

Malla	Cantidad	Tipo	Diámetro	Dimensiones [m]	Longitud [m]	Long. Total [m]	Observaciones
a	b	c					
VIGA VP2L 60 x 80 cm (Cant. = 2)	10	Ø8	Ø 8	0.60	0.50	0.10	2.40
	42	Ø2	Ø 2	6.20	0.25	8.45	42.3
	49	Ø2	Ø 2	7.25	0.25	7.50	37.5
	128	Ø2	Ø 2	11.75	0.25	12.00	61.0
	14	Ø2	Ø 2	12.00	0.25	12.00	48.0
	44	Ø6	Ø 6	1.20	3.20	3.20	25.6
VIGA VP2K 60 x 80 cm (Cant. = 1)	10	Ø8	Ø 8	0.60	0.50	0.10	2.40
	42	Ø2	Ø 2	6.20	0.25	8.45	42.3
	49	Ø2	Ø 2	7.25	0.25	7.50	37.5
	128	Ø2	Ø 2	11.75	0.25	12.00	61.0
	14	Ø2	Ø 2	12.00	0.25	12.00	48.0
	44	Ø6	Ø 6	1.20	3.20	3.20	12.8



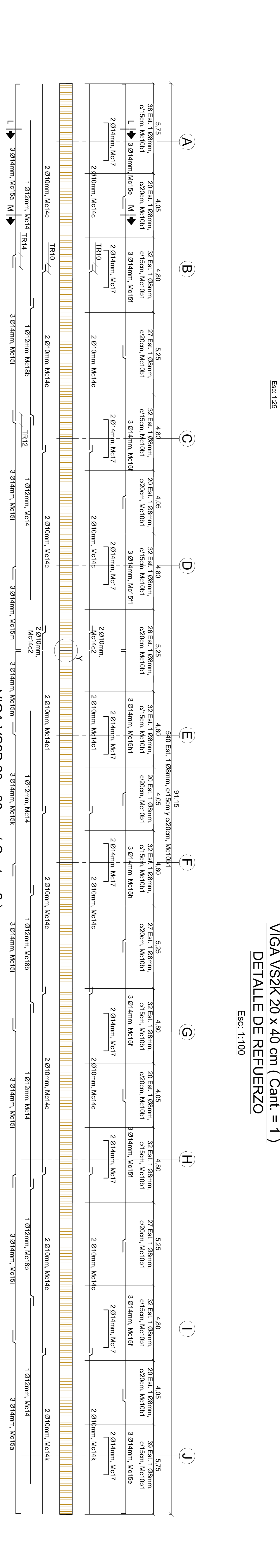
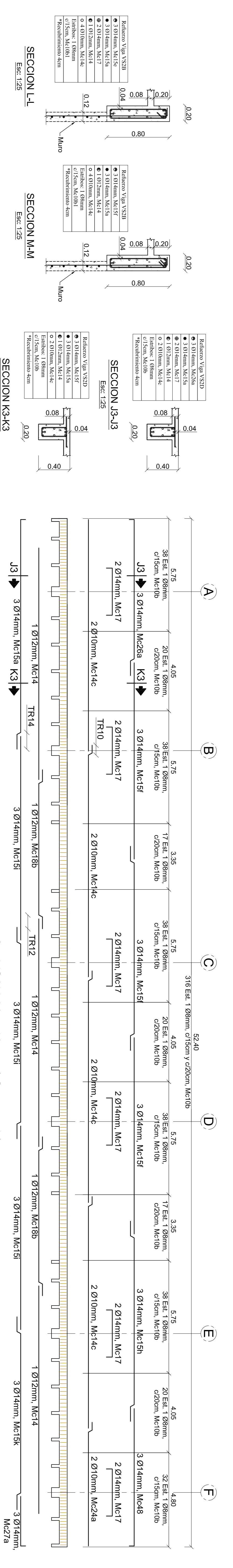
PLANILLA DE HIERROS - CABLE PARA VIGAS CUBIERTA

Malla	Cantidad	Tipo	Diámetro	Dimensiones [m]	Longitud [m]	Long. Total [m]	Observaciones
a	b	c					
VIGA VS1 15 x 80 cm (Cant. = 8)	10	Ø8	Ø 8	0.72	0.07	0.20	1.91
	14	Ø4	Ø 4	1.20	0.30	12.00	1680.0
	41	Ø2	Ø 2	4.70	0.25	4.70	329.0
	15	Ø4	Ø 4	1.20	0.25	12.00	1680.0
	15	Ø4	Ø 4	1.20	0.25	12.00	1680.0
	16	Ø2	Ø 2	5.30	0.30	5.60	794.0

PLANILLA DE HIERROS - CABLE PARA VIGAS CUBIERTA

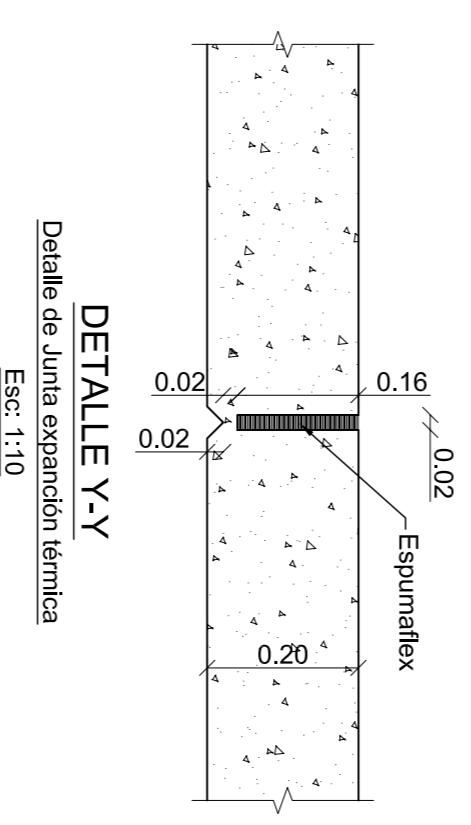
Malla	Cantidad	Tipo	Diámetro	Dimensiones [m]	Longitud [m]	Long. Total [m]	Observaciones
a	b	c					
VIGA VS1 15 x 80 cm (Cant. = 8)	10	Ø8	Ø 8	0.72	0.07	0.20	1.91
	14	Ø4	Ø 4	1.20	0.30	12.00	1680.0
	41	Ø2	Ø 2	4.70	0.25	4.70	329.0
	15	Ø4	Ø 4	1.20	0.25	12.00	1680.0
	15	Ø4	Ø 4	1.20	0.25	12.00	1680.0
	16	Ø2	Ø 2	5.30	0.30	5.60	794.0





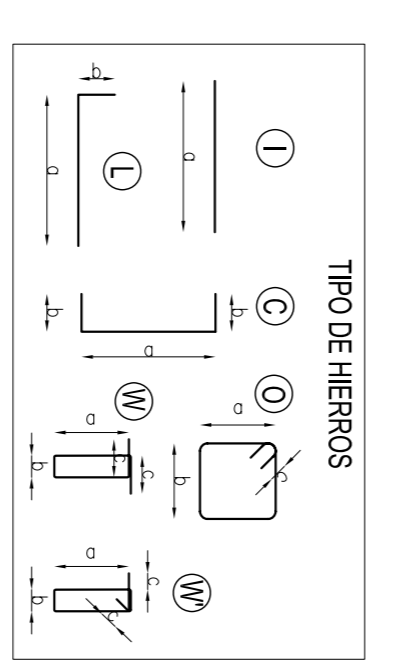
**PLANILLA DE HIERROS - VIGAS CUBIERTA**

Marcial	Cantidad	Tipos	Diámetro	Dimensiones (mm)	Longitud Long. (m)	Totales	Observaciones
VIGA VS2H 20 x 40 cm (Cant. = 3)	10n	2Ø1	W	8	0.22	1.06	308.5
	23	12	C	12	2.40	0.20	2.80
	46	10	L	12	6.10	0.20	5.30
	47	9	L	12	1.90	0.20	1.484
	14	3	L	12	4.35	0.20	4.55
	14	3	L	12	12.00		36.0
VIGA VS2J 20 x 40 cm (Cant. = 2)	10n	1Ø2	W	8	0.22	0.12	0.25
	23	6	C	12	6.40	0.20	6.80
	46	6	L	12	7.15	0.20	7.35
	47	6	L	12	11.80	0.20	12.00
	47a	6	L	12	3.40	0.20	3.60
	14	2	L	12	12.00		24.0



**PLANILLA DE HIERROS - VIGAS CUBIERTA**

Marcial	Cantidad	Tipos	Diámetro	Dimensiones (mm)	Longitud Long. (m)	Totales	Observaciones
VIGA VS2K 20 x 40 cm (Cant. = 1)	14c	8	V	10	12.00	1.35	398.2
	24	2	V	10	6.30		12.6
	14	12	L	12	12.00		12.00
	48	3	L	14	7.50		7.50
	20	3	L	14	10.20		30.6
	15n	15	L	14	7.95	0.30	62.5
	15n	3	L	14	2.70	0.30	9.0
	15n	9	L	14	10.80		10.80
	15n	12	L	14	2.40	0.30	3.00
	18n	2	L	12	8.10		16.2
VIGA VS2B 20 x 80 cm (Cant. = 2)	14c	10	V	10	12.00	1.35	398.2
	14c1	8	V	10	10.35		12.00
	14c2	8	V	10	1.50		1.50
	14	10	L	12	12.00		12.00
	15f	10	L	14	10.40		10.40
	15n	6	L	14	8.90	0.30	10.10
	15n	15	L	14	9.80	0.30	10.10
	15n1	12	L	14	7.95	0.30	62.5
	15n	3	L	14	2.70	0.30	9.0
	15n	9	L	14	10.80		10.80
	15n	12	L	14	2.40	0.30	3.00
	18n	2	L	12	8.10		16.2



Nota: Traslapes deberán tener una longitud  
 TR16 = 0.95 m (Hierros Ø16mm),  
 TR14 = 0.85 m (Hierros Ø14mm),  
 TR12 = 0.7 m (Hierros Ø12mm)  
 y TR10 = 0.5 m (Hierros Ø10mm)

**VIGA VS2H 20 x 30 cm (Cant. = 3)**  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100

**VIGA VS2J 20 x 30 cm (Cant. = 2)**  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100

**VIGA VS2K 20 x 40 cm (Cant. = 1)**  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:100

**VIGA VS2B 20 x 80 cm (Cant. = 2)**  
DETALLE DE REFUERZO  
Esc: 1:125

**SECCION L-J** Esc: 1:25

**SECCION M-M** Esc: 1:25

**SECCION J3-J3** Esc: 1:25

**SECCION K3-K3** Esc: 1:25

**SECCION I-I** Esc: 1:25

**SECCION J-J** Esc: 1:25

**SECCION K-K** Esc: 1:25

**REINFORCING BAR LEGEND:**

- 3Ø12mm, Mc45
- 3Ø12mm, Mc46
- 2Ø12mm, Mc23
- 1Ø12mm, Mc14
- 3Ø14mm, Mc15f
- 2Ø14mm, Mc17
- 2Ø10mm, Mc14c
- 2Ø10mm, Mc14d
- 2Ø10mm, Mc14e
- 2Ø10mm, Mc14f
- 2Ø10mm, Mc14g
- 2Ø10mm, Mc14h
- 2Ø10mm, Mc14i
- 2Ø10mm, Mc14j
- 2Ø10mm, Mc14k
- 2Ø10mm, Mc14l
- 2Ø10mm, Mc14m
- 2Ø10mm, Mc14n
- 2Ø10mm, Mc14o
- 2Ø10mm, Mc14p
- 2Ø10mm, Mc14q
- 2Ø10mm, Mc14r
- 2Ø10mm, Mc14s
- 2Ø10mm, Mc14t
- 2Ø10mm, Mc14u
- 2Ø10mm, Mc14v
- 2Ø10mm, Mc14w
- 2Ø10mm, Mc14x
- 2Ø10mm, Mc14y
- 2Ø10mm, Mc14z

**PROJECT INFORMATION:**

proyecto: REDISEÑO ESTRUCTURAL CON LOSAS POSTENSADAS PARQUE TECNOLÓGICO

escala: INDICADAS

revisiónes: (table with columns for revision number, date, and name)

contiene: CORTES DE VIGAS CUBIERTA

PLAÑILLA

Ing. Jorge Bravo Medina.  
MARZO 2013

Ing. Jorge Bravo Medina.  
15 ET

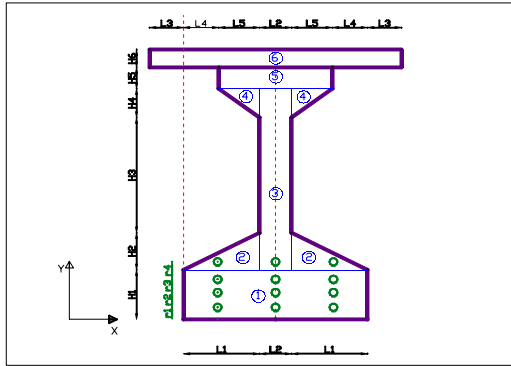


## ANEXO 2

CALCULOS DE LAS VIGAS POSTENSADAS PARA LA LOSA DEL PARQUE  
TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA.



### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	289.55 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	12041 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	39.64	1250.00	34.64	179944	181194.08	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.64	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	50	750	35	26250.00		156250.00	4.64	16117	172366.83	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	20.36	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	70	21000.00		10000.00	30.36	276598	286598.41	
6	1	350	280624	1.00	15	0	0	80	0.00		0.00	40.36	0	0.00	
					∅										
7	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	6	42.13	8.50	1.23583922	33.64	7944	7945.06	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	28.64	5758	5758.87	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.64	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.64	0	0.00	
# TORONES	2						1214.04		48119.37				total	653863.25	
							AREA TORONE:	1.97	16.75						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
750.00	0.00240	180.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
0.99	0.00785	0.77
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1214.04	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	653863.25	cm <sup>4</sup>
P	26600.00	kgf
A <sub>c</sub>	1214.04	cm <sup>2</sup>
e	31.14	cm
i <sub>c</sub>	39.64	cm
cb	40.36	cm

1.8349E+11

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 26206.412 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-21.58607 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	50.370526 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-74.33165 kg/cm <sup>2</sup>

f' = -45.54719 kg/cm<sup>2</sup>  
y' = 0 cm

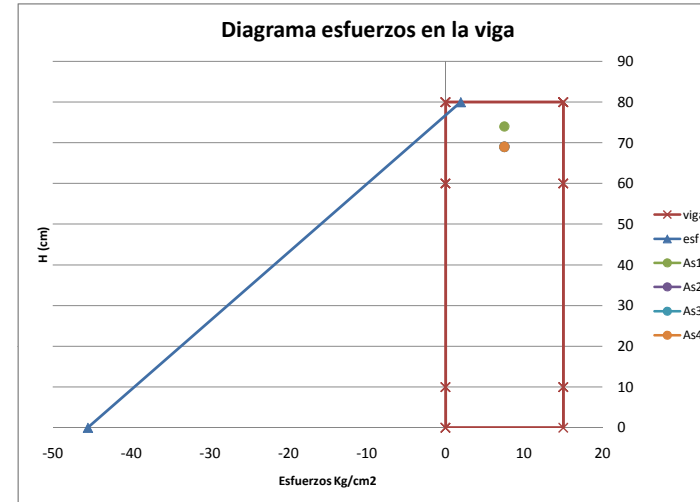
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-45.54719	cumple
80	1.9424662	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	74
7.5	69
7.5	69
7.5	69

Cálculos fibra superior	
f'1=	-21.58607 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-49.46115 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	72.98968 kg/cm <sup>2</sup>

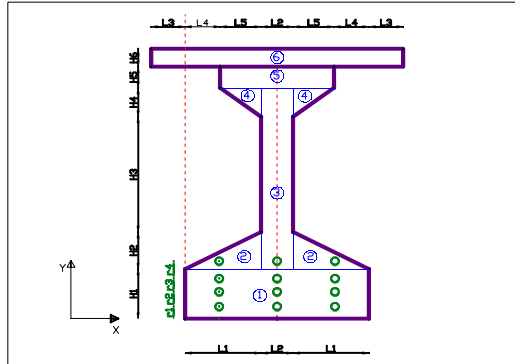
f<sub>b</sub> = 1.942466 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> = 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
15	80
15	80
15	80
15	60
15	60
15	10
15	10
15	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm2
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
f <sub>u</sub> toron	19000 kg/cm2
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
f hormigón=	0.0024 kg/cm3
f acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	16188.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	I <sub>cg</sub> cm4	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	39.64	1250.00	34.64	179944	181194.08	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	29.64	0	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	50	750	35	26250.00		156250.00	4.64	16117	172366.83	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00	0.00	20.36	0	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	70	21000.00		10000.00	30.36	276598	286598.41	
6	1	350	280624	1.00	15	0	0	80	0.00		0.00	40.36	0	0.00	
					∅										
7	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	6	42.13	8.50	1.23583922	33.64	7944	7945.06	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	28.64	5758	5758.87	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.64	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.64	0	0.00	
# TORONES	2						1214.04		48119.37				total	653863.25	
							AREA TORONE	1.97	16.75						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
750.00	0.00240	180.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
0.99	0.00785	0.77
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1214.04	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	653863.25	cm <sup>4</sup>
P	26600.00	kgf
A <sub>c</sub>	1214.04	cm <sup>2</sup>
e	31.14	cm
ci	39.64	cm
cb	40.36	cm

**Análisis**  
*Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.*

P= 26206.412 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-21.58607 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	50.370526 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-99.93319 kg/cm <sup>2</sup>

f= -71.14873 kg/cm<sup>2</sup>  
 y= 0 cm

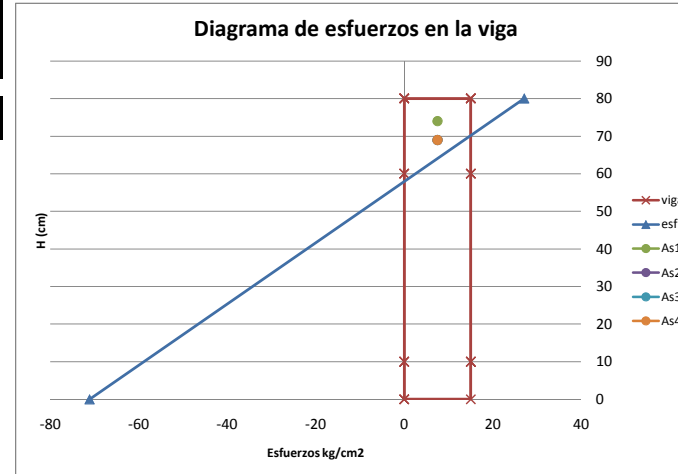
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-71.14873	<b>cumple</b>
80	27.081806	<b>cumple</b>

Acero viga en centroide	
7.5	74
7.5	69
7.5	69
7.5	69

Cálculos fibra superior	
f'1=	-21.58607 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-49.46115 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	98.12902 kg/cm <sup>2</sup>

fb= 27.08181 kg/cm<sup>2</sup>  
 yb= 0 cm

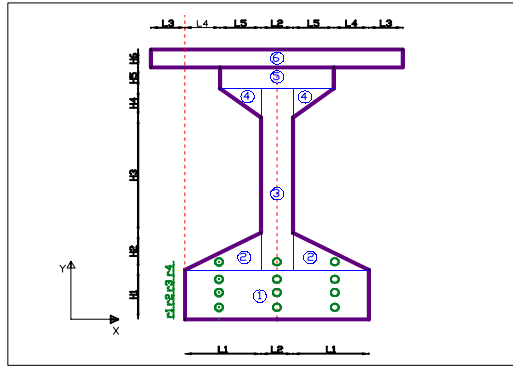
Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
15	80
15	80
15	80
15	60
15	60
15	10
15	10
15	0
0	0







### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	385.55 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM 16188.2 kg-m  
 MOMENTO DE DISEÑO CV1 6139 kg-m

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	39.6356346	1250.00	34.64	179944	181194.08	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	29.64	0	0.00	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	50	750	35	26250.00		156250.00	4.64	16117	172366.83	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60	0.00		0.00	20.36	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	70	21000.00		10000.00	30.36	276598	286598.41	
6	1	350	280624	1.00	15	0	0.00	80	0.00		0	40.36	0	0.00	
7	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02151198	6	42.13	8.5	1.24	33.64	7944	7945.06	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02151198	11.00	77.24		1.24	28.64	5758	5758.87	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	28.64	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	28.64	0	0.00	
# TORONES	2						1214.04		48119.37				total	653863.25	cm <sup>4</sup>
							AREA TORONE	1.97	16.75						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
750.00	0.00240	180.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
0.99	0.00785	0.77
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1214.04	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	653863.25	cm <sup>4</sup>
P	26600.00	kgf
A <sub>c</sub>	1214.04	cm <sup>2</sup>
e	31.14	cm
ci	39.64	cm
cb	40.36	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas de servicio*

P= 26206.412

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-21.586065 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	50.370526 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-137.83054 kg/cm <sup>2</sup>

Cálculos fibra superior	
f'1=	-21.58607 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-49.46115 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	135.3422 kg/cm <sup>2</sup>

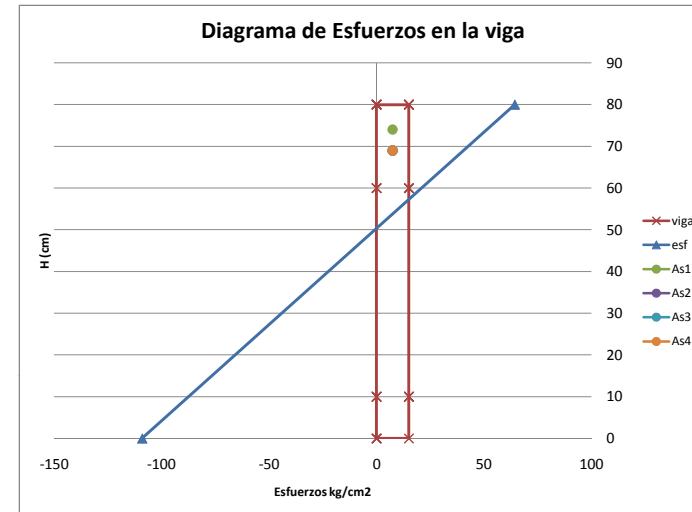
f' = -109.04608 kg/cm<sup>2</sup>  
y' = 0 cm

f<sub>b</sub> = 64.29496 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> = 0 cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-109.04608	cumple
80	64.294963	cumple

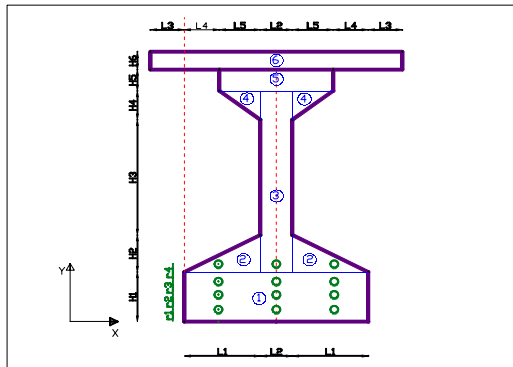
Geometria en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
0	80
15	80
15	80
15	80
15	80
15	60
15	60
15	60
15	60
15	10
15	10
15	10
15	10
15	0
15	0
15	0
15	0

Acero viga en centroide	
7.5	74
7.5	69
7.5	69
7.5	69





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	673.5467694 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	19426 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	9822.4 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	39.64	1250.00	34.64	179944	181194.08	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.64	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	50	750	35	26250.00		156250.00	4.64	16117	172366.83	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	20.36	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	70	21000.00		10000.00	30.36	276598	286598.41	
6	1	350	280624	1.00	15	0	0	80	0.00		0.00	40.36	0	0.00	
					∅										
7	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	6	42.13	8.50	1.23583922	33.64	7944	7945.06	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	28.64	5758	5758.87	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.64	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.64	0	0.00	
# TORONES	2						1214.04		48119.37				total	653863.25	
							AREA TORONES	1.97	16.75					cm4	

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
750.00	0.00240	180.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
0.99	0.00785	0.77
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1214.04	cm <sup>2</sup>
Ig	653863.25	cm <sup>4</sup>
P	26600.00	kgf
Ac	1214.04	cm <sup>2</sup>
e	31.14	cm
ci	39.64	cm
cb	40.36	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas ultimas

P= 26206.412 kg

*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-21.58607	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	50.370526	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-240.921	kg/cm <sup>2</sup>

f= -212.1365 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
0	-212.1365	no cumple > 0.6 f'ci
80	165.52426	cumple

**Acero viga en centroide**

7.5	74
7.5	69
7.5	69
7.5	69

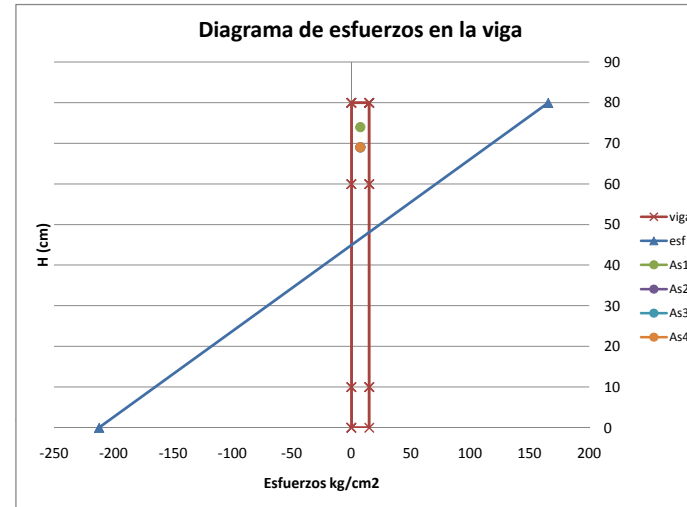
*Cálculos fibra superior*

f'1=	-21.58607	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-49.46115	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	236.5715	kg/cm <sup>2</sup>

fb= 165.5243 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

**Geometría en la viga**

x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
0	80
15	80
15	80
15	80
15	60
15	60
15	60
15	10
15	10
15	10
15	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS

29248 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	80 cm
base (b) =	15 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	76.00 cm
f'c =	350 Kg/cm <sup>2</sup>

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	3.00	2.00
Area (As)=	4.62	1.97 cm <sup>2</sup>
fy =	4200	16200 Kg/cm <sup>2</sup>

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	11.50 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	32445 Kg_m
------------------------	------------

valor muy semejante al Mu

ρmin =	0.0008642
ρutil =	0.00172843
ρmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE	
SECCION	
Altura (h) =	80 cm
base (b) =	15 cm
Peralte Efec (d) =	76 cm
f'c =	240 Kg/cm <sup>2</sup>
Vc= 9713.4 kg	
Vu= 11053.6 kg	
O= 0.75	
Vs= 5024.7 kg	
fy= 4200 kg/cm <sup>2</sup>	
Vsmax= 37088 kg	

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

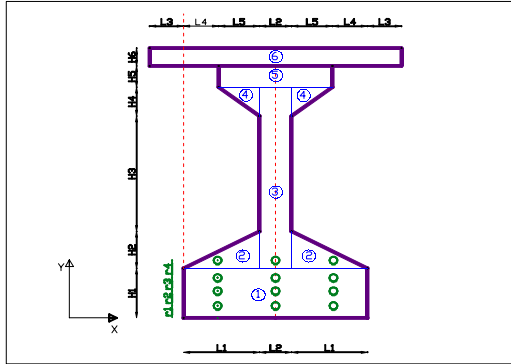
DISEÑO	
Φ=	0.8 cm
# estribos	1
Av=	1.01 cm <sup>2</sup>
s=	63.86 cm
smax= 38 cm	
Avmin= 0.475 cm	

ok





**Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección**



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	964.64 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	27837 kg-m

**Propiedades del perfil**

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	39.66	4166.67	34.66	600762	604928.66	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.66	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	50	2500	35	87500.00		520833.33	4.66	54359	575192.40	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	20.34	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	70	70000.00		33333.33	30.34	920333	953666.54	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	80	0.00		0.00	40.34	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	7.67	4.94335686	33.66	31827	31832.00	
8	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	11	154.47		2.47167843	28.66	11537	11539.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00	
# TORONES	6						4042.13		160322.99				total	2177159.36 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE:	5.91	45.32						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2500.00	0.00240	600.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
1.97	0.00785	1.55
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	4042.13	cm <sup>2</sup>
Ig	2177159.36	cm <sup>4</sup>
P	79800.00	kgf
Ac	4042.13	cm <sup>2</sup>
e	32.00	cm
ci	39.66	cm
cb	40.34	cm

6.10964E+11

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 78619.236 kg

*Cálculos fibra superior*  
f'1= -19.44996 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= 46.606064 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= -51.57458 kg/cm<sup>2</sup>

f= -24.41848 kg/cm<sup>2</sup>  
y' = 0 cm

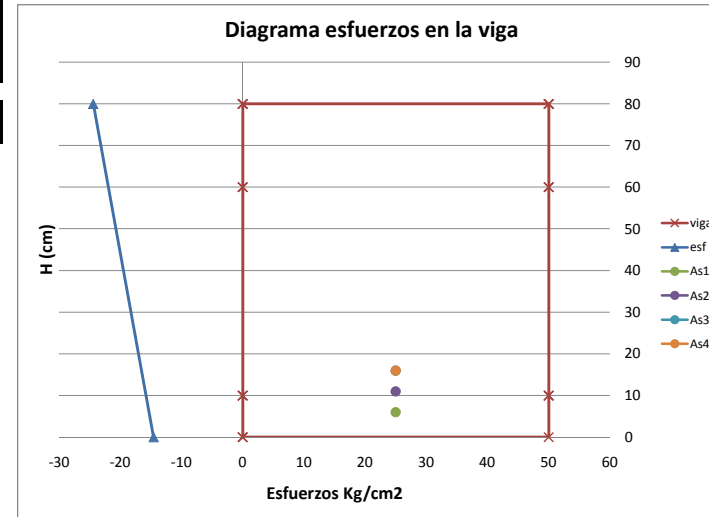
Esfuerzos en la viga		
y	f	
80	-24.41848	cumple
0	-14.56445	cumple

Acero viga en centroide	
25	6
25	11
25	11
25	11

*Cálculos fibra inferior*  
f'1= -19.44996 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= -45.82733 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= 50.71283 kg/cm<sup>2</sup>

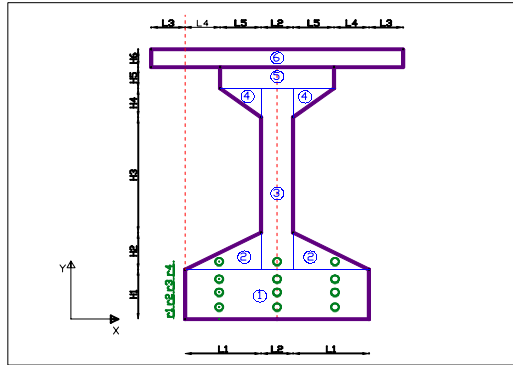
fb= -14.56445 kg/cm<sup>2</sup>  
yb = 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
50	80
50	80
50	80
50	60
50	60
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	31984.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	I <sub>cg</sub> cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	39.66	4166.67	34.66	600762	604928.66	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	29.66	0	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	50	2500	35	87500.00		520833.33	4.66	54359	575192.40	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00	0.00	20.34	0	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	70	70000.00		33333.33	30.34	920333	953666.54	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	80	0.00		0.00	40.34	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	7.67	4.94335686	33.66	31827	31832.00	
8	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	11	154.47		2.47167843	28.66	11537	11539.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00	
# TORONES	6						4042.13		160322.99				total	2177159.36	
							AREA TORONE:	5.91	45.32					cm4	

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2500.00	0.00240	600.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
1.97	0.00785	1.55
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	4042.13	cm <sup>2</sup>
Ig	2177159.36	cm <sup>4</sup>
P	79800.00	kgf
Ac	4042.13	cm <sup>2</sup>
e	32.00	cm
ci	39.66	cm
cb	40.34	cm

**Análisis**  
 Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 78619.236 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-19.44996 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	46.606064 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-59.25825 kg/cm <sup>2</sup>

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-19.44996 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-45.82733 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	58.26811 kg/cm <sup>2</sup>

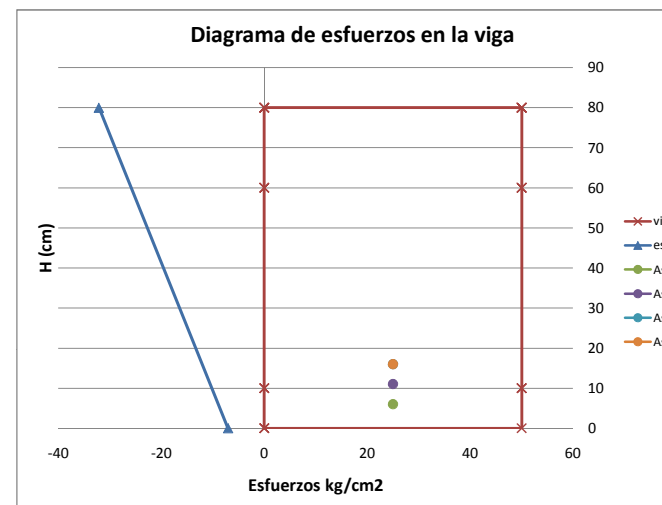
f= -32.10214 kg/cm<sup>2</sup>  
 y= 0 cm

fb= -7.009177 kg/cm<sup>2</sup>  
 yb= 0 cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
80	-32.10214	cumple
0	-7.009177	cumple

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
0	80
50	80
50	80
50	80
50	80
50	60
50	60
50	10
50	10
50	0
0	0

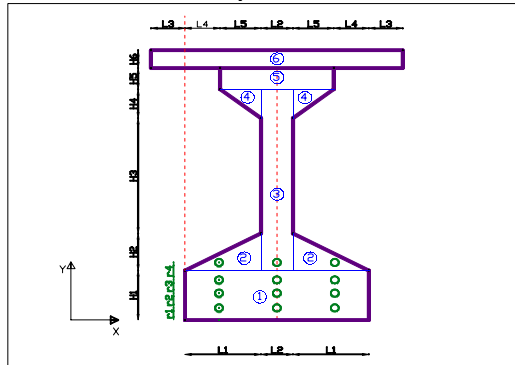
Acero viga en centroide	
25	6
25	11
25	11
25	11







### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	1060.64 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM

31984.2 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

12862 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	39.663006	4166.67	34.66	600762	604928.66	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.66	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	50	2500	35	87500.00		520833.33	4.66	54359	575192.40	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60	0.00		0.00	20.34	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	70	70000.00		33333.33	30.34	920333	953666.54	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0.00	80	0.00		0	40.34	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	7.66666667	4.94	33.66	31827	31832.00	
8	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.043024	11.00	154.47		2.47	28.66	11537	11539.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	28.66	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	28.66	0	0.00	
# TORONES	6						4042.13		160322.99				total	2177159.36 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE	5.91	45.32						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2500.00	0.00240	600.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
1.97	0.00785	1.55
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	4042.13	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2177159.36	cm <sup>4</sup>
P	79800.00	kgf
A <sub>c</sub>	4042.13	cm <sup>2</sup>
e	32.00	cm
ci	39.66	cm
cb	40.34	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 78619.236

*Cálculos fibra superior*

f'1=	-19.449957	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	46.606064	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-83.088126	kg/cm <sup>2</sup>

f= -55.932019 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
80	-55.932019	cumple
0	16.422529	cumple

**Acero viga en centroide**

25	6
25	11
25	11
25	11

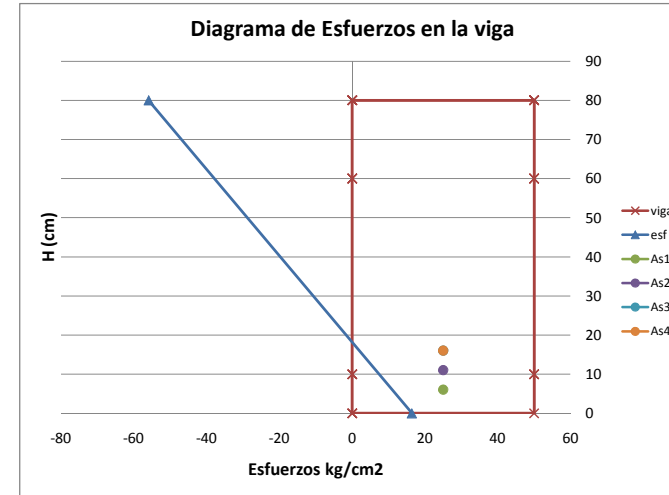
*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-19.44996	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-45.82733	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	81.69981	kg/cm <sup>2</sup>

f<sub>b</sub>= 16.42253 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> cm

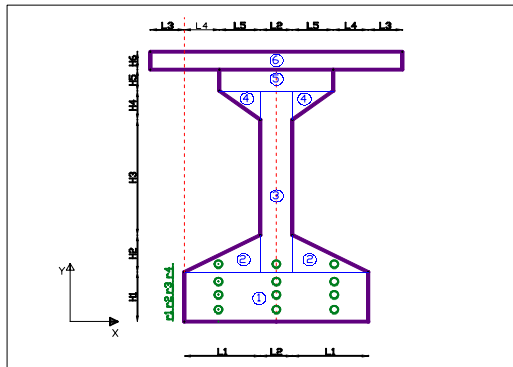
**Geometría en la viga**

x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
50	80
50	80
50	80
50	60
50	60
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1348.640308 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	38381 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	12862 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	39.66	4166.67	34.66	600762	604928.66
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.66	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	50	50	2500	35	87500.00		520833.33	4.66	54359	575192.40
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	20.34	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	70	70000.00		333333.33	30.34	920333	953666.54
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	80	0.00		0.00	40.34	0	0.00
					∅									
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	7.67	4.94335686	33.66	31827	31832.00
8	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	11	154.47		2.47167843	28.66	11537	11539.77
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00
# TORONES	6						4042.13		160322.99				total	2177159.36
						AREA TORONES	5.91		45.32					cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2500.00	0.00240	600.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
1.97	0.00785	1.55
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	4042.13	cm <sup>2</sup>
Ig	2177159.36	cm <sup>4</sup>
P	79800.00	kgf
Ac	4042.13	cm <sup>2</sup>
e	32.00	cm
ci	39.66	cm
cb	40.34	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas ultimas*

P= 78619.236 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-19.44996 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	46.606064 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-94.93978 kg/cm <sup>2</sup>

f= -67.78367 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

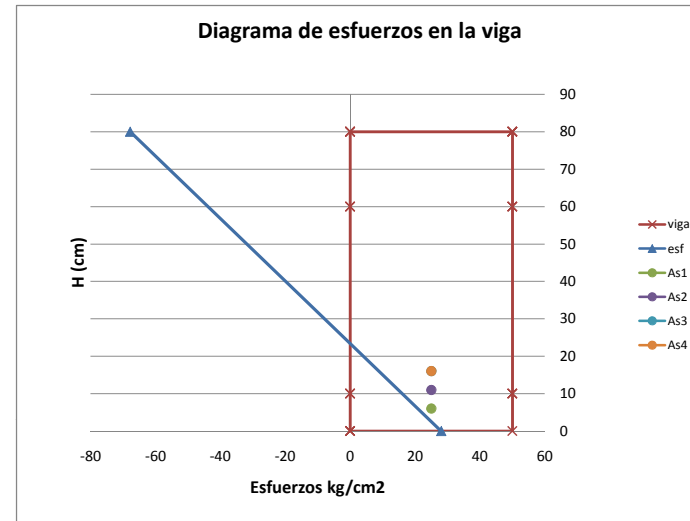
Esfuerzos en la viga		
y	f	
80	-67.78367	cumple
0	28.07615	cumple

Acero viga en centroide	
25	6
25	11
25	11
25	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-19.44996 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-45.82733 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	93.35343 kg/cm <sup>2</sup>

fb= 28.07615 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
50	80
50	80
50	80
50	60
50	60
50	60
50	10
50	10
50	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS 51243 Kg-m

109.375		
Altura (h) =	80	cm
base (b) =	50	cm
Rercubrimiento (d) =	4.00	cm
Peralte Efec (d) =	76.00	cm
f'c =	350	Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	2.00	6.00
Area (As)=	3.08	5.91 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO		
O = 0.90	0.9	
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	7.31	cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	70772	Kg_m
------------------------	-------	------

valor muy semejante al Mu

pmin =	0.0008642
putil =	0.00155558
pmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE		
SECCION		
Altura (h) =	80	cm
base (b) =	50	cm
Peralte Efec (d) =	76	cm
f'c =	240	Kg/cm2
REFUERZO		
Vc=	32378.1	kg
Vu=	5439.6	kg
O=	0.75	
Vs=	-25125.3	kg
fy=	4200	kg/cm2
Vsmax=	123626	kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

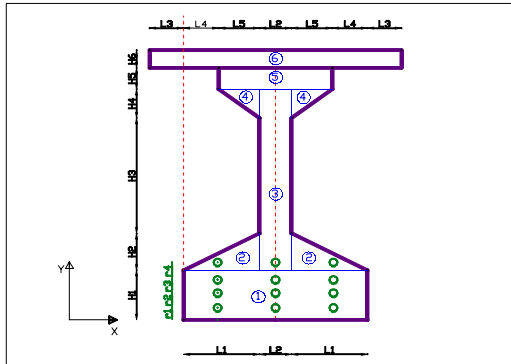
DISEÑO		
Φ=	0.8	cm
# estribos	1	
Av=	1.01	cm2
s=	-12.77	cm
smax=	38	cm
Avmin=	1.58333333	cm

Se coloca el minimo





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
Fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	964.64 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	38306 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	39.66	4166.67	34.66	600762	604928.66	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.66	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	50	2500	35	87500.00		520833.33	4.66	54359	575192.40	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	20.34	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	70	70000.00		33333.33	30.34	920333	953666.54	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	80	0.00		0.00	40.34	0	0.00	
					∅										
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	7.67	4.94335686	33.66	31827	31832.00	
8	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	11	154.47		2.47167843	28.66	11537	11539.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00	
# TORONES	6						4042.13		160322.99				total	2177159.36	
							AREA TORONE:	5.91	45.32						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2500.00	0.00240	600.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
1.97	0.00785	1.55
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	4042.13	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2177159.36	cm <sup>4</sup>
P	79800.00	kgf
A <sub>c</sub>	4042.13	cm <sup>2</sup>
e	32.00	cm
ci	39.66	cm
cb	40.34	cm

6.10964E+11

**Análisis**  
 Momento inmediatamente después del tensado de los cable  
 considerando los esfuerzos por peso propio

P= 78619.236 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-19.44996 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	46.606064 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-70.97087 kg/cm <sup>2</sup>

f<sub>c</sub>= -43.81476 kg/cm<sup>2</sup>  
 y<sub>c</sub>= 0 cm

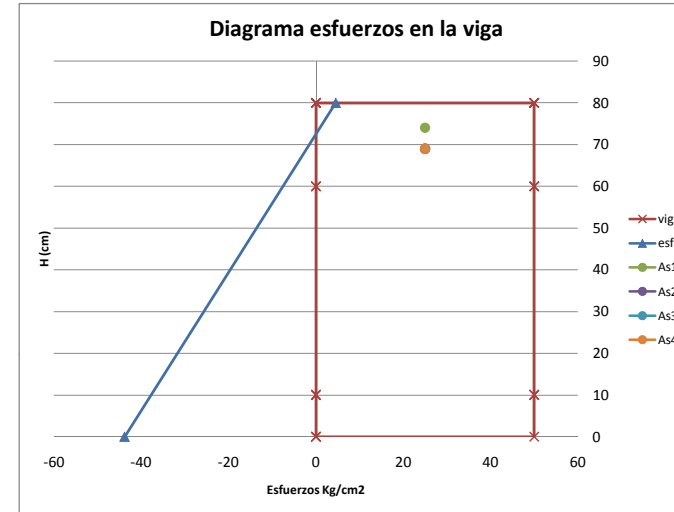
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-43.81476	cumple
80	4.5077377	cumple

Acero viga en centroide	
25	74
25	69
25	69
25	69

Cálculos fibra superior	
f'1=	-19.44996 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-45.82733 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	69.78502 kg/cm <sup>2</sup>

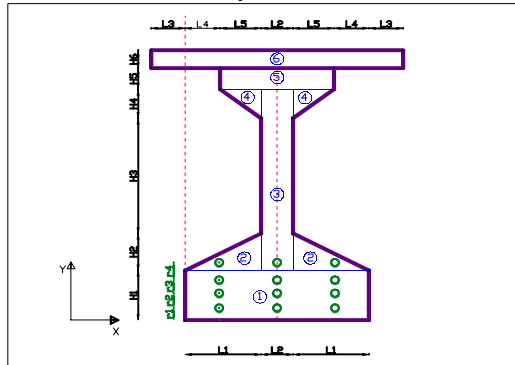
f<sub>b</sub>= 4.507738 kg/cm<sup>2</sup>  
 y<sub>b</sub>= 0 cm

Geometria en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
50	80
50	80
50	80
50	60
50	60
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	42453.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	39.66	4166.67	34.66	600762	604928.66
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.66	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	50	50	2500	35	87500.00		520833.33	4.66	54359	575192.40
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	20.34	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	70	70000.00		333333.33	30.34	920333	953666.54
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	80	0.00		0.00	40.34	0	0.00
					∅									
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	7.67	4.94335686	33.66	31827	31832.00
8	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	11	154.47		2.47167843	28.66	11537	11539.77
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00
# TORONES	6						4042.13		160322.99				total	2177159.36
							AREA TORONE:	5.91	45.32					cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2500.00	0.00240	600.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
1.97	0.00785	1.55
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	4042.13	cm <sup>2</sup>
Ig	2177159.36	cm <sup>4</sup>
P	79800.00	kgf
Ac	4042.13	cm <sup>2</sup>
e	32.00	cm
ci	39.66	cm
cb	40.34	cm

6.10964E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 78619.236 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-19.44996 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	46.606064 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-78.65453 kg/cm <sup>2</sup>

f= -51.49842 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

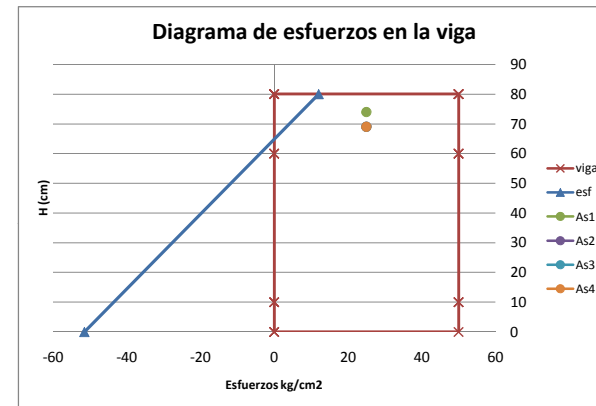
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-51.49842	cumple
80	12.063015	cumple

Acero viga en centroide	
25	74
25	69
25	69
25	69

Cálculos fibra superior	
f'1=	-19.44996 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-45.82733 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	77.3403 kg/cm <sup>2</sup>

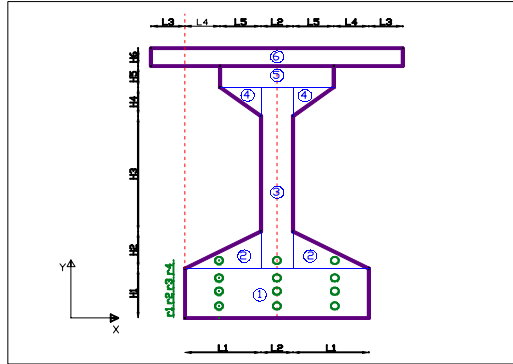
fb= 12.06301 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
50	80
50	80
50	80
50	60
50	60
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	5 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	1060.64 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM

42453.2 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

16202 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	39.663006	4166.67	34.66	600762	604928.66	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.66	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	50	2500	35	87500.00		520833.33	4.66	54359	575192.40	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60	0.00		0.00	20.34	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	70	70000.00		33333.33	30.34	920333	953666.54	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0.00	80	0.00		0	40.34	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	7.66666667	4.94	33.66	31827	31832.00	
8	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.043024	11.00	154.47		2.47	28.66	11537	11539.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00		0.00	23.66	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00		0.00	23.66	0	0.00	
# TORONES	6						4042.13		160322.99				total	2177159.36	
							AREA TORONE	5.91	45.32					cm4	

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2500.00	0.00240	600.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
1.97	0.00785	1.55
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	4042.13	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2177159.36	cm <sup>4</sup>
P	79800.00	kgf
A <sub>c</sub>	4042.13	cm <sup>2</sup>
e	32.00	cm
ci	39.66	cm
cb	40.34	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 78619.236

*Cálculos fibra inferior*  
f'1= -19.449957 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= 46.606064 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= -108.67254 kg/cm<sup>2</sup>

f= -81.516437 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

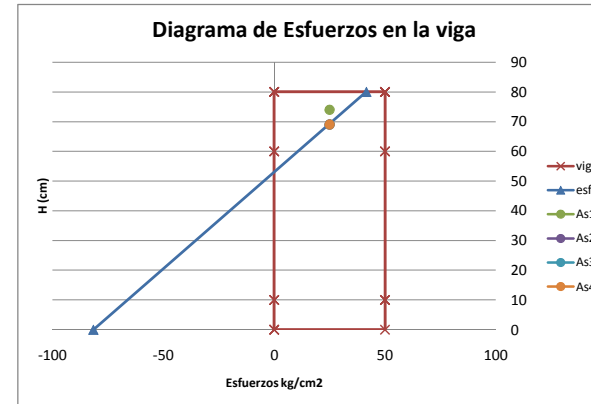
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-81.516437	cumple
80	41.579459	cumple

Acero viga en centroide	
25	74
25	69
25	64
25	64

*Cálculos fibra superior*  
f'1= -19.44996 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= -45.82733 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= 106.8567 kg/cm<sup>2</sup>

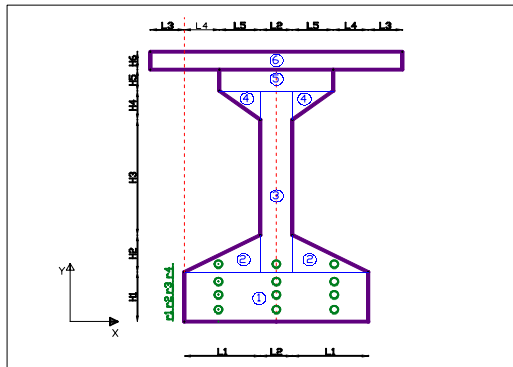
f<sub>b</sub>= 41.57946 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub>= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
0	80
50	80
50	80
50	80
50	60
50	60
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1348.640308 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	50944 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	25923.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	39.66	4166.67	34.66	600762	604928.66
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.66	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	50	50	2500	35	87500.00		520833.33	4.66	54359	575192.40
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	20.34	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	70	70000.00		333333.33	30.34	920333	953666.54
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	80	0.00		0.00	40.34	0	0.00
					∅									
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	7.67	4.94335686	33.66	31827	31832.00
8	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	11	154.47		2.47167843	28.66	11537	11539.77
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.66	0	0.00
# TORONES	6						4042.13		160322.99				total	2177159.36
							AREA TORONES	5.91	45.32					cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2500.00	0.00240	600.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
1.97	0.00785	1.55
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	4042.13	cm <sup>2</sup>
Ig	2177159.36	cm <sup>4</sup>
P	79800.00	kgf
Ac	4042.13	cm <sup>2</sup>
e	32.00	cm
ci	39.66	cm
cb	40.34	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas ultimas

P= 78619.236 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-19.44996 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	46.606064 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-190.1086 kg/cm <sup>2</sup>

f= -162.9525 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

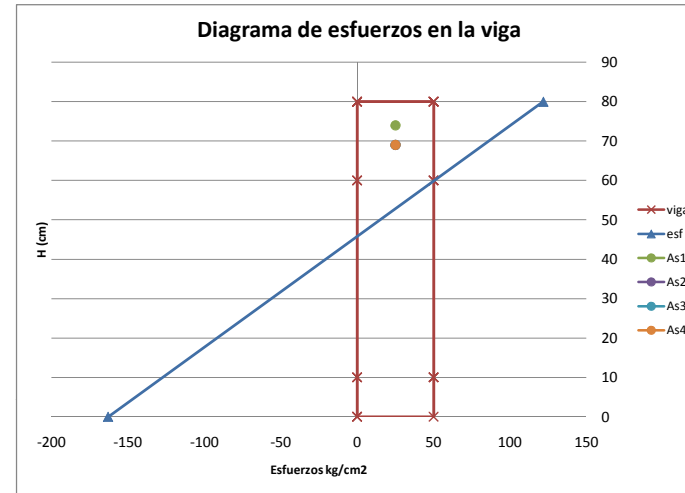
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-162.9525	cumple
80	121.65484	cumple

Acero viga en centroide	
25	74
25	69
25	69
25	69

Cálculos fibra superior	
f'1=	-19.44996 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-45.82733 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	186.9321 kg/cm <sup>2</sup>

fb= 121.6548 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
0	80
50	80
50	80
50	80
50	80
50	60
50	60
50	60
50	10
50	10
50	0
0	0





**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS

76867 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	80 cm
base (b) =	50 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	76.00 cm
f'c =	350 Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	4.00	6.00
Area (As)=	6.16	5.91 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	8.18 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	78715 Kg_m
------------------------	------------

valor muy semejante al Mu

ρmin =	0.0008642
ρutil =	0.00155558
ρmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE		
SECCION		
Altura (h) =	80	cm
base (b) =	50	cm
Peralte Efec (d) =	76	cm
f'c =	240	Kg/cm2
<=700 kg/cm		
REFUERZO		
Vc=	32378.1	kg
Vu=	28743.6	kg
O=	0.75	
Vs=	5946.7	kg
fy=	4200	kg/cm2
Vsmax=	123626	kg
ok		

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

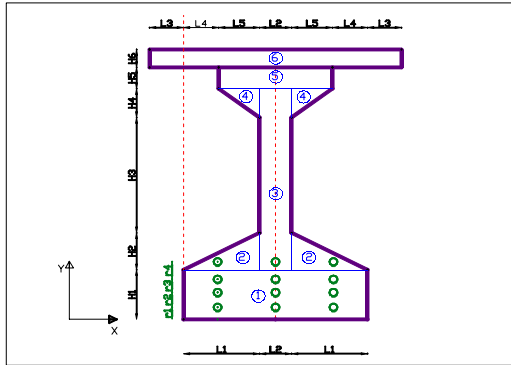
ok

DISEÑO		
Φ=	0.8	cm
# estribos	1	
Av=	1.01	cm2
s=	53.96	cm
smax=	38	cm
Avmin=	1.58333333	cm
Se coloca el minimo		

Se coloca el minimo



### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	1350.19 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	22785 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.74	6666.67	29.74	707423	714089.70	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.74	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.74	71800	498466.72	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.26	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.26	1021165	1074498.11	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.26	0	0.00	
					∅										
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.74	23194	23198.55	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.74	15825	15829.66	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00	
# TORONES	8						5656.17		196477.46				total	2326082.73 cm4	
							AREA TORONE: 7.88		66.99						

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5656.17	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2326082.73	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
A <sub>c</sub>	5656.17	cm <sup>2</sup>
e	26.24	cm
c <sub>i</sub>	34.74	cm
c <sub>b</sub>	35.26	cm

6.52755E+11

**Análisis**  
 Momento inmediatamente después del tensado de los cable  
 considerando los esfuerzos por peso propio

P= 104825.65 kg

*Cálculos fibra superior*  
 f'1= -18.53297 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'2= 41.694147 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'3= -34.54183 kg/cm<sup>2</sup>

f= -11.38064 kg/cm<sup>2</sup>  
 y'= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
70	-11.38064	<b>cumple</b>
0	-25.57853	<b>cumple</b>

**Acero viga en centroide**

40	6
40	11
40	11
40	11

*Cálculos fibra inferior*  
 f'1= -18.53297 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'2= -41.07181 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'3= 34.02624 kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>b</sub>= -25.57853 kg/cm<sup>2</sup>  
 y<sub>b</sub>= 0 cm

**Geometría en la viga**

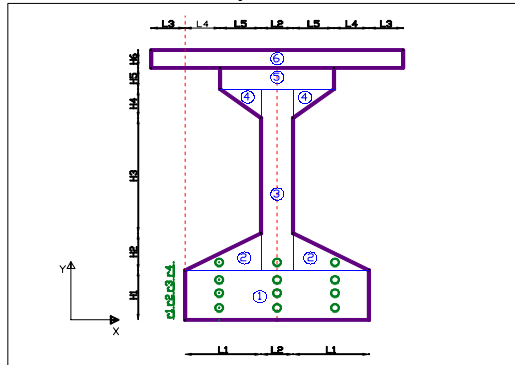
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0







### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
f hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
f acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	26932.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgI cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	I <sub>cg</sub> cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.74	6666.67	29.74	707423	714089.70
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	24.74	0	0	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.74	71800	498466.72
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00	15.26	0	0	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.26	1021165	1074498.11
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.26	0	0.00
					∅									
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.74	23194	23198.55
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.74	15825	15829.66
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00
# TORONES	8						5656.17		196477.46				total	2326082.73
							AREA TORONE!	7.88	66.99					cm <sup>4</sup>

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5656.17	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2326082.73	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	5656.17	cm <sup>2</sup>
e	26.24	cm
ci	34.74	cm
cb	35.26	cm

6.52755E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 104825.65 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-18.53297 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	41.694147 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-40.82894 kg/cm <sup>2</sup>

f= -17.66776 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

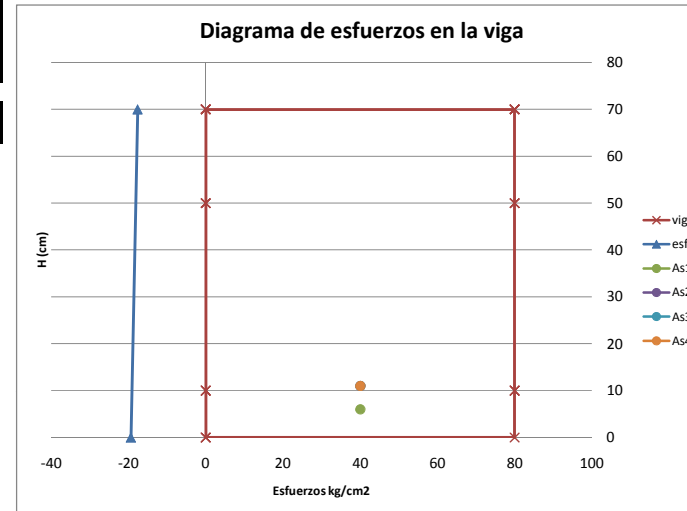
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-17.66776	cumple
0	-19.38526	cumple

Acero viga en centroide	
40	6
40	11
40	11
40	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-18.53297 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-41.07181 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	40.21951 kg/cm <sup>2</sup>

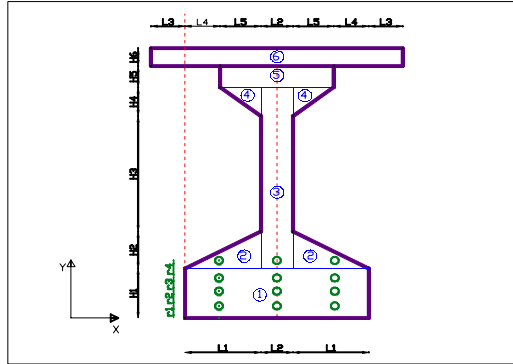
f<sub>b</sub>= -19.38526 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub>= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	1446.19 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM

26932.2 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

8494 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.7368255	6666.67	29.74	707423	714089.70	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	24.74	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00	426666.67	4.74	71800	498466.72	3200.00	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50	0.00	0.00	0.00	15.26	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00	53333.33	25.26	1021165	1074498.11	1600.00	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0.00	70	0.00	0	35.26	0	0.00	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	8.5	4.94	28.74	23194	23198.55	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	11.00	308.95	4.94	23.74	15825	15829.66	3.94	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00	0.00	23.74	0	0.00	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00	0.00	23.74	0	0.00	0.00	
# TORONES	8						5656.17		196477.46				total	2326082.73 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE	7.88	66.99						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5656.17	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2326082.73	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	5656.17	cm <sup>2</sup>
e	26.24	cm
ci	34.74	cm
cb	35.26	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 104825.65

Cálculos fibra superior	
f'1=	-18.532966 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	41.694147 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-53.705754 kg/cm <sup>2</sup>

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-18.53297 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-41.07181 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	52.90413 kg/cm <sup>2</sup>

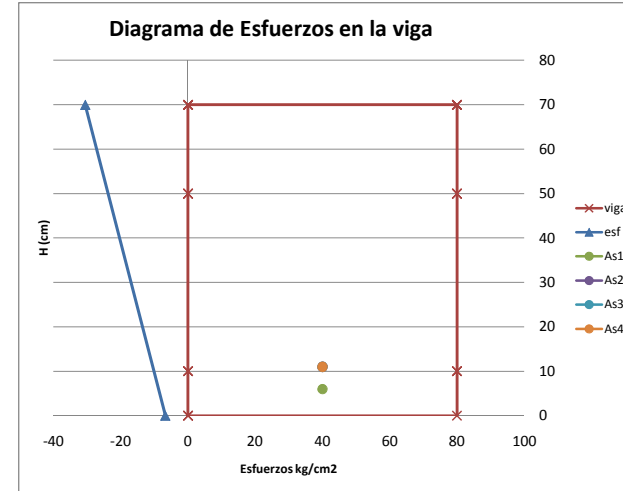
f= -30.544574 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

fb= -6.700648 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-30.544574	cumple
0	-6.700648	cumple

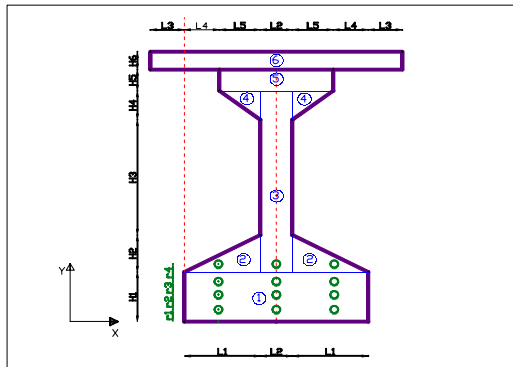
Acero viga en centroide	
40	6
40	11
40	11
40	11

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1926.187078 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	32319 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	12862 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	39.73	6666.67	34.73	964712	971379.03	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	29.73	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	50	4000	35	140000.00		833333.33	4.73	89338	922671.12	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00	0.00	0.00	20.27	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	70	112000.00		533333.33	30.27	1466431	1519763.91	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	80	0.00	0.00	0.00	40.27	0	0.00	
					∅										
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	33.73	31946	31951.10	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	28.73	23176	23180.97	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.73	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.73	0	0.00	
# TORONES	8						6456.17		256477.46				total	3468946.12	
							AREA TORONES	7.88	66.99					cm4	

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
4000.00	0.00240	960.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	6456.17	cm <sup>2</sup>
Ig	3468946.12	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	6456.17	cm <sup>2</sup>
e	31.23	cm
ci	39.73	cm
cb	40.27	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas ultimas*

P= 104825.65 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	38.00239 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-52.4542 kg/cm <sup>2</sup>

f= -30.68832 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

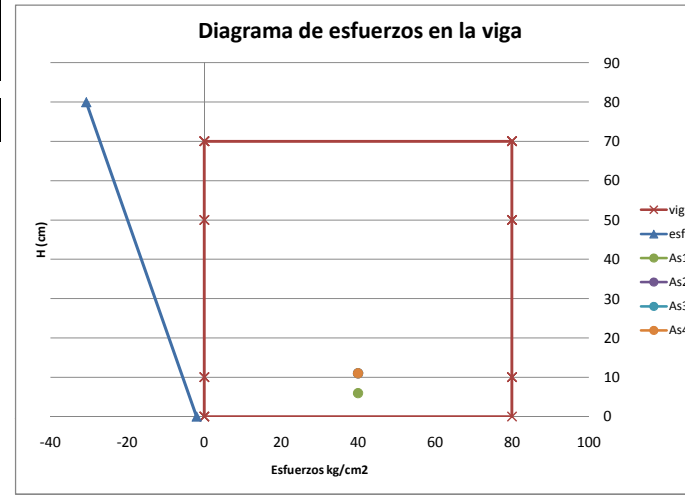
Esfuerzos en la viga		
y	f	
80	-30.68832	cumple
0	-1.981377	cumple

Acero viga en centroide	
40	6
40	11
40	11
40	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-37.48517 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	51.7403 kg/cm <sup>2</sup>

fb= -1.981377 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
0	80
80	80
80	80
80	80
80	60
80	60
80	10
80	10
80	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

**DISEÑO EN LOS ESTREMOS**

45181 Kg-m

109.375		
Altura (h) =	80	cm
base (b) =	80	cm
Rercubrimiento (d) =	4.00	cm
Peralte Efec (d) =	76.00	cm
f'c =	350	Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	2.00	8.00
Area (As)=	3.08	7.88 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO		
O = 0.90	0.9	
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	5.91	cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	92441	Kg_m
------------------------	-------	------

valor muy semejante al Mu

pmin =	0.0008642
putil =	0.00129632
pmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE		
<b>SECCION</b>		
Altura (h) =	80	cm
base (b) =	80	cm
Peralte Efec (d) =	76	cm
f'c =	240	Kg/cm2
<b>REFUERZO</b>		
Vc=	51805.0	kg
Vu=	8538.4	kg
O=	0.75	
Vs=	-40420.5	kg
fy=	4200	kg/cm2
Vsmax=	197801	kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

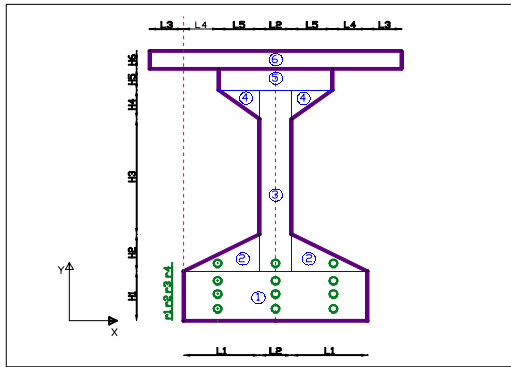
<b>DISEÑO</b>		
Φ=	0.8	cm
# estribos	1	
Av=	1.01	cm2
s=	-7.94	cm
smax=	38	cm
Avmin=	2.53333333	cm

Se coloca el minimo





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
F'c viga	350 kg/cm2
F'c losa	350 kg/cm2
Fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
Fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	1541.41 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	60805 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	39.76	6666.67	34.76	966451	973117.52
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.76	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	80	50	4000	35	140000.00		833333.33	4.76	90524	923857.47
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	20.24	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	70	112000.00		53333.33	30.24	1463402	1516735.61
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	80	0.00		0.00	40.24	0	0.00
φ														
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	33.76	32005	32010.38
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	28.76	17420	17423.60
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.76	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.76	0	0.00
# TORONES	7						6449.15		256400.23				total	3463144.57
							AREA TORONE:	6.90	56.16					

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
4000.00	0.00240	960.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	6449.15	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	3463144.57	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	6449.15	cm <sup>2</sup>
e	31.61	cm
ci	39.76	cm
cb	40.24	cm

9.71843E+11

**Análisis**  
 Momento inmediatamente después del tensado de los cable  
 considerando los esfuerzos por peso propio

P= 91722.442 kg

*Cálculos fibra inferior*  
 f'1= -14.22241 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'2= 33.695923 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'3= -70.65726 kg/cm<sup>2</sup>

f= -51.18374 kg/cm<sup>2</sup>  
 y'= 0 cm

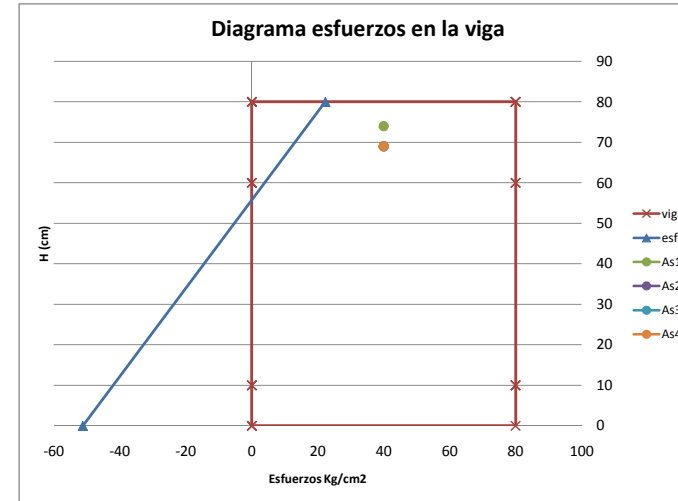
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-51.18374	cumple
80	22.292939	cumple

Acero viga en centroide	
40	74
40	69
40	69
40	69

*Cálculos fibra superior*  
 f'1= -14.22241 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'2= -33.28934 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'3= 69.80468 kg/cm<sup>2</sup>

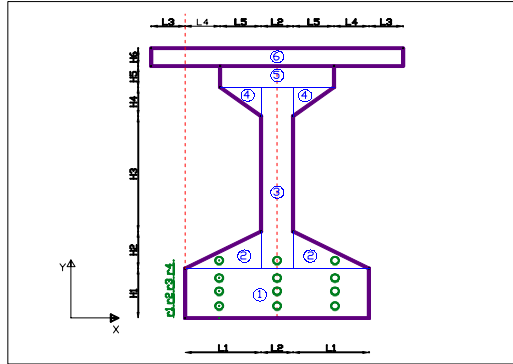
f<sub>b</sub>= 22.29294 kg/cm<sup>2</sup>  
 y<sub>b</sub>= 0 cm

Geometria en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
80	80
80	80
80	80
80	60
80	60
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	64952.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgI cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	I <sub>cg</sub> cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	39.76	6666.67	34.76	966451	973117.52
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.76	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	80	50	4000	35	140000.00		833333.33	4.76	90524	923857.47
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00		0.00	20.24	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	70	112000.00		53333.33	30.24	1463402	1516735.61
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	80	0.00		0.00	40.24	0	0.00
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	33.76	32005	32010.38
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	28.76	17420	17423.60
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.76	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.76	0	0.00
# TORONES	7						6449.15		256400.23				total	3463144.57
							AREA TORONE:	6.90	56.16					

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
4000.00	0.00240	960.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	6449.15	cm <sup>2</sup>
Ig	3463144.57	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	6449.15	cm <sup>2</sup>
e	31.61	cm
ci	39.76	cm
cb	40.24	cm

9.71843E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 91722.442 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-14.22241 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	33.695923 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-75.47643 kg/cm <sup>2</sup>

f'= -56.00291 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-56.00291	cumple
80	27.053961	cumple

Acero viga en centroide	
40	74
40	69
40	69
40	69

Cálculos fibra superior	
f'1=	-14.22241 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-33.28934 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	74.56571 kg/cm <sup>2</sup>

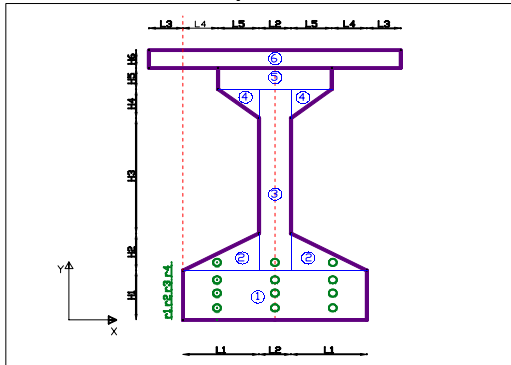
fb= 27.05396 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
0	80
0	80
80	80
80	80
80	80
80	80
80	60
80	60
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	5 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
F'c viga	350 kg/cm2
F'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	1637.41 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m2

### Propiedades del perfil

Camión HS-MOP

MOMENTO DE DISEÑO CM

64952.2 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

23351 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	39.7572088	6666.67	34.76	966451	973117.52	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	29.76	0	0.00	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	50	4000	35	140000.00	833333.33	4.76	90524	923857.47	0.00	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60	0.00	0.00	20.24	0	0.00	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	70	112000.00	53333.33	30.24	1463402	1516735.61	0.00	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0.00	80	0.00	0	40.24	0	0.00	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	8.14285714	4.94	33.76	32005	32010.38	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.0645359	11.00	231.71	3.71	28.76	17420	17423.60	0.00	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00	0.00	23.76	0	0.00	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00	0.00	23.76	0	0.00	0.00	
# TORONES	7						6449.15		256400.23				total	3463144.57	cm4
							AREA TORONE	6.90	56.16						

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
4000.00	0.00240	960.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	6449.15	cm <sup>2</sup>
Ig	3463144.57	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	6449.15	cm <sup>2</sup>
e	31.61	cm
ci	39.76	cm
cb	40.24	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 91722.442

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-14.222407 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	33.695923 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-102.611 kg/cm <sup>2</sup>

Cálculos fibra superior	
f'1=	-14.22241 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-33.28934 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	101.3729 kg/cm <sup>2</sup>

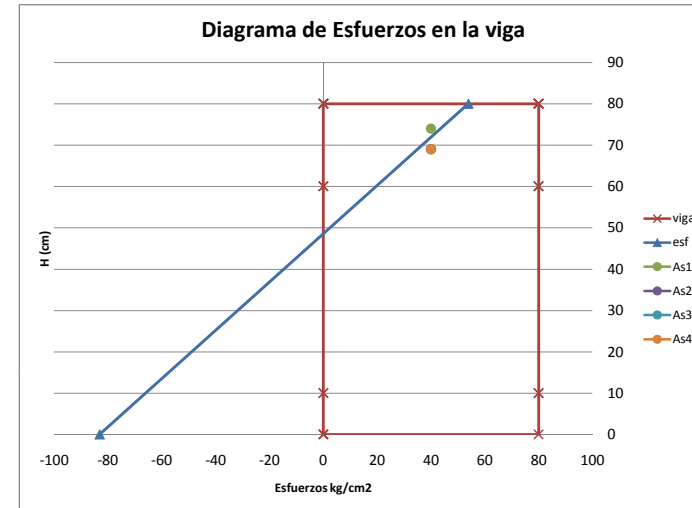
f= -83.137482 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

fb= 53.86112 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-83.137482	cumple
80	53.861118	cumple

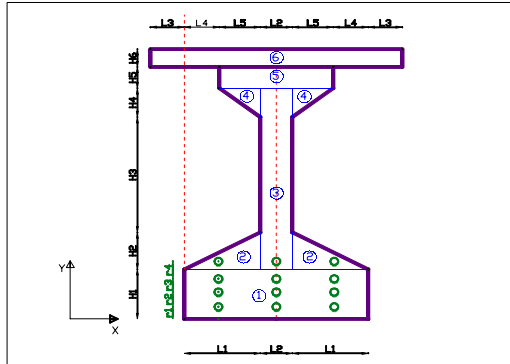
Acero viga en centroide	
40	74
40	69
40	64
40	64

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
80	80
80	80
80	80
80	60
80	60
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1925.413693 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	77943 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	37361.6 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	39.76	6666.67	34.76	966451	973117.52	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	29.76	0	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	50	4000	35	140000.00		833333.33	4.76	90524	923857.47	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00	0.00	20.24	0	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	70	112000.00		53333.33	30.24	1463402	1516735.61	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	80	0.00	0.00	40.24	0	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	33.76	32005	32010.38	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	28.76	17420	17423.60	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.76	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.76	0	0.00	
# TORONES	7						6449.15		256400.23				total	3463144.57	
							AREA TORONES	6.90	56.16					cm4	

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
4000.00	0.00240	960.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	6449.15	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	3463144.57	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	6449.15	cm <sup>2</sup>
e	31.61	cm
ci	39.76	cm
cb	40.24	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas ultimas

P= 91722.442 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-14.22241 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	33.695923 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-178.1506 kg/cm <sup>2</sup>

f= -158.677 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

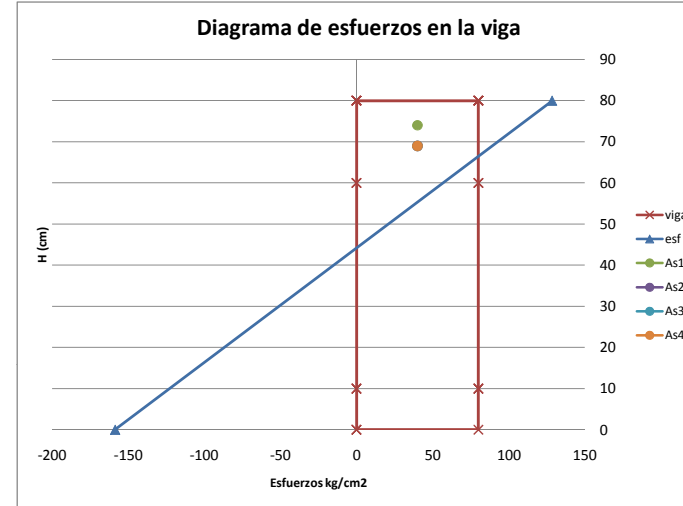
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-158.677	cumple
80	128.48919	cumple

Acero viga en centroide	
40	74
40	69
40	69
40	69

Cálculos fibra superior	
f'1=	-14.22241 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-33.28934 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	176.0009 kg/cm <sup>2</sup>

fb= 128.4892 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
80	80
80	80
80	80
80	60
80	60
80	10
80	10
80	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS

115304 Kg-m

109.375		
Altura (h) =	80	cm
base (b) =	80	cm
Rercubrimiento (d) =	4.00	cm
Peralte Efec (d) =	76.00	cm
f'c =	350	Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.6	1.2 cm
# Varillas =	8.00	7.00
Area (As)=	16.08	6.90 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO		
O = 0.90	0.9	
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	7.53	cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	116550	Kg_m
------------------------	--------	------

valor muy semejante al Mu

pmin =	0.0008642
putil =	0.00113428
pmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE		
SECCION		
Altura (h) =	80	cm
base (b) =	50	cm
Peralte Efec (d) =	76	cm
f'c =	240	Kg/cm2
REFUERZO		
Vc=	32378.1	kg
Vu=	28743.6	kg
O=	0.75	
Vs=	5946.7	kg
fy=	4200	kg/cm2
Vsmax=	123626	kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

DISEÑO		
Φ=	0.8	cm
# estribos	1	
Av=	1.01	cm2
s=	53.96	cm
smax=	38	cm
Avmin=	1.58333333	cm

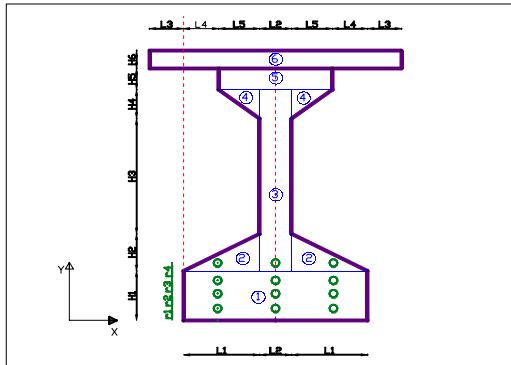
Se coloca el minimo







### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	343.12 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	7483 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d^2 cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	39.06	1250.00	34.06	173967	175216.55	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.06	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	30	450	25	11250.00		33750.00	14.06	88901	122650.68	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	0.94	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	46	8280.00		2160.00	6.94	8681	10840.70	
6	1	350	280624	1.00	80	8	640	56	35840.00		3413.33	16.94	183754	187167.64	
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	6	84.26	7.67	2.47167843	33.06	15344	15346.81	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	28.06	5527	5527.95	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.06	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.06	0	0.00	
# TORONES	3						1441.06		56281.49				total	516750.32	
							AREA TORONE:	2.96	22.66					cm4	

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
450.00	0.00240	108.00
0.00	0.00240	0.00
180.00	0.00240	43.20
640.00	0.00240	153.60
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1441.06	cm <sup>2</sup>
Ig	516750.32	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	1441.06	cm <sup>2</sup>
e	31.39	cm
ci	39.06	cm
cb	20.94	cm

1.45013E+11

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 39309.618 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-27.27818 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	50.010736 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-30.32948 kg/cm <sup>2</sup>

f= -7.596927 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

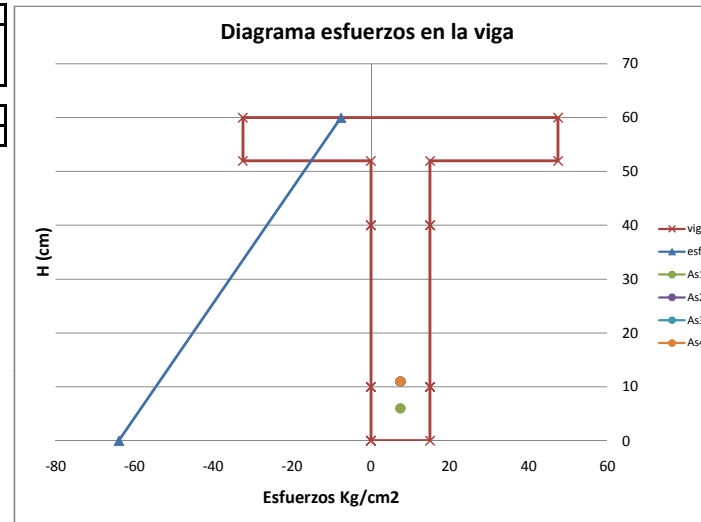
Esfuerzos en la viga (kg/cm <sup>2</sup> )		
y	f	
60	-7.596927	cumple
0	-63.97808	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	6
7.5	11
7.5	11
7.5	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-27.27818 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-93.25571 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	56.5558 kg/cm <sup>2</sup>

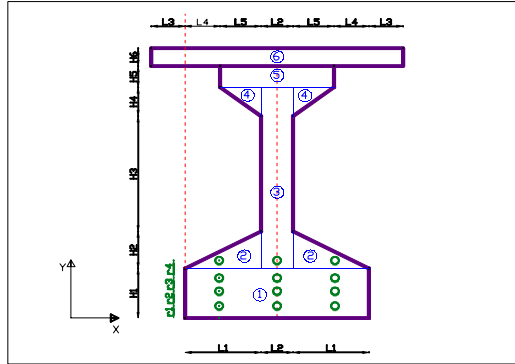
fb= -63.97808 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometria en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	52
-32.5	52
-32.5	60
47.5	60
47.5	52
15	52
15	40
15	40
15	10
15	10
15	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.02
CM VIGAS	64.80 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	9556.6 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	39.06	1250.00	34.06	173967	175216.55	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.06	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	30	450	25	11250.00		33750.00	14.06	88901	122650.68	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	0.94	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	46	8280.00		2160.00	6.94	8681	10840.70	
6	1	350	280624	1.00	80	8	640	56	35840.00		3413.33	16.94	183754	187167.64	
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	6	84.26	7.67	2.47167843	33.06	15344	15346.81	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	28.06	5527	5527.95	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.06	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.06	0	0.00	
# TORONES	3						1441.06		56281.49				total	516750.32	
							AREA TORONE	2.96	22.66					cm4	

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
450.00	0.00240	108.00
0.00	0.00240	0.00
180.00	0.00240	43.20
640.00	0.00240	153.60
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1441.06	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	516750.32	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	1441.06	cm <sup>2</sup>
e	31.39	cm
ci	39.06	cm
cb	20.94	cm

1.45013E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 39309.618 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-27.27818 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	50.010736 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-38.73403 kg/cm <sup>2</sup>

f'= -16.00147 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

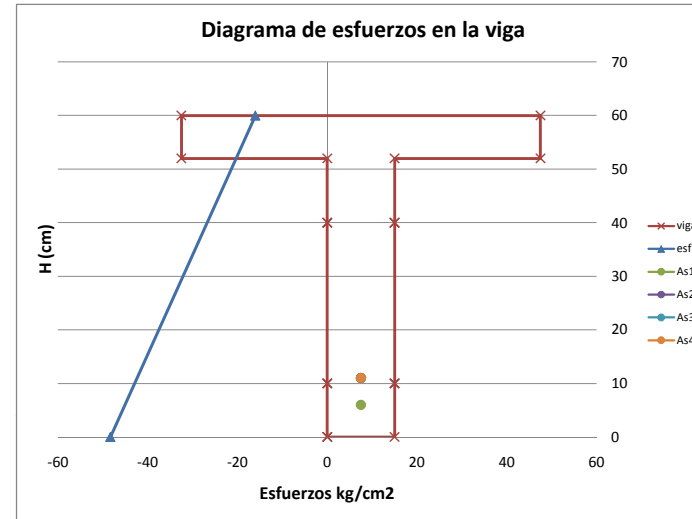
Esfuerzos en la viga		
y	f	
60	-16.00147	cumple
0	-48.30601	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	6
7.5	11
7.5	11
7.5	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-27.27818 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-93.25571 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	72.22788 kg/cm <sup>2</sup>

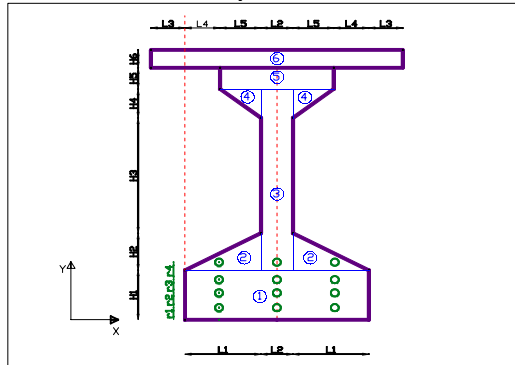
fb= -48.30601 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	52
-32.5	52
-32.5	60
47.5	60
47.5	52
15	52
15	40
15	40
15	10
15	10
15	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	5 cm
r4	5 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	439.12 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m2

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM 9556.6 kg-m  
 MOMENTO DE DISEÑO CV1 10008 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	39.0554992	1250.00	34.06	173967	175216.55
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.06	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	15	30	450	25	11250.00		33750.00	14.06	88901	122650.68
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40	0.00		0.00	0.94	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	46	8280.00		21600.00	6.94	8681	10840.70
6	1	350	280624	1.00	80	8	640.00	56	35840.00		3413.33333	16.94	183754	187167.64
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.043024	6	84.26	7.66666667	2.47	33.06	15344	15346.81
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02151198	11.00	77.24		1.24	28.06	5527	5527.95
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00		0.00	23.06	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	21	0.00		0.00	18.06	0	0.00
# TORONES	3						1441.06		56281.49				total	516750.32 cm4
		AREA TORONE		2.96			22.66							

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
450.00	0.00240	108.00
0.00	0.00240	0.00
180.00	0.00240	43.20
640.00	0.00240	153.60
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1441.06	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	516750.32	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
A <sub>c</sub>	1441.06	cm <sup>2</sup>
e	31.39	cm
i <sub>c</sub>	39.06	cm
cb	20.94	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 39309.618

Cálculos fibra superior	
f'1=	-27.27818 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	50.010736 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-79.297635 kg/cm <sup>2</sup>

f= -56.565079 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

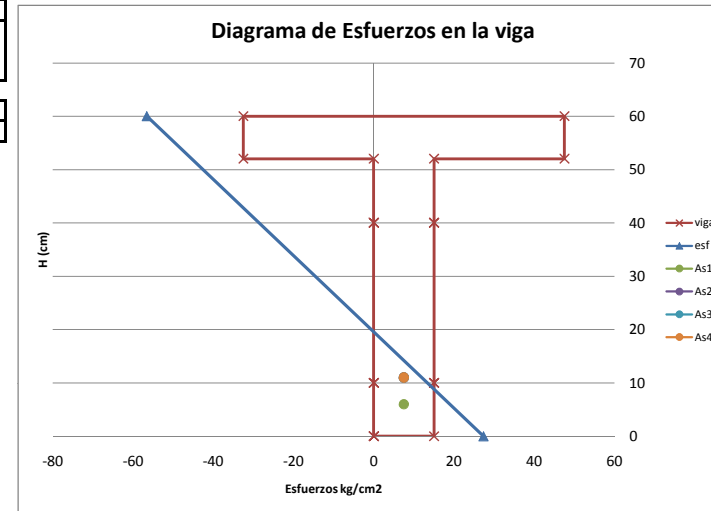
Esfuerzos en la viga		
y	f	
60	-56.565079	cumple
0	27.333503	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	6
7.5	11
7.5	16
7.5	21

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-27.27818 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-93.25571 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	147.8674 kg/cm <sup>2</sup>

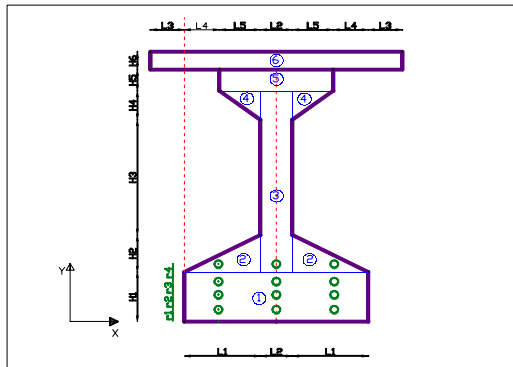
f<sub>b</sub>= 27.3335 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	52
-32.5	52
-32.5	60
47.5	60
47.5	52
15	52
15	40
15	40
15	10
15	10
15	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	5 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	727.1201541 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	11468 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	16012.8 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	39.04	1250.00	34.04	173817	175067.25
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	29.04	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	15	30	450	25	11250.00		33750.00	14.04	88716	122465.86
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	0.96	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	46	8280.00		2160.00	6.96	8717	10877.28
6	1	350	280624	1.00	80	8	640	56	35840.00		3413.33	16.96	184071	187484.81
					∅									
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	5	70.22	6.67	2.47167843	34.04	16273	16275.27
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	10	70.22		1.23583922	29.04	5922	5922.99
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	10	0.00		0	29.04	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	10	0.00		0	29.04	0	0.00
# TORONES	3						1441.06		56260.43				total	518093.46
							AREA TORONES	2.96	19.70					

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
450.00	0.00240	108.00
0.00	0.00240	0.00
180.00	0.00240	43.20
640.00	0.00240	153.60
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1441.06	cm <sup>2</sup>
Ig	518093.46	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	1441.06	cm <sup>2</sup>
e	32.37	cm
ci	39.04	cm
cb	20.96	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas ultimas*

P= 39309.618 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-27.27818 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	51.482896 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-111.1714 kg/cm <sup>2</sup>

f= -86.96667 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

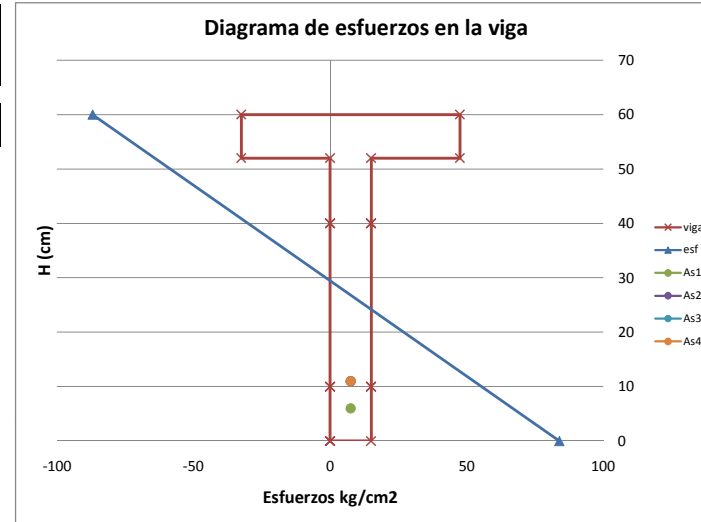
Esfuerzos en la viga		
y	f	
60	-86.96667	<b>cumple</b>
0	83.904509	<b>cumple</b>

Acero viga en centroide	
7.5	5
7.5	10
7.5	10
7.5	10

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-27.27818 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-95.89801 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	207.0807 kg/cm <sup>2</sup>

fb= 83.90451 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	52
-32.5	52
-32.5	60
47.5	60
47.5	52
15	52
15	40
15	40
15	10
15	10
15	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS 27481 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	60 cm
base (b) =	80 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	56.00 cm
f'c =	350 Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	2.00	3.00
Area (As)=	3.08	2.96 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	2.56 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	29950 Kg_m
------------------------	------------

valor muy semejante al Mu

pmin =	0.0008642
putil =	0.00065973
pmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE	
SECCION	
Altura (h) =	60 cm
base (b) =	15 cm
Peralte Efec (d) =	56 cm
f'c =	240 Kg/cm2
REFUERZO	
Vc=	7157.3 kg
Vu=	181.3 kg
O=	0.75
Vs=	-6915.5 kg
fy=	4200 kg/cm2
Vsmax=	27328 kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

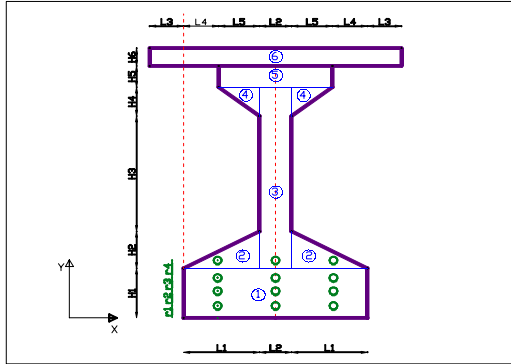
DISEÑO	
Φ=	0.8 cm
# estribos	1
Av=	1.01 cm2
s=	-34.19 cm
smax=	28 cm
Avmin=	0.35 cm

ok





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	218.32 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	10008 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	29.49	1250.00	24.49	89958	91208.44	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	19.49	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	30	450	25	11250.00		33750.00	4.49	9069	42818.98	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	10.51	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	50	15000.00		10000.00	20.51	126207	136207.36	
6	1	350	280624	1.00	15	0	0	60	0.00		0.00	30.51	0	0.00	
7	2	19000	2000000	7.13	∅	-	14.04	6	84.26	7.67	2.47167843	23.49	7748	7750.63	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	18.49	2400	2401.55	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.49	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.49	0	0.00	
# TORONES	3						921.06		27161.49				total	280386.97	
AREA TORONE:							2.96		22.66						cm4

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
450.00	0.00240	108.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	921.06	cm <sup>2</sup>
Ig	280386.97	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	921.06	cm <sup>2</sup>
e	21.82	cm
ci	29.49	cm
cb	30.51	cm

78683399255

**Análisis**  
*Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio*

P= 39309.618 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-42.67846 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	93.346919 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-108.9037 kg/cm <sup>2</sup>

f= -58.2352 kg/cm<sup>2</sup>  
 y= 0 cm

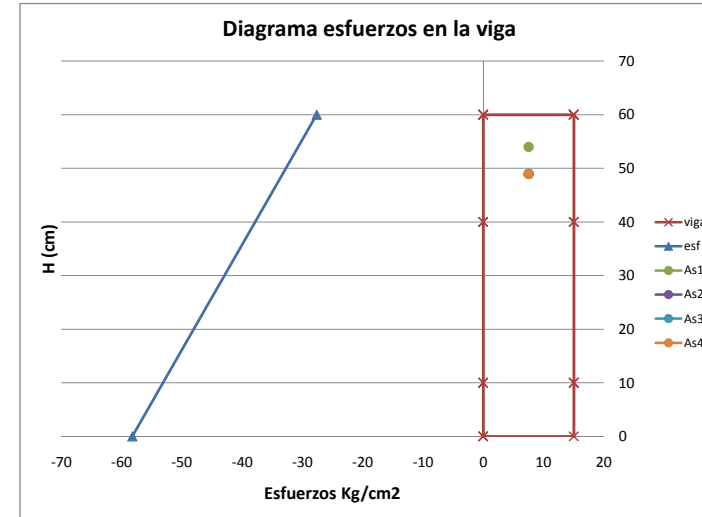
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-58.2352	cumple
60	-27.64257	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	54
7.5	49
7.5	49
7.5	49

Cálculos fibra superior	
f'1=	-42.67846 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-90.22161 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	105.2575 kg/cm <sup>2</sup>

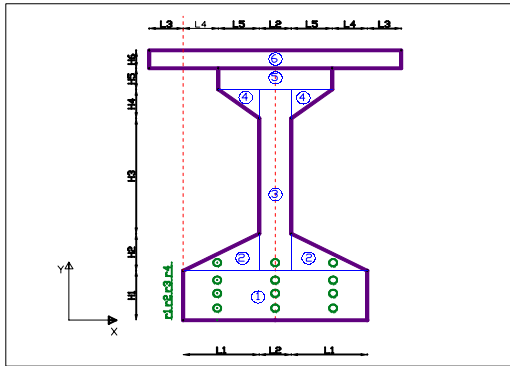
fb= -27.64257 kg/cm<sup>2</sup>  
 yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
15	60
15	60
15	60
15	40
15	40
15	10
15	10
15	10
15	0
0	0





**Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección**



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las pérdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.02
CM VIGAS	64.80 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	12081.6 kg-m

**Propiedades del perfil**

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	29.49	1250.00	24.49	89958	91208.44	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	19.49	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	30	450	25	11250.00		33750.00	4.49	9069	42818.98	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	10.51	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	50	15000.00		10000.00	20.51	126207	136207.36	
6	1	350	280624	1.00	15	0	0	60	0.00		0.00	30.51	0	0.00	
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	6	84.26	7.67	2.47167843	23.49	7748	7750.63	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	18.49	2400	2401.55	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.49	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.49	0	0.00	
# TORONES	3						921.06		27161.49				total	280386.97	
							AREA TORONE	2.96	22.66						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
450.00	0.00240	108.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	921.06	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	280386.97	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
A <sub>c</sub>	921.06	cm <sup>2</sup>
e	21.82	cm
ci	29.49	cm
cb	30.51	cm

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 39309.618 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-42.67846 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	93.346919 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-131.4679 kg/cm <sup>2</sup>

f= -80.79941 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

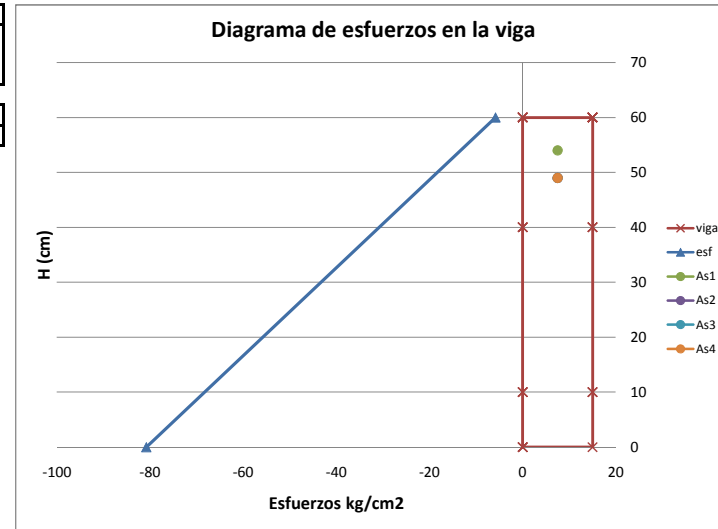
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-80.79941	cumple
60	-5.833822	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	54
7.5	49
7.5	49
7.5	49

Cálculos fibra superior	
f'1=	-42.67846 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-90.22161 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	127.0663 kg/cm <sup>2</sup>

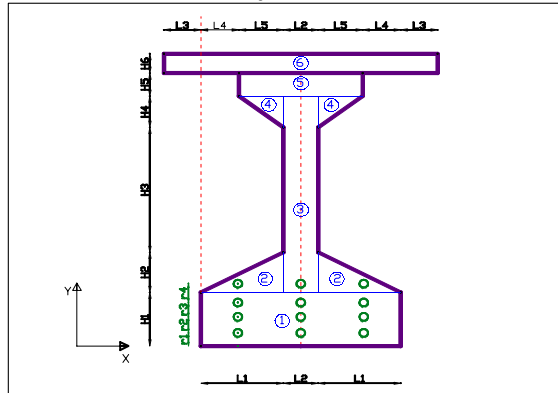
f<sub>b</sub>= -5.833822 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub>= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
0	60
15	60
15	60
15	60
15	40
15	40
15	10
15	10
15	0
0	0





**Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección**



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	314.32 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

**Propiedades del perfil**

Camión HS-MOP  
 MOMENTO DE DISEÑO CM 12081.6 kg-m  
 MOMENTO DE DISEÑO CV1 1992 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	29.4892418	1250.00	24.49	89958	91208.44
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	19.49	0	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	15	30	450	25	11250.00		33750.00	4.49	9069	42818.98
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40	0.00		0.00	10.51	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	50	15000.00		10000.00	20.51	126207	136207.36
6	1	350	280624	1.00	15	0	0.00	60	0.00		0	30.51	0	0.00
					∅									
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.043024	6	84.26	7.66666667	2.47	23.49	7748	7750.63
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02151198	11.00	77.24		1.24	18.49	2400	2401.55
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	18.49	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	18.49	0	0.00
# TORONES	3						921.06		27161.49				total	280386.97
							AREA TORONE!	2.96	22.66					cm4

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
450.00	0.00240	108.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	921.06	cm <sup>2</sup>
Ig	280386.97	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	921.06	cm <sup>2</sup>
e	21.82	cm
ci	29.49	cm
cb	30.51	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas de servicio*

P= 39309.618

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-42.678462 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	93.346919 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-153.14414 kg/cm <sup>2</sup>

f= -102.47568 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

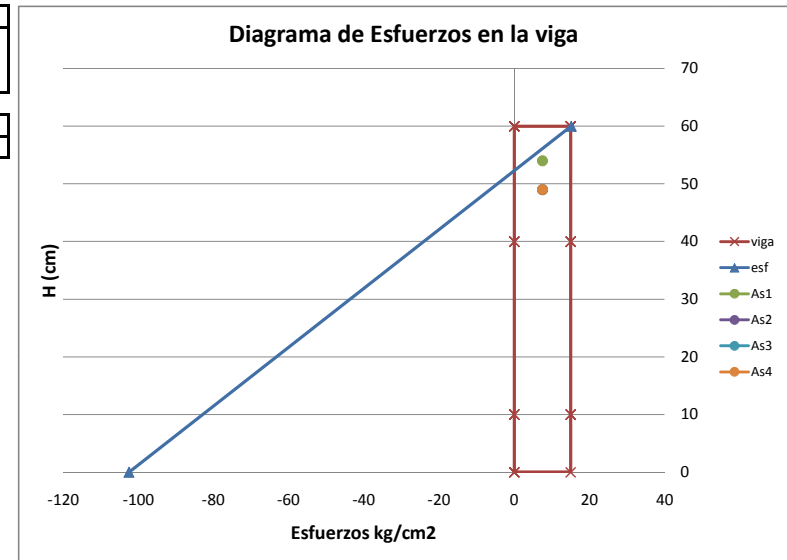
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-102.47568	cumple
60	15.116712	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	54
7.5	49
7.5	49
7.5	49

Cálculos fibra superior	
f'1=	-42.67846 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-90.22161 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	148.0168 kg/cm <sup>2</sup>

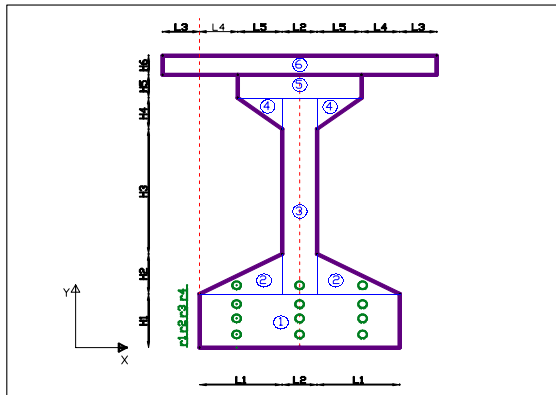
fb= 15.11671 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
15	60
15	60
15	60
15	40
15	40
15	40
15	10
15	10
15	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
Fc viga	350 kg/cm2
Fc losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
f hormigón=	0.0024 kg/cm3
f acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	602.3201541 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	14498 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	3187.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	29.49	1250.00	24.49	89958	91208.44	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	19.49	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	30	450	25	11250.00		33750.00	4.49	9069	42818.98	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	10.51	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	50	15000.00		10000.00	20.51	126207	136207.36	
6	1	350	280624	1.00	15	0	0	60	0.00		0.00	30.51	0	0.00	
					∅										
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	6	84.26	7.67	2.47167843	23.49	7748	7750.63	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	18.49	2400	2401.55	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.49	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.49	0	0.00	
# TORONES	3						921.06		27161.49				total	280386.97	
							AREA TORONES	2.96	22.66						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
450.00	0.00240	108.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	921.06	cm <sup>2</sup>
Ig	280386.97	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	921.06	cm <sup>2</sup>
e	21.82	cm
ci	29.49	cm
cb	30.51	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas ultimas*

P= 39309.618 kg

*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-42.678462	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	93.346919	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-244.80498	kg/cm <sup>2</sup>

*Cálculos fibra superior*

f1=	-42.67846	kg/cm <sup>2</sup>
f2=	-90.22161	kg/cm <sup>2</sup>
f3=	236.6088	kg/cm <sup>2</sup>

f= -194.13652 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

fb= 103.7087 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

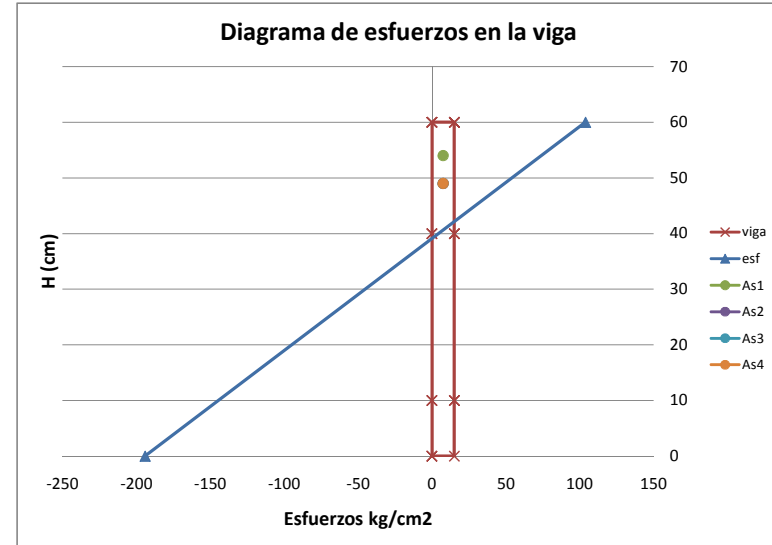
y	f	
0	-194.13652	cumple
60	103.7087	cumple

**Geometría en la viga**

x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
0	60
15	60
15	60
15	60
15	40
15	40
15	10
15	10
15	0
0	0

**Acero viga en centroide**

7.5	54
7.5	49
7.5	49
7.5	49





**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS

17685 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	60 cm
base (b) =	15 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	56.00 cm
f'c =	350 Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	3.00	3.00
Area (As)=	4.62	2.96 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	15.08 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	29343 Kg_m
------------------------	------------

valor muy semejante al Mu

ρmin =	0.0008642
ρutil =	0.00351858
ρmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE	
SECCION	
Altura (h) =	60 cm
base (b) =	15 cm
Peralte Efec (d) =	56 cm
f'c =	240 Kg/cm2
REFUERZO	
Vc=	7157.3 kg
Vu=	6645.8 kg
O=	0.75
Vs=	1703.8 kg
fy=	4200 kg/cm2
Vsmax=	27328 kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

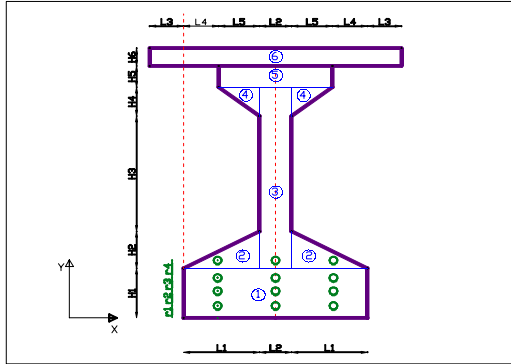
ok

DISEÑO	
Φ=	0.8 cm
# estribos	1
Av=	1.01 cm2
s=	138.78 cm
smax=	28 cm
Avmin=	0.35 cm

ok



### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	725.41 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	21022 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	29.65	4166.67	24.65	303754	307920.61	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	19.65	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	30	1500	25	37500.00		112500.00	4.65	32401	144901.33	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	10.35	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	50	50000.00		33333.33	20.35	414217	447550.46	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	60	0.00		0.00	30.35	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	23.65	15706	15711.01	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	18.65	7325	7328.60	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.65	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.65	0	0.00	
# TORONES	7						3049.15		90400.23				total	923412.01	
							AREA TORONE:	6.90	56.16					cm4	

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
1500.00	0.00240	360.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3049.15	cm <sup>2</sup>
Ig	923412.01	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	3049.15	cm <sup>2</sup>
e	21.50	cm
ci	29.65	cm
cb	30.35	cm

2.59132E+11

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 91722.442 kg

*Cálculos fibra superior*  
f'1= -30.08131 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= 64.834747 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= -69.09879 kg/cm<sup>2</sup>

f= -34.34536 kg/cm<sup>2</sup>  
y' = 0 cm

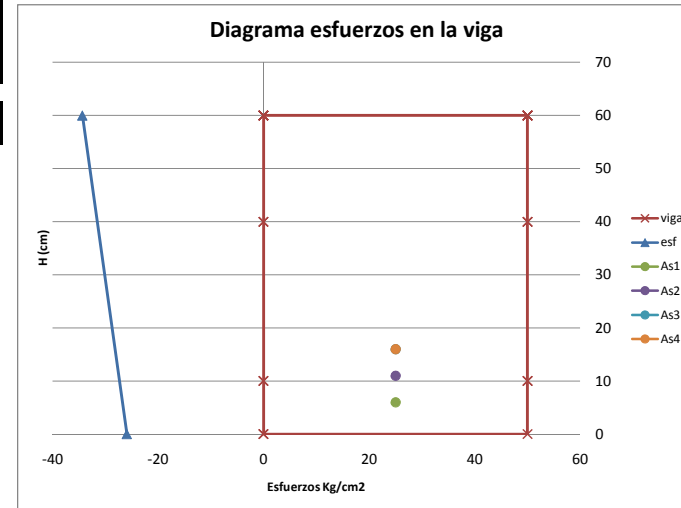
Esfuerzos en la viga		
y	f	
60	-34.34536	cumple
0	-25.91625	cumple

Acero viga en centroide	
25	6
25	11
25	11
25	11

*Cálculos fibra inferior*  
f'1= -30.08131 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= -63.32956 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= 67.49462 kg/cm<sup>2</sup>

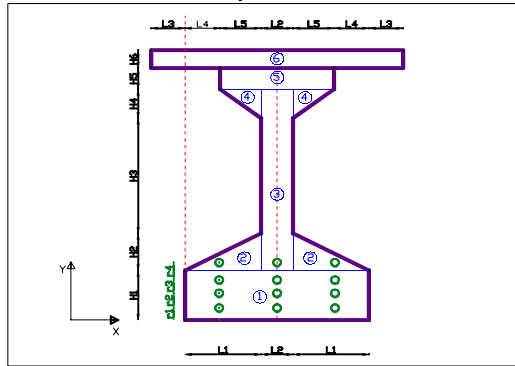
fb= -25.91625 kg/cm<sup>2</sup>  
yb = 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
0	60
50	60
50	60
50	60
50	40
50	40
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.02
CM VIGAS	64.80 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	23095.6 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	29.65	4166.67	24.65	303754	307920.61	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	19.65	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	30	1500	25	37500.00		112500.00	4.65	32401	144901.33	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	10.35	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	50	50000.00		33333.33	20.35	414217	447550.46	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	60	0.00		0.00	30.35	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	23.65	15706	15711.01	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	18.65	7325	7328.60	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.65	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.65	0	0.00	
# TORONES	7						3049.15		90400.23				total	923412.01	
							AREA TORONE:	6.90	56.16						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
1500.00	0.00240	360.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3049.15	cm2
Ig	923412.01	cm4
P	93100.00	kgf
Ac	3049.15	cm2
e	21.50	cm
ci	29.65	cm
cb	30.35	cm

2.59132E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 91722.442 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-30.08131 kg/cm2
f'2=	64.834747 kg/cm2
f'3=	-75.91467 kg/cm2

f'= -41.16123 kg/cm2  
y'= 0 cm

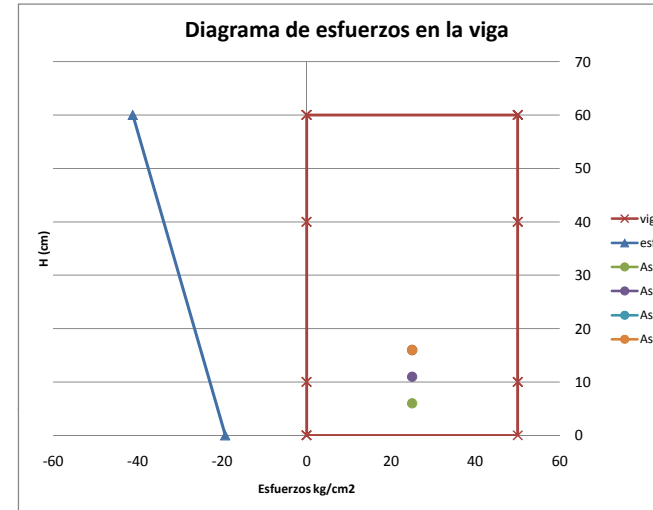
Esfuerzos en la viga		
y	f	
60	-41.16123	cumple
0	-19.25862	cumple

Acero viga en centroide	
25	6
25	11
25	11
25	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-30.08131 kg/cm2
f'2=	-63.32956 kg/cm2
f'3=	74.15226 kg/cm2

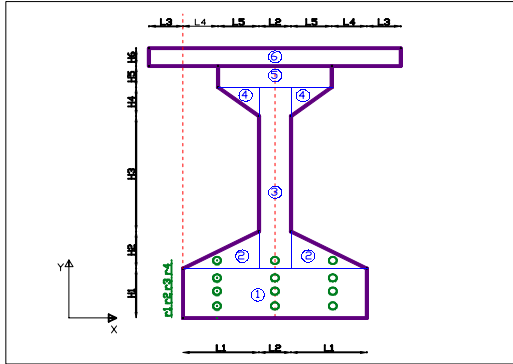
fb= -19.25862 kg/cm2  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
0	60
50	60
50	60
50	60
50	40
50	40
50	40
50	10
50	10
50	0
0	0





**Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección**



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.02
CM VIGAS	763.81 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

**Propiedades del perfil**

MOMENTO DE DISEÑO CM

23095.6 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

4178 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	29.6476752	4166.67	24.65	303754	307920.61	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	19.65	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	30	1500	25	37500.00		112500.00	4.65	32401	144901.33	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40	0.00		0.00	10.35	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	50	50000.00		33333.33	20.35	414217	447550.46	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0.00	60	0.00		0	30.35	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	8.14285714	4.94	23.65	15706	15711.01	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.0645359	11.00	231.71		3.71	18.65	7325	7328.60	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	18.65	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	18.65	0	0.00	
# TORONES	7						3049.15		90400.23				total	923412.01	
							AREA TORONE	6.90	56.16					cm4	

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
1500.00	0.00240	360.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3049.15	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	923412.01	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
A <sub>c</sub>	3049.15	cm <sup>2</sup>
e	21.50	cm
ci	29.65	cm
cb	30.35	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 91722.442

*Cálculos fibra superior*

f'1=	-30.081309	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	64.834747	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-89.64765	kg/cm <sup>2</sup>

f= -54.894212 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
60	-54.894212	cumple
0	-5.844455	cumple

**Acero viga en centroide**

25	6
25	11
25	11
25	11

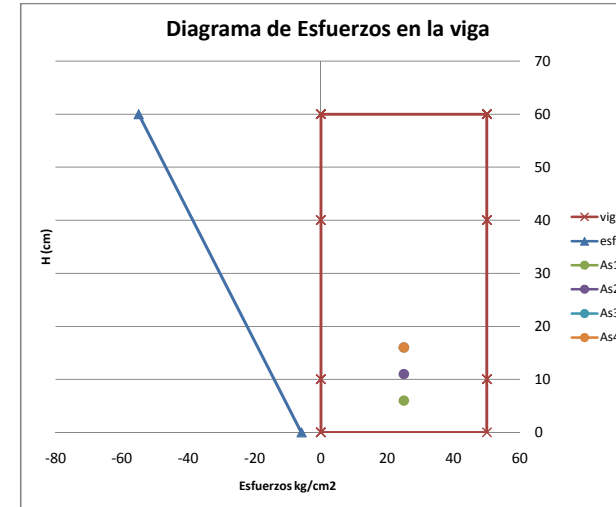
*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-30.08131	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-63.32956	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	87.56642	kg/cm <sup>2</sup>

f<sub>b</sub>= -5.844455 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> = cm

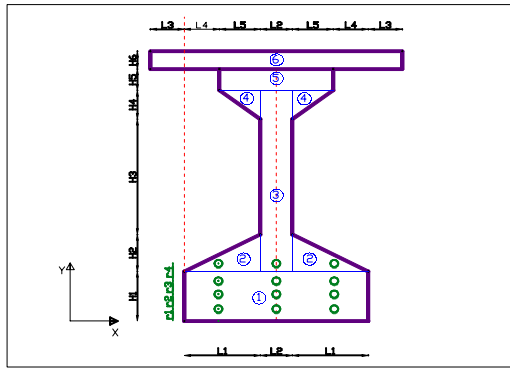
**Geometría en la viga**

x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
0	60
0	60
50	60
50	60
50	60
50	40
50	40
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1109.413693 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	27715 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	4178 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	29.65	4166.67	24.65	303754	307920.61	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	19.65	0	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	30	1500	25	37500.00		112500.00	4.65	32401	144901.33	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00	0.00	10.35	0	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	50	50000.00		33333.33	20.35	414217	447550.46	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	60	0.00		0.00	30.35	0	0.00	
					∅										
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	23.65	15706	15711.01	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	18.65	7325	7328.60	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.65	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.65	0	0.00	
# TORONES	7						3049.15		90400.23				total	923412.01 cm4	
							AREA TORONES	6.90	56.16						

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
1500.00	0.00240	360.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3049.15	cm <sup>2</sup>
Ig	923412.01	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	3049.15	cm <sup>2</sup>
e	21.50	cm
ci	29.65	cm
cb	30.35	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas ultimas

P= 91722.442 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-30.08131 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	64.834747 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-104.8306 kg/cm <sup>2</sup>

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-30.08131 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-63.32956 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	102.3969 kg/cm <sup>2</sup>

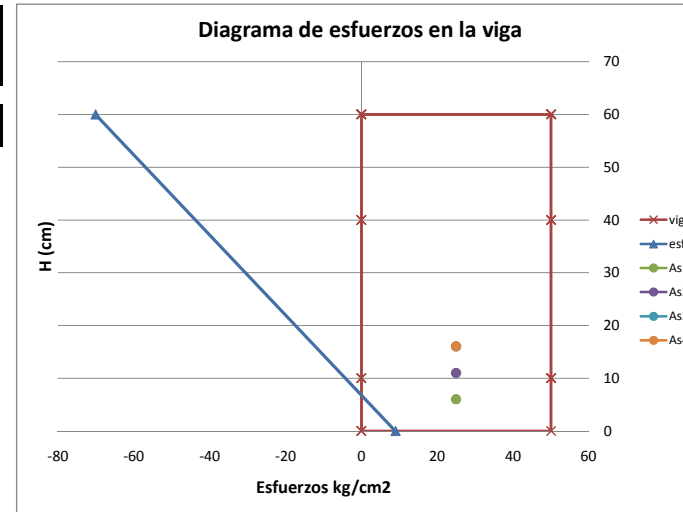
f= -70.07715 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

fb= 8.985996 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
60	-70.07715	cumple
0	8.9859964	cumple

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
0	60
0	60
50	60
50	60
50	60
50	60
50	40
50	40
50	10
50	10
50	0
0	0

Acero viga en centroide	
25	6
25	11
25	11
25	11





**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS

31893 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	60 cm
base (b) =	50 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	56.00 cm
f'c =	350 Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	2.00	7.00
Area (As)=	3.08	6.90 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	8.38 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	58124 Kg_m
------------------------	------------

valor mayor al Mu

ρmin =	0.0008642
ρutil =	0.00246301
ρmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE	
SECCION	
Altura (h) =	60 cm
base (b) =	50 cm
Peralte Efec (d) =	56 cm
f'c =	240 Kg/cm2
REFUERZO	
Vc=	23857.6 kg
Vu=	2888.0 kg
O=	0.75
Vs=	-20006.9 kg
fy=	4200 kg/cm2
Vsmax=	91093 kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

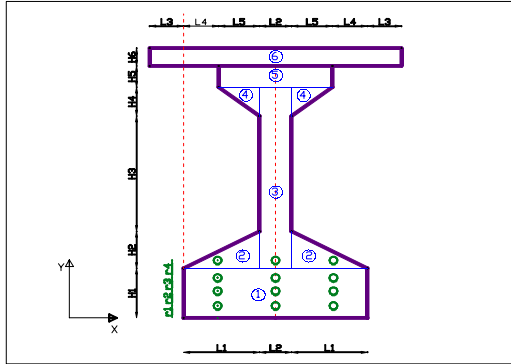
ok

DISEÑO	
Φ=	0.8 cm
# estribos	1
Av=	1.01 cm2
s=	-11.82 cm
smax=	28 cm
Avmin=	1.16666667 cm

Se coloca el minimo



### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	725.41 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	29810 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A* d^2 cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	29.65	4166.67	24.65	303754	307920.61
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	19.65	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	50	30	1500	25	37500.00		112500.00	4.65	32401	144901.33
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	10.35	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	50	50000.00		33333.33	20.35	414217	447550.46
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	60	0.00		0.00	30.35	0	0.00
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	23.65	15706	15711.01
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	18.65	7325	7328.60
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.65	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.65	0	0.00
# TORONES	7						3049.15		90400.23				total	923412.01
							AREA TORONE:	6.90	56.16					

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
1500.00	0.00240	360.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3049.15	cm <sup>2</sup>
Ig	923412.01	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	3049.15	cm <sup>2</sup>
e	21.50	cm
ci	29.65	cm
cb	30.35	cm

2.59132E+11

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 91722.442 kg

*Cálculos fibra inferior*  
f'1= -30.08131 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= 64.834747 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= -97.98473 kg/cm<sup>2</sup>

f= -63.2313 kg/cm<sup>2</sup>  
y' = 0 cm

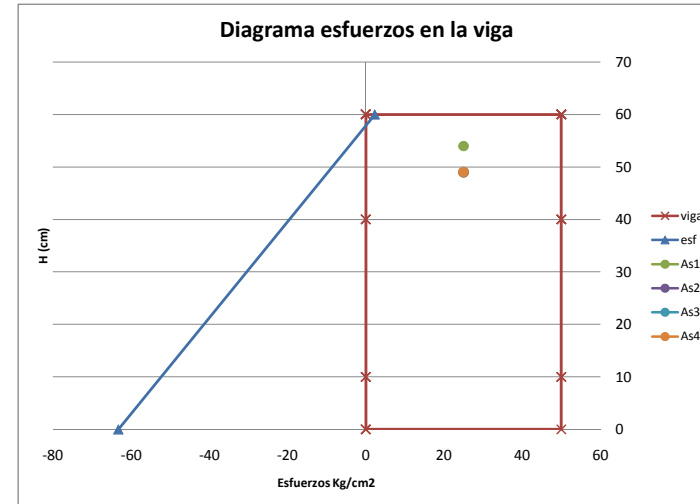
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-63.2313	cumple
60	2.2990782	cumple

Acero viga en centroide	
25	54
25	49
25	49
25	49

*Cálculos fibra superior*  
f'1= -30.08131 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= -63.32956 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= 95.70995 kg/cm<sup>2</sup>

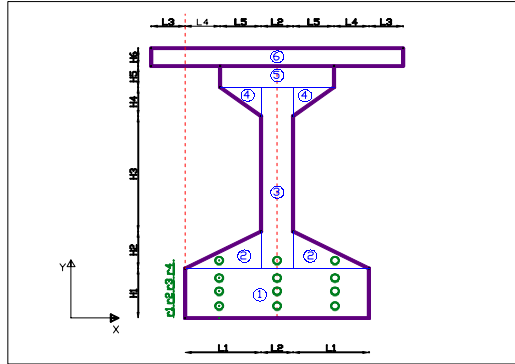
fb= 2.299078 kg/cm<sup>2</sup>  
yb = 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
0	60
50	60
50	60
50	60
50	40
50	40
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.02
CM VIGAS	64.80 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	31883.6 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	29.65	4166.67	24.65	303754	307920.61
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	19.65	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	50	30	1500	25	37500.00		112500.00	4.65	32401	144901.33
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	10.35	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	50	50000.00		33333.33	20.35	414217	447550.46
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	60	0.00		0.00	30.35	0	0.00
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	23.65	15706	15711.01
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	18.65	7325	7328.60
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.65	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.65	0	0.00
# TORONES	7						3049.15		90400.23				total	923412.01
							AREA TORONE:	6.90	56.16					

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
1500.00	0.00240	360.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3049.15	cm <sup>2</sup>
Ig	923412.01	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	3049.15	cm <sup>2</sup>
e	21.50	cm
ci	29.65	cm
cb	30.35	cm

2.59132E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 91722.442 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-30.08131 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	64.834747 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-104.8006 kg/cm <sup>2</sup>

f= -70.04717 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-70.04717	cumple
60	8.9567151	cumple

Acero viga en centroide	
25	54
25	49
25	49
25	49

Cálculos fibra superior	
f'1=	-30.08131 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-63.32956 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	102.3676 kg/cm <sup>2</sup>

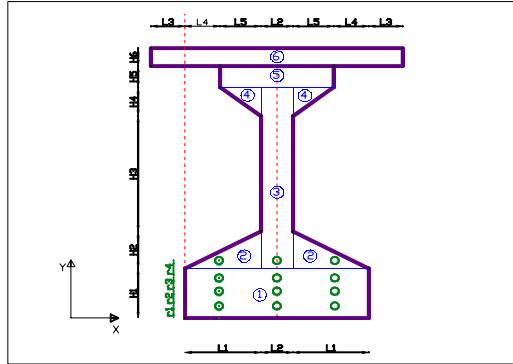
fb= 8.956715 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
50	60
50	60
50	60
50	40
50	40
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	5 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	821.41 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM

31883.6 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

5367 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	29.6476752	4166.67	24.65	303754	307920.61	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	19.65	0	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	30	1500	25	37500.00	112500.00	4.65	32401	144901.33	144901.33	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40	0.00	0.00	10.35	0	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	50	50000.00	33333.33	20.35	414217	447550.46	447550.46	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0.00	60	0.00	0	30.35	0	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	8.14285714	4.94	23.65	15706	15711.01	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.0645359	11.00	231.71	0	3.71	18.65	7325	7328.60	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00	0.00	13.65	0	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00	0.00	13.65	0	0	0.00	
# TORONES	7						3049.15		90400.23				total	923412.01	
							AREA TORONE	6.90	56.16					cm4	

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
1500.00	0.00240	360.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3049.15	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	923412.01	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
A <sub>c</sub>	3049.15	cm <sup>2</sup>
e	21.50	cm
ci	29.65	cm
cb	30.35	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 91722.442

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-30.081309 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	64.834747 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-122.4418 kg/cm <sup>2</sup>

f= -87.688364 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

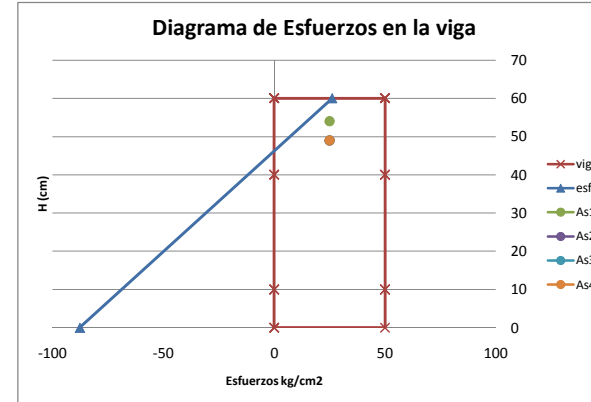
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-87.688364	cumple
60	26.188359	cumple

Acero viga en centroide	
25	54
25	49
25	44
25	44

Cálculos fibra superior	
f'1=	-30.08131 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-63.32956 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	119.5992 kg/cm <sup>2</sup>

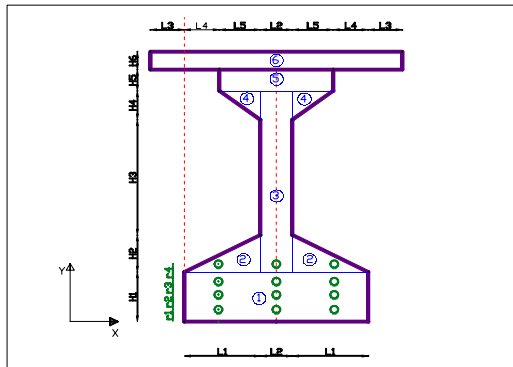
f<sub>b</sub>= 26.18836 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub>= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
0	60
0	60
50	60
50	60
50	60
50	40
50	40
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	30 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1108.640308 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	38260 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	8587.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	29.69	4166.67	24.69	304816	308982.39
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	19.69	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	50	30	1500	25	37500.00		112500.00	4.69	33004	145504.22
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	40.00	0.00		0.00	10.31	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	50	50000.00		33333.33	20.31	412467	445800.36
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	60	0.00		0.00	30.31	0	0.00
					∅									
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	7.67	4.94335686	23.69	15763	15768.24
8	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	11	154.47		2.47167843	18.69	4906	4908.30
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.69	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	18.69	0	0.00
# TORONES	6						3042.13		90322.99				total	920963.51
							AREA TORONES	5.91	45.32					cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
1500.00	0.00240	360.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
1.97	0.00785	1.55
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3042.13	cm <sup>2</sup>
Ig	920963.51	cm <sup>4</sup>
P	79800.00	kgf
Ac	3042.13	cm <sup>2</sup>
e	22.02	cm
ci	29.69	cm
cb	30.31	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas ultimas*

P= 78619.236 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-25.84349 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	56.984828 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-196.3168 kg/cm <sup>2</sup>

f= -165.1755 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

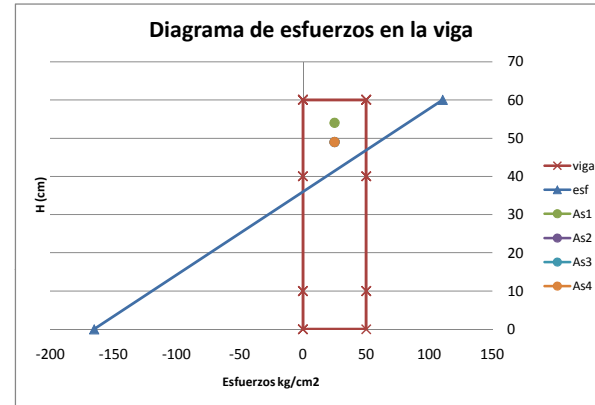
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-165.1755	<b>cumple</b>
60	110.64496	<b>cumple</b>

Acero viga en centroide	
25	54
25	49
25	49
25	49

Cálculos fibra superior	
f'1=	-25.84349 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-55.82185 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	192.3103 kg/cm <sup>2</sup>

f<sub>b</sub>= 110.645 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub>= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	40
0	40
0	60
0	60
0	60
0	60
50	60
50	60
50	60
50	40
50	40
50	40
50	10
50	10
50	10
50	0
50	0
0	0







**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS

46848 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	60 cm
base (b) =	50 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	56.00 cm
f'c =	350 Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	4.00	6.00
Area (As)=	6.16	5.91 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	8.18 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	56823 Kg_m
------------------------	------------

valor muy semejante al Mu

ρmin =	0.0008642
ρutil =	0.00211115
ρmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE	
SECCION	
Altura (h) =	60 cm
base (b) =	50 cm
Peralte Efec (d) =	56 cm
f'c =	240 Kg/cm2
Vc=	
Vu=	
O=	
Vs=	
fy=	
Vsmax=	
REFUERZO	
Vc=	
Vu=	
O=	
Vs=	
fy=	
Vsmax=	

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

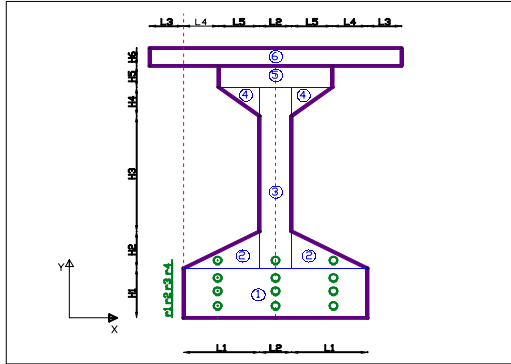
ok

DISEÑO	
Φ=	0.8 cm
# estribos	1
Av=	1.01 cm2
s=	-476.73 cm
smax=	
Avmin=	

Se coloca el minimo



### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	1349.41 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	9189 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A* d^2 cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.77	6666.67	29.77	708827	715494.13
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.77	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.77	72697	499363.91
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.23	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.23	1018781	1072114.40
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.23	0	0.00
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	28.77	23241	23246.19
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	23.77	11898	11901.77
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.77	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.77	0	0.00
# TORONES	7						5649.15		196400.23				total	2322120.40
					AREA TORONE:	6.90			56.16					cm4

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5649.15	cm <sup>2</sup>
Ig	2322120.40	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	5649.15	cm <sup>2</sup>
e	26.62	cm
ci	34.77	cm
cb	35.23	cm

6.51643E+11

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 91722.442 kg

*Cálculos fibra superior*  
f'1= -16.2365 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= 37.052154 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= -13.94252 kg/cm<sup>2</sup>

f= 6.8731277 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

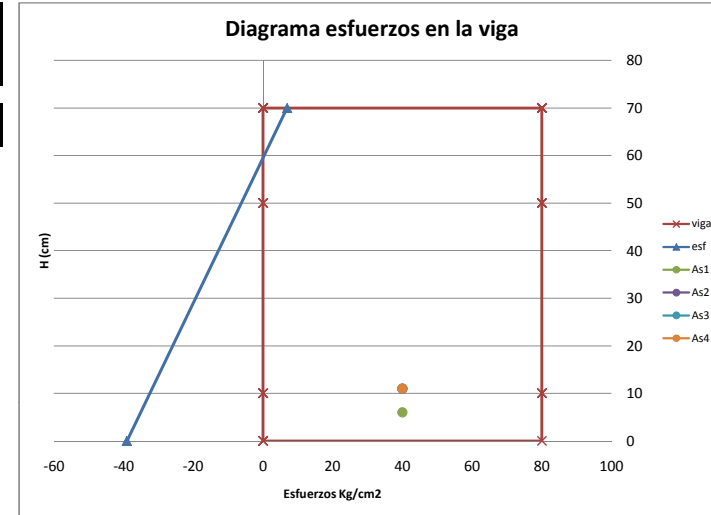
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	6.8731277	cumple
0	-39.0396	cumple

Acero viga en centroide	
40	6
40	11
40	11
40	11

*Cálculos fibra inferior*  
f'1= -16.2365 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= -36.56069 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= 13.75759 kg/cm<sup>2</sup>

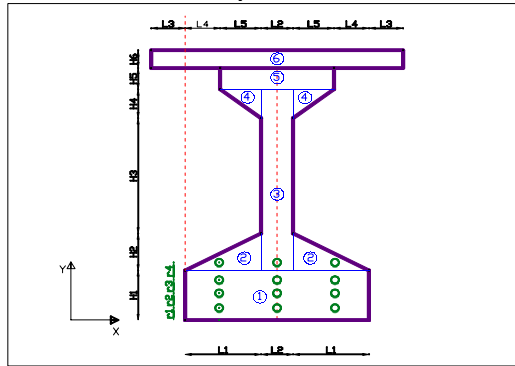
fb= -39.0396 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.02
CM VIGAS	64.80 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	11262.6 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgI cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	I <sub>cg</sub> cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.77	6666.67	29.77	708827	715494.13	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	24.77	0	0.00	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00	426666.67	4.77	72697	499363.91	3200.00	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00	0.00	15.23	0	0.00	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00	53333.33	25.23	1018781	1072114.40	1600.00	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00	0.00	35.23	0	0.00	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	28.77	23241	23246.19	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71	3.70751765	23.77	11898	11901.77	2.96	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0	23.77	0	0.00	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0	23.77	0	0.00	0.00	
# TORONES	7						5649.15		196400.23				total	2322120.40	
							AREA TORONE	6.90	56.16					cm4	

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5649.15	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2322120.40	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	5649.15	cm <sup>2</sup>
e	26.62	cm
ci	34.77	cm
cb	35.23	cm

6.51643E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 91722.442 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	37.052154 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-17.08881 kg/cm <sup>2</sup>

f= 3.7268421 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

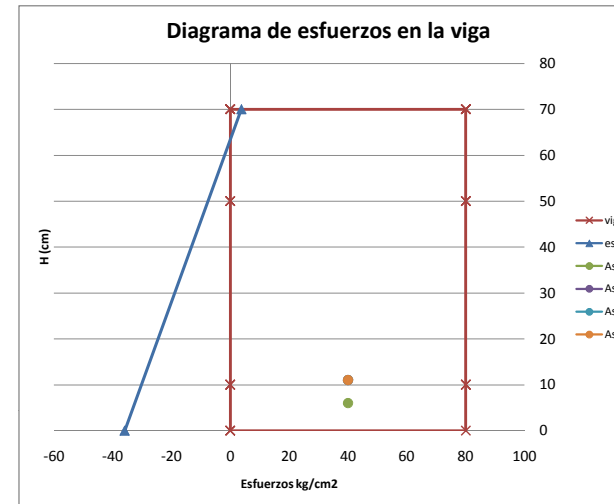
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	3.7268421	cumple
0	-35.93505	cumple

Acero viga en centroide	
40	6
40	11
40	11
40	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-36.56069 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	16.86214 kg/cm <sup>2</sup>

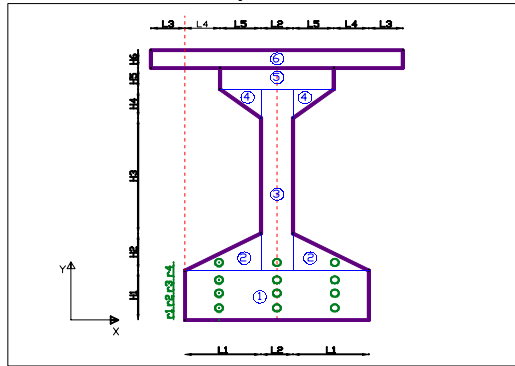
fb= -35.93505 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	50
80	10
80	10
80	10
80	0
80	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	1445.41 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM 11262.6 kg-m  
MOMENTO DE DISEÑO CV1 1906 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.7663287	6666.67	29.77	708827	715494.13	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	24.77	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00	426666.67	4.77	72697	499363.91	3200.00	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50	0.00	0.00	0.00	15.23	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00	53333.33	25.23	1018781	1072114.40	1600.00	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0.00	70	0.00	0.00	0	35.23	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	8.14285714	4.94	28.77	23241	23246.19	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.0645359	11.00	231.71	0.00	3.71	23.77	11898	11901.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00	0.00	0.00	23.77	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00	0.00	0.00	23.77	0	0.00	
# TORONES	7						5649.15		196400.23				total	2322120.40 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE	6.90	56.16						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5649.15	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2322120.40	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
A <sub>c</sub>	5649.15	cm <sup>2</sup>
e	26.62	cm
ci	34.77	cm
cb	35.23	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 91722.442

Cálculos fibra superior	
f'1=	-16.236501 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	37.052154 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-19.980795 kg/cm <sup>2</sup>

f= 0.8348569 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

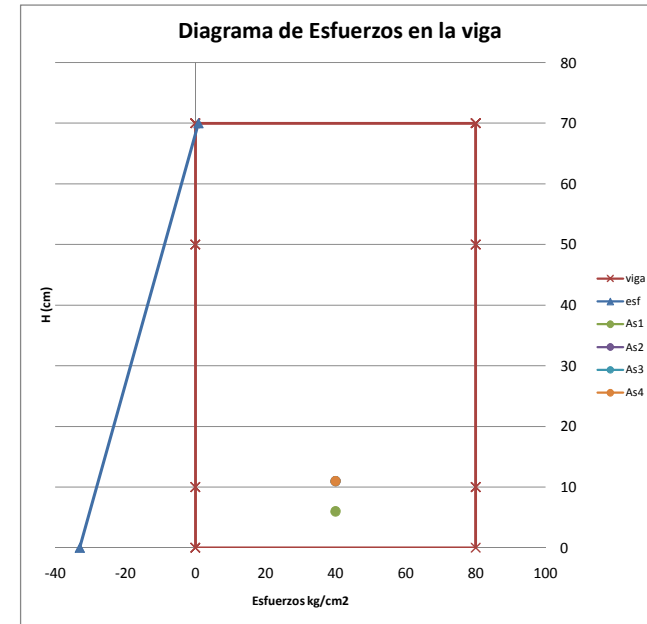
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	0.8348569	cumple
0	-33.081424	cumple

Acero viga en centroide	
40	6
40	11
40	11
40	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-36.56069 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	19.71577 kg/cm <sup>2</sup>

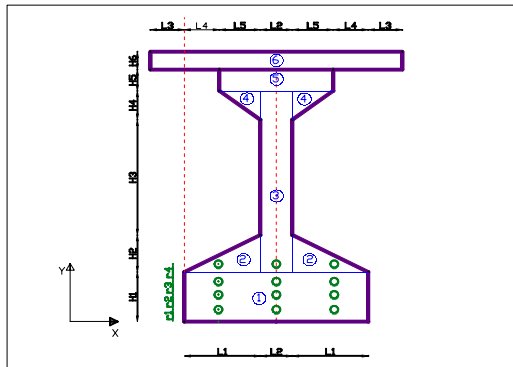
f<sub>b</sub>= -33.08142 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1733.413693 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	13515 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	4178 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.77	6666.67	29.77	708827	715494.13	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.77	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.77	72697	499363.91	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.23	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.23	1018781	1072114.40	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.23	0	0.00	
					∅										
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	28.77	23241	23246.19	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	23.77	11898	11901.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.77	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.77	0	0.00	
# TORONES	7						5649.15		196400.23				total	2322120.40	
							AREA TORONES	6.90	56.16					cm4	

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5649.15	cm <sup>2</sup>
Ig	2322120.40	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	5649.15	cm <sup>2</sup>
e	26.62	cm
ci	34.77	cm
cb	35.23	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas ultimas*

P= 91722.442 kg

*Cálculos fibra superior*

f'1=	-16.2365	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	37.052154	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-26.84588	kg/cm <sup>2</sup>

f'= -6.030224 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
70	-6.030224	cumple
0	-26.3074	cumple

**Acero viga en centroide**

40	6
40	11
40	11
40	11

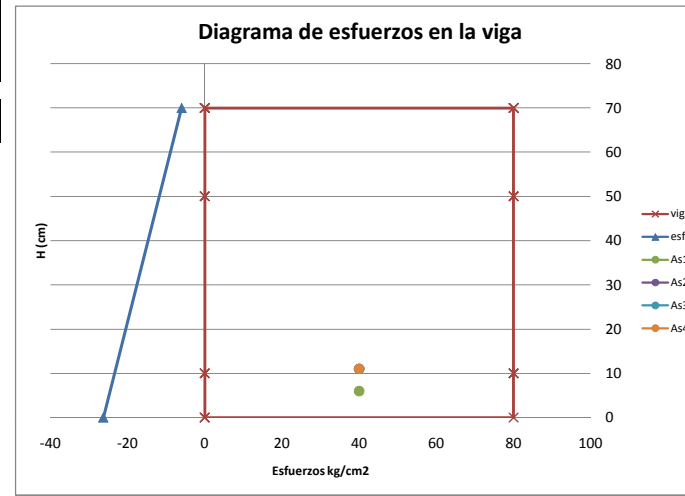
*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-16.2365	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-36.56069	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	26.48979	kg/cm <sup>2</sup>

fb= -26.3074 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

**Geometría en la viga**

x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS

17693 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	70 cm
base (b) =	80 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	66.00 cm
f'c =	350 Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	2	1.2 cm
# Varillas =	3.00	7.00
Area (As)=	9.42	6.90 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	6.36 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	85547 Kg_m
------------------------	------------

valor muy semejante al Mu

ρmin =	0.0008642
ρutil =	0.00130614
ρmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE	
SECCION	
Altura (h) =	70 cm
base (b) =	80 cm
Peralte Efec (d) =	66 cm
f'c =	240 Kg/cm2
Visto del analisis	
REFUERZO	
Vc=	44988.6 kg
Vu=	5076.8 kg
O=	0.75
Vs=	-38219.5 kg
fy=	4200 kg/cm2
Vsmax=	171775 kg
ok	

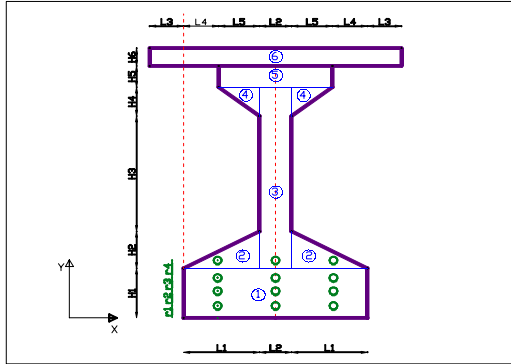
<=700 kg/cm

DISEÑO	
Φ=	0.8 cm
# estribos	1
Av=	1.01 cm2
s=	-7.29 cm
Se coloca el minimo	
smax=	33 cm
Avmin=	2.2 cm

Se coloca el minimo



### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	1349.41 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	35681 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.77	6666.67	29.77	708827	715494.13
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.77	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.77	72697	499363.91
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.23	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.23	1018781	1072114.40
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.23	0	0.00
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	28.77	23241	23246.19
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	23.77	11898	11901.77
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.77	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.77	0	0.00
# TORONES	7						5649.15		196400.23				total	2322120.40
					AREA TORONE:	6.90			56.16					cm4

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5649.15	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2322120.40	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
A <sub>c</sub>	5649.15	cm <sup>2</sup>
e	26.62	cm
i <sub>c</sub>	34.77	cm
i <sub>b</sub>	35.23	cm

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 91722.442 kg

*Cálculos fibra inferior*  
f'1= -16.2365 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= 37.052154 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= -54.13899 kg/cm<sup>2</sup>

f= -33.32334 kg/cm<sup>2</sup>  
y' = 0 cm

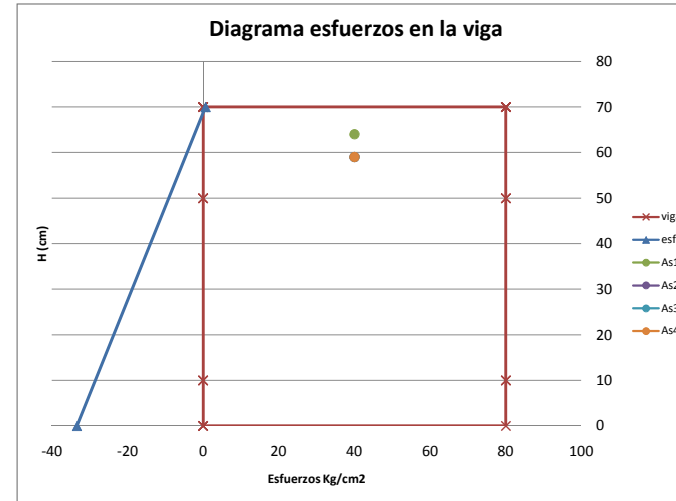
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-33.32334	cumple
70	0.6236975	cumple

Acero viga en centroide	
40	64
40	59
40	59
40	59

*Cálculos fibra superior*  
f'1= -16.2365 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= -36.56069 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= 53.42089 kg/cm<sup>2</sup>

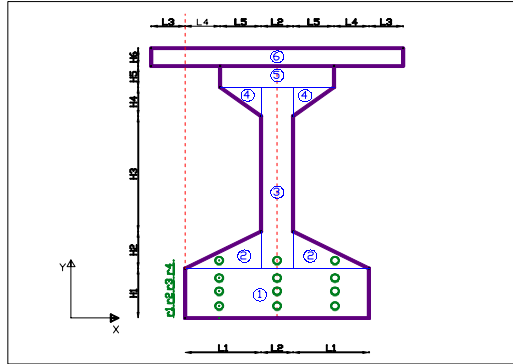
f<sub>b</sub>= 0.623697 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> = 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.02
CM VIGAS	64.80 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	37754.6 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgI cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	I <sub>cg</sub> cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.77	6666.67	29.77	708827	715494.13	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	24.77	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00	0.00	426666.67	4.77	72697	499363.91	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00	0.00	0.00	15.23	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00	0.00	53333.33	25.23	1018781	1072114.40	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00	0.00	0.00	35.23	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	28.77	23241	23246.19	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71	0.00	3.70751765	23.77	11898	11901.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0.00	0	23.77	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0.00	0	23.77	0	0.00	
# TORONES	7						5649.15		196400.23				total	2322120.40	
							AREA TORONE:	6.90	56.16					cm4	

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5649.15	cm <sup>2</sup>
Ig	2322120.40	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	5649.15	cm <sup>2</sup>
e	26.62	cm
ci	34.77	cm
cb	35.23	cm

6.51643E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 91722.442 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	37.052154 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-57.28528 kg/cm <sup>2</sup>

f= -36.46963 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

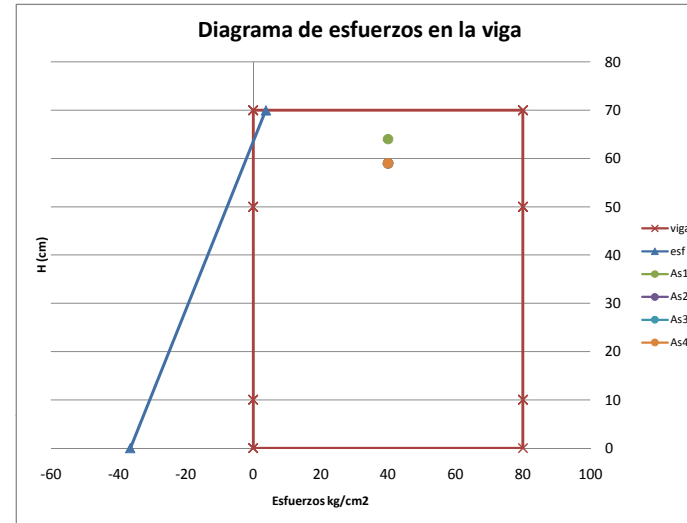
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-36.46963	cumple
70	3.7282505	cumple

Acero viga en centroide	
40	64
40	59
40	59
40	59

Cálculos fibra superior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-36.56069 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	56.52544 kg/cm <sup>2</sup>

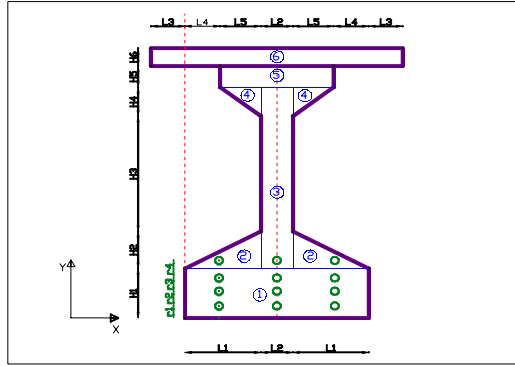
fb= 3.728251 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	5 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	1445.41 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM 37754.6 kg-m  
MOMENTO DE DISEÑO CV1 6211 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.7663287	6666.67	29.77	708827	715494.13	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	24.77	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00	426666.67	4.77	72697	499363.91	3200.00	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50	0.00	0.00	0.00	15.23	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00	53333.33	25.23	1018781	1072114.40	1600.00	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0.00	70	0.00	0.00	0	35.23	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	8.14285714	4.94	28.77	23241	23246.19	
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.0645359	11.00	231.71	0.00	3.71	23.77	11898	11901.77	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00	0.00	0.00	18.77	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00	0.00	0.00	18.77	0	0.00	
# TORONES	7						5649.15		196400.23				total	2322120.40 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE 6.90		56.16						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5649.15	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2322120.40	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
A <sub>c</sub>	5649.15	cm <sup>2</sup>
e	26.62	cm
ci	34.77	cm
cb	35.23	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 91722.442

*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-16.236501	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	37.052154	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-66.709267	kg/cm <sup>2</sup>

f= -45.893615 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
0	-45.893615	cumple
70	13.027237	cumple

**Acero viga en centroide**

40	64
40	59
40	54
40	54

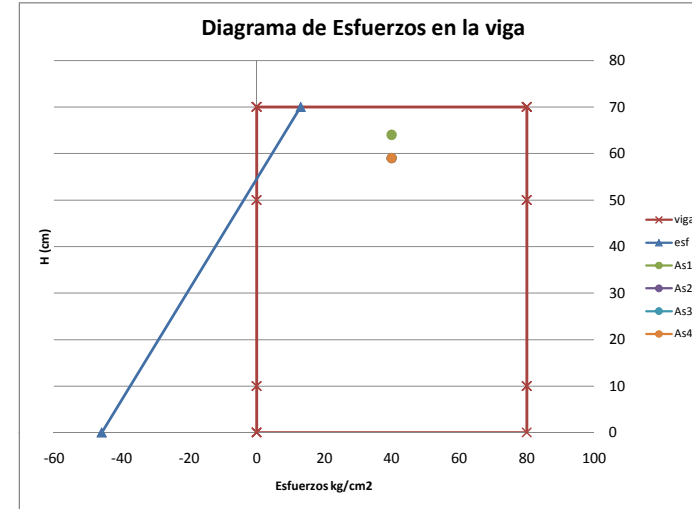
*Cálculos fibra superior*

f'1=	-16.2365	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-36.56069	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	65.82443	kg/cm <sup>2</sup>

f<sub>b</sub>= 13.02724 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub>= 0 cm

**Geometría en la viga**

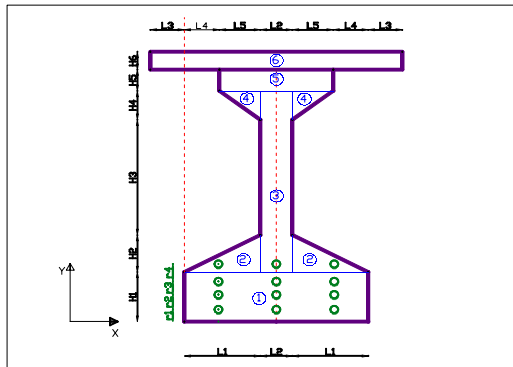
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	10
80	0
0	0







### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1733.413693 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	45306 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	9937.6 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.77	6666.67	29.77	708827	715494.13
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.77	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.77	72697	499363.91
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.23	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.23	1018781	1072114.40
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.23	0	0.00
					∅									
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.14	4.94335686	28.77	23241	23246.19
8	3	19000	2000000	7.13	1.12	-	21.06	11	231.71		3.70751765	23.77	11898	11901.77
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.77	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.77	0	0.00
# TORONES	7						5649.15		196400.23				total	2322120.40
					AREA TORONES		6.90		56.16					cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
2.96	0.00785	2.32
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5649.15	cm <sup>2</sup>
Ig	2322120.40	cm <sup>4</sup>
P	93100.00	kgf
Ac	5649.15	cm <sup>2</sup>
e	26.62	cm
ci	34.77	cm
cb	35.23	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas ultimas

P= 91722.442 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	37.052154 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-106.6162 kg/cm <sup>2</sup>

f= -85.80056 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

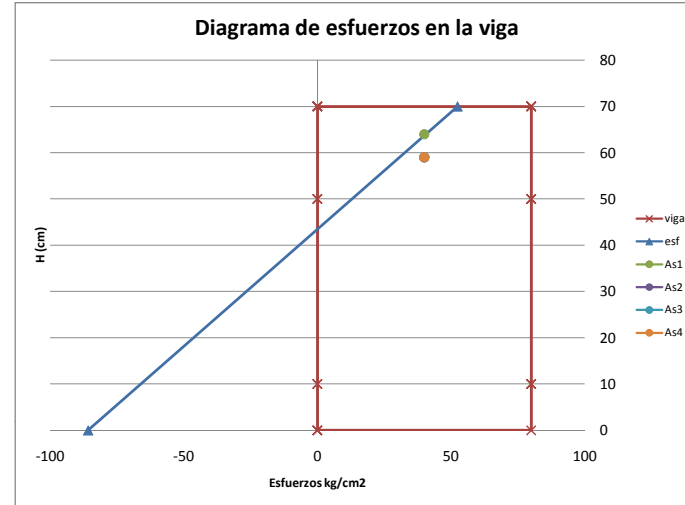
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-85.80056	cumple
70	52.404851	cumple

Acero viga en centroide	
40	64
40	59
40	59
40	59

Cálculos fibra superior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-36.56069 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	105.202 kg/cm <sup>2</sup>

fb= 52.40485 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS 55243 Kg-m

109.375		
Altura (h) =	70	cm
base (b) =	80	cm
Rercubrimiento (d) =	4.00	cm
Peralte Efec (d) =	66.00	cm
f'c =	350	Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.6	1.2 cm
# Varillas =	8.00	7.00
Area (As)=	16.08	6.90 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO		
O = 0.90	0.9	
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	7.53	cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	100415	Kg_m
------------------------	--------	------

valor muy semejante al Mu

pmin =	0.0008642
putil =	0.00130614
pmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

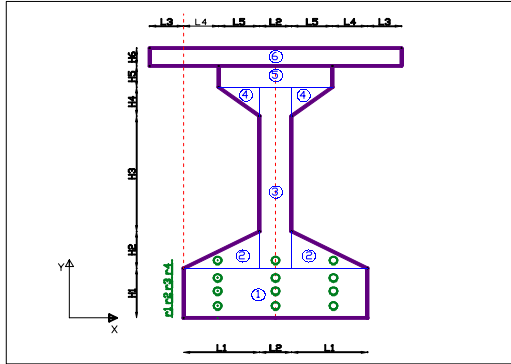
DISEÑO CORTE		
SECCION		
Altura (h) =	70	cm
base (b) =	50	cm
Peralte Efec (d) =	66	cm
f'c =	240	Kg/cm2
<=700 kg/cm		
REFUERZO		
Vc=	28117.9	kg
Vu=	17521.2	kg
O=	0.75	
Vs=	-4756.3	kg
fy=	4200	kg/cm2
Vsmax=	107359	kg
Visto del analisis		
ok		
ok		

DISEÑO		
Φ=	0.8	cm
# estribos	1	
Av=	1.01	cm2
s=	-58.59	cm
smax=	33	cm
Avmin=	1.375	cm
Se coloca el minimo		





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	379.12 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	9854 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	44.77	1250.00	39.77	237244	238494.45	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	34.77	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	40	600	30	18000.00		80000.00	14.77	130887	210886.57	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	5.23	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	56	10080.00		2160.00	11.23	22702	24861.50	
6	1	350	280624	1.00	80	8	640	66	42240.00		3413.33	21.23	288464	291877.52	
7	2	19000	2000000	7.13	∅	-	14.04	6	84.26	7.67	2.47167843	38.77	21108	21110.40	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	33.77	8007	8008.52	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	33.77	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	33.77	0	0.00	
# TORONES	3						1591.06		71231.49				total	795238.97	
AREA TORONE:							2.96		22.66						cm4

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
600.00	0.00240	144.00
0.00	0.00240	0.00
180.00	0.00240	43.20
640.00	0.00240	153.60
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1591.06	cm <sup>2</sup>
Ig	795238.97	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	1591.06	cm <sup>2</sup>
e	37.10	cm
ci	44.77	cm
cb	25.23	cm

2.23163E+11

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 39309.618 kg

*Cálculos fibra superior*  
f'1= -24.70649 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= 46.273565 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= -31.26347 kg/cm<sup>2</sup>

f= -9.696394 kg/cm<sup>2</sup>  
y' = 0 cm

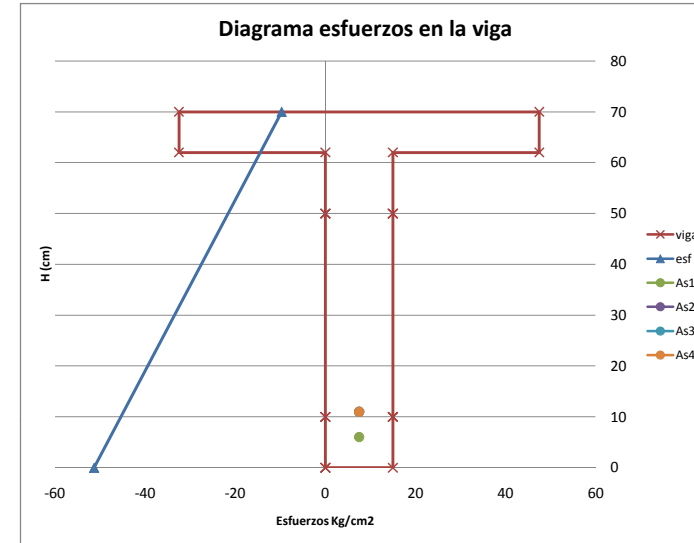
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-9.696394	cumple
0	-51.34104	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	6
7.5	11
7.5	11
7.5	11

*Cálculos fibra inferior*  
f'1= -24.70649 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= -82.10979 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= 55.47524 kg/cm<sup>2</sup>

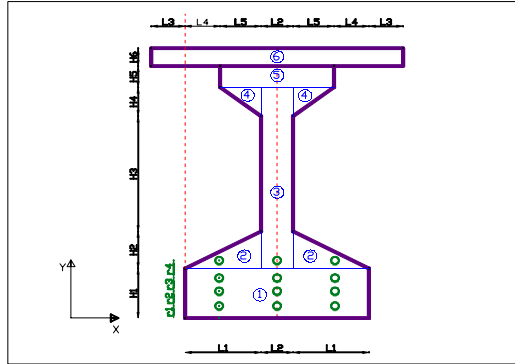
fb= -51.34104 kg/cm<sup>2</sup>  
yb = 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	62
-32.5	62
-32.5	70
47.5	70
47.5	62
15	62
15	50
15	50
15	10
15	10
15	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	14001.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgI cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	I <sub>cg</sub> cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	44.77	1250.00	39.77	237244	238494.45	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	34.77	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	40	600	30	18000.00		80000.00	14.77	130887	210886.57	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	5.23	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	56	10080.00		2160.00	11.23	22702	24861.50	
6	1	350	280624	1.00	80	8	640	66	42240.00		3413.33	21.23	288464	291877.52	
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	6	84.26	7.67	2.47167843	38.77	21108	21110.40	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	33.77	8007	8008.52	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	33.77	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	33.77	0	0.00	
# TORONES	3						1591.06		71231.49				total	795238.97	cm4
							AREA TORONE	2.96	22.66						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
600.00	0.00240	144.00
0.00	0.00240	0.00
180.00	0.00240	43.20
640.00	0.00240	153.60
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1591.06	cm <sup>2</sup>
Ig	795238.97	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	1591.06	cm <sup>2</sup>
e	37.10	cm
ci	44.77	cm
cb	25.23	cm

2.23163E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 39309.618 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-24.70649 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	46.273565 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-44.42116 kg/cm <sup>2</sup>

f'= -22.85408 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

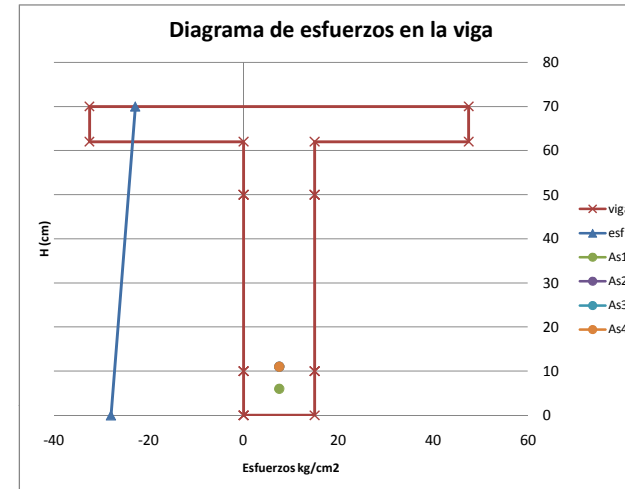
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-22.85408	cumple
0	-27.99348	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	6
7.5	11
7.5	11
7.5	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-24.70649 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-82.10979 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	78.8228 kg/cm <sup>2</sup>

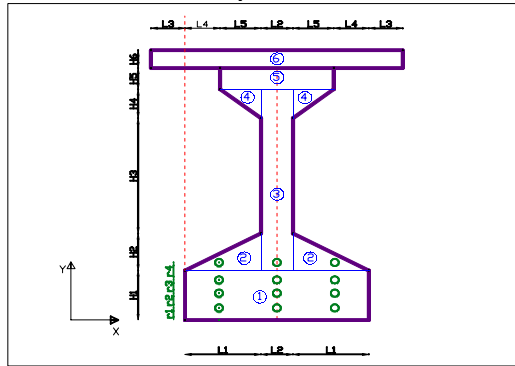
fb= -27.99348 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	62
-32.5	62
-32.5	70
47.5	70
47.5	62
15	62
15	50
15	50
15	10
15	10
15	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	5 cm
r4	5 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	475.12 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM

14001.2 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

4810 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	44.7697081	1250.00	39.77	237244	238494.45	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	34.77	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	40	600	30	18000.00		80000.00	14.77	130887	210886.57	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50	0.00		0.00	5.23	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	56	10080.00		2160.00	11.23	22702	24861.50	
6	1	350	280624	1.00	80	8	640.00	66	42240.00		3413.33333	21.23	288464	291877.52	
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.043024	6	84.26	7.66666667	2.47	38.77	21108	21110.40	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02151198	11.00	77.24		1.24	33.77	8007	8008.52	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00		0.00	28.77	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	21	0.00		0.00	23.77	0	0.00	
# TORONES	3						1591.06		71231.49				total	795238.97 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE	2.96	22.66						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
600.00	0.00240	144.00
0.00	0.00240	0.00
180.00	0.00240	43.20
640.00	0.00240	153.60
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1591.06	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	795238.97	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
A <sub>c</sub>	1591.06	cm <sup>2</sup>
e	37.10	cm
ci	44.77	cm
cb	25.23	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 39309.618

Cálculos fibra superior	
f'1=	-24.706489 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	46.273565 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-59.681692 kg/cm <sup>2</sup>

f= -38.114616 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

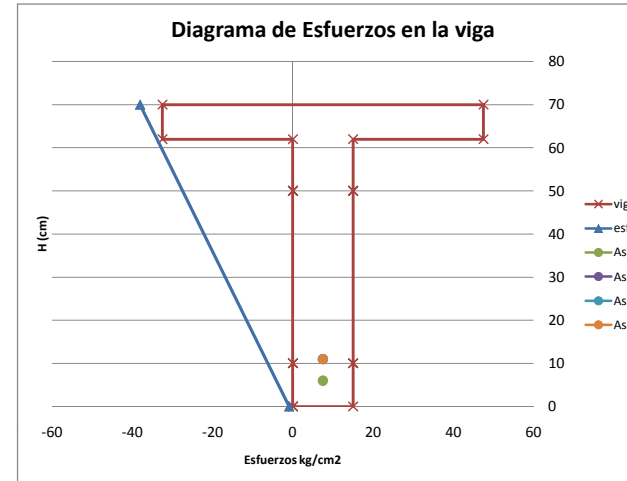
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-38.114616	cumple
0	-0.9145353	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	6
7.5	11
7.5	16
7.5	21

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-24.70649 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-82.10979 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	105.9017 kg/cm <sup>2</sup>

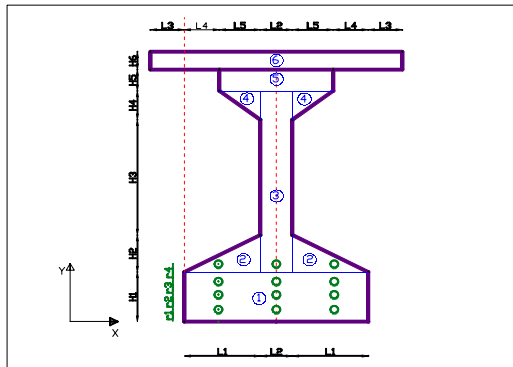
f<sub>b</sub>= -0.914535 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> = cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	62
-32.5	62
-32.5	70
47.5	70
47.5	62
15	62
15	50
15	50
15	10
15	10
15	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	32.5 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	8 cm
H5	12 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	5 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	763.1201541 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	16801 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	7696 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	44.76	1250.00	39.76	237087	238336.52	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	34.76	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	40	600	30	18000.00		80000.00	14.76	130652	210652.02	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	5.24	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	12	180	56	10080.00		2160.00	11.24	22755	24915.06	
6	1	350	280624	1.00	80	8	640	66	42240.00		3413.33	21.24	288824	292237.41	
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	5	70.22	6.67	2.47167843	39.76	22196	22198.55	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	10	70.22		1.23583922	34.76	8482	8483.31	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	10	0.00		0	34.76	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	10	0.00		0	34.76	0	0.00	
# TORONES	3						1591.06		71210.43				total	796822.87	
							AREA TORONES	2.96	19.70						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
600.00	0.00240	144.00
0.00	0.00240	0.00
180.00	0.00240	43.20
640.00	0.00240	153.60
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1591.06	cm <sup>2</sup>
Ig	796822.87	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	1591.06	cm <sup>2</sup>
e	38.09	cm
ci	44.76	cm
cb	25.24	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas ultimas*

P= 39309.618 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-24.70649 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	47.434667 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-77.60845 kg/cm <sup>2</sup>

f= -54.88027 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

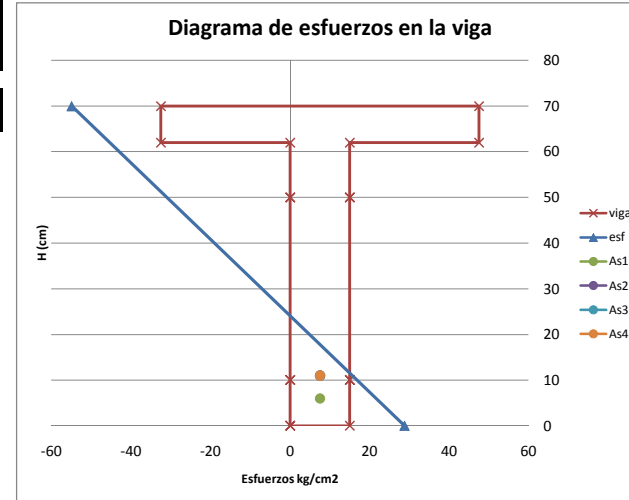
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-54.88027	<b>cumple</b>
0	28.791259	<b>cumple</b>

Acero viga en centroide	
7.5	5
7.5	10
7.5	10
7.5	10

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-24.70649 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-84.10108 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	137.5988 kg/cm <sup>2</sup>

fb= 28.79126 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	62
-32.5	62
-32.5	70
47.5	70
47.5	62
15	62
15	50
15	50
15	10
15	10
15	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS 24497 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	70 cm
base (b) =	80 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	66.00 cm
f'c =	350 Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	2.00	3.00
Area (As)=	3.08	2.96 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	2.56 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	35423 Kg_m
------------------------	------------

valor muy semejante al Mu

ρmin =	0.0008642
ρutil =	0.00055977
ρmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE	
SECCION	
Altura (h) =	70 cm
base (b) =	15 cm
Peralte Efec (d) =	66 cm
f'c =	240 Kg/cm2
REFUERZO	
Vc=	8435.4 kg
Vu=	384.9 kg
O=	0.75
Vs=	-7922.2 kg
fy=	4200 kg/cm2
Vsmax=	32208 kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

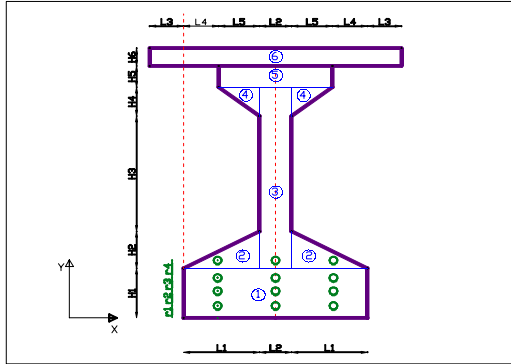
DISEÑO	
Φ=	0.8 cm
# estribos	1
Av=	1.01 cm2
s=	-35.18 cm
smax=	33 cm
Avmin=	0.4125 cm

ok





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	254.32 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	12041 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	34.46	1250.00	29.46	130205	131455.28
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.46	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	15	40	600	30	18000.00		80000.00	4.46	11948	91948.01
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.54	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	60	18000.00		10000.00	25.54	195650	205650.13
6	1	350	280624	1.00	15	0	0	70	0.00		0.00	35.54	0	0.00
7	2	19000	2000000	7.13	∅	-	14.04	6	84.26	7.67	2.47167843	28.46	11376	11378.87
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	23.46	3865	3866.48
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.46	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.46	0	0.00
# TORONES	3						1071.06		36911.49				total	444298.77
					AREA TORONE:	2.96			22.66					cm4

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
600.00	0.00240	144.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1071.06	cm <sup>2</sup>
Ig	444298.77	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	1071.06	cm <sup>2</sup>
e	26.80	cm
ci	34.46	cm
cb	35.54	cm

**Análisis**  
 Momento inmediatamente después del tensado de los cable  
 considerando los esfuerzos por peso propio

P= 39309.618 kg

*Cálculos fibra inferior*  
 f'1= -36.70145 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'2= 84.251492 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'3= -96.31082 kg/cm<sup>2</sup>

f= -48.76077 kg/cm<sup>2</sup>  
 y'= 0 cm

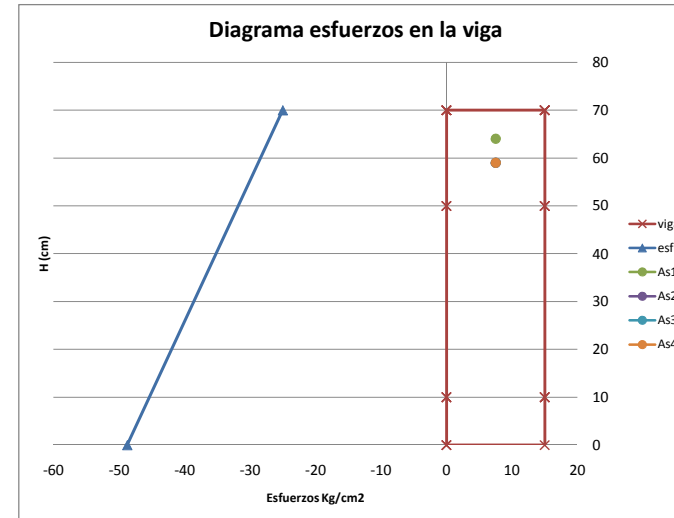
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-48.76077	cumple
70	-25.00695	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	64
7.5	59
7.5	59
7.5	59

*Cálculos fibra superior*  
 f'1= -36.70145 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'2= -81.70262 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'3= 93.39711 kg/cm<sup>2</sup>

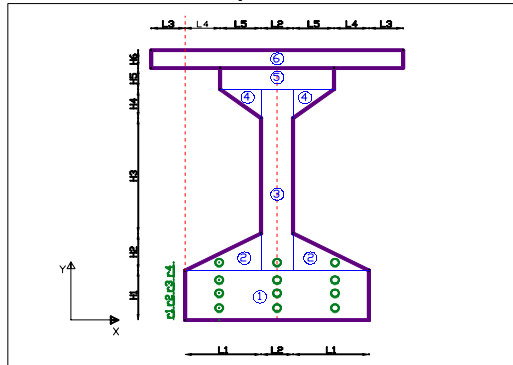
fb= -25.00695 kg/cm<sup>2</sup>  
 yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
15	70
15	70
15	70
15	50
15	50
15	10
15	10
15	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	16188.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	34.46	1250.00	29.46	130205	131455.28	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.46	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	40	600	30	18000.00		80000.00	4.46	11948	91948.01	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.54	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	60	18000.00		10000.00	25.54	195650	205650.13	
6	1	350	280624	1.00	15	0	0	70	0.00		0.00	35.54	0	0.00	
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	6	84.26	7.67	2.47167843	28.46	11376	11378.87	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	23.46	3865	3866.48	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.46	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.46	0	0.00	
# TORONES	3						1071.06		36911.49				total	444298.77	
							AREA TORONE:	2.96	22.66					cm4	

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
600.00	0.00240	144.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1071.06	cm <sup>2</sup>
Ig	444298.77	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	1071.06	cm <sup>2</sup>
e	26.80	cm
ci	34.46	cm
cb	35.54	cm

1.24681E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 39309.618 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-36.70145 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	84.251492 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-129.4825 kg/cm <sup>2</sup>

f= -81.93246 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

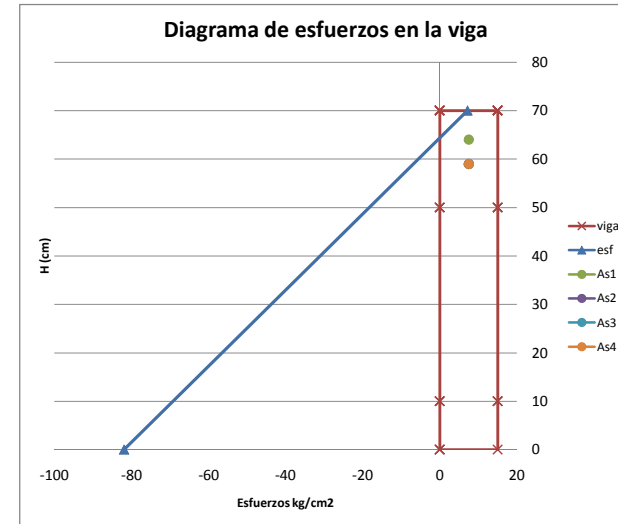
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-81.93246	cumple
70	7.1611808	cumple

Acero viga en centroide	
7.5	64
7.5	59
7.5	59
7.5	59

Cálculos fibra superior	
f'1=	-36.70145 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-81.70262 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	125.5652 kg/cm <sup>2</sup>

fb= 7.161181 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

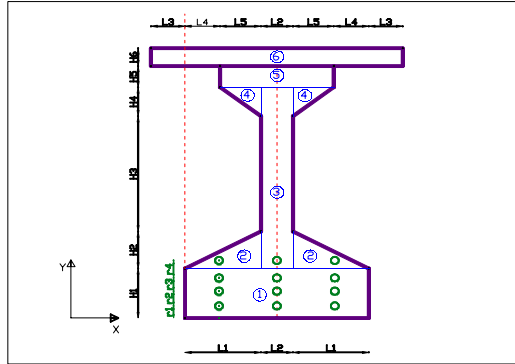
Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
15	70
15	70
15	70
15	50
15	50
15	10
15	10
15	0
0	0







### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	350.32 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM

16188.2 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

6139 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	34.4624376	1250.00	29.46	130205	131455.28	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.46	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	40	600	30	18000.00		80000.00	4.46	11948	91948.01	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50	0.00		0.00	15.54	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	60	18000.00		10000.00	25.54	195650	205650.13	
6	1	350	280624	1.00	15	0	0.00	70	0.00			35.54	0	0.00	
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.043024	6	84.26	7.66666667	2.47	28.46	11376	11378.87	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02151198	11.00	77.24		1.24	23.46	3865	3866.48	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	23.46	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	23.46	0	0.00	
# TORONES	3						1071.06		36911.49				total	444298.77 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE	2.96	22.66						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
600.00	0.00240	144.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1071.06	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	444298.77	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
A <sub>c</sub>	1071.06	cm <sup>2</sup>
e	26.80	cm
ci	34.46	cm
cb	35.54	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 39309.618

*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-36.701447	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	84.251492	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-178.58574	kg/cm <sup>2</sup>

f= -131.0357 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
0	-131.0357	<b>cumple</b>
70	54.778892	<b>cumple</b>

**Acero viga en centroide**

7.5	64
7.5	59
7.5	59
7.5	59

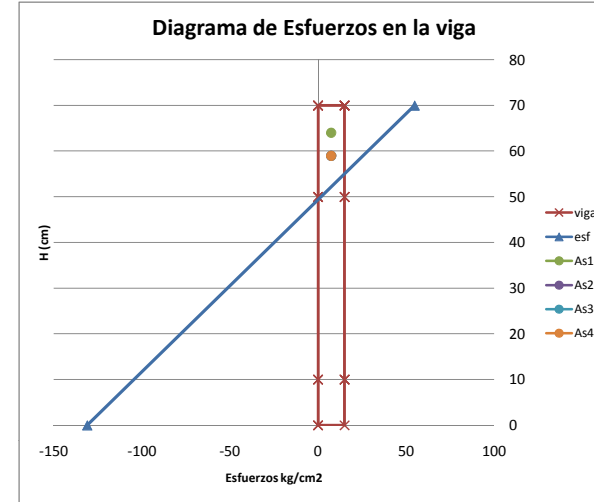
*Cálculos fibra superior*

f'1=	-36.70145	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-81.70262	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	173.183	kg/cm <sup>2</sup>

f<sub>b</sub>= 54.77889 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub>= 0 cm

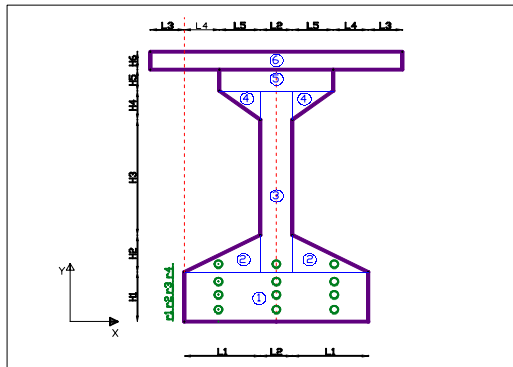
**Geometría en la viga**

x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
15	70
15	70
15	70
15	50
15	50
15	10
15	10
15	10
15	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	15 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	638.3201541 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	19426 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	9822.4 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	15	10	150	5	750.00	34.46	1250.00	29.46	130205	131455.28	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.46	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	15	40	600	30	18000.00		80000.00	4.46	11948	91948.01	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.54	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	15	20	300	60	18000.00		10000.00	25.54	195650	205650.13	
6	1	350	280624	1.00	15	0	0	70	0.00		0.00	35.54	0	0.00	
					∅										
7	2	19000	2000000	7.13	1.12	-	14.04	6	84.26	7.67	2.47167843	28.46	11376	11378.87	
8	1	19000	2000000	7.13	1.12	-	7.02	11	77.24		1.23583922	23.46	3865	3866.48	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.46	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.46	0	0.00	
# TORONES	3						1071.06		36911.49				total	444298.77	
							AREA TORONES	2.96	22.66						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
150.00	0.00240	36.00
0.00	0.00240	0.00
600.00	0.00240	144.00
0.00	0.00240	0.00
300.00	0.00240	72.00
0.00	0.00240	0.00
1.97	0.00785	1.55
0.99	0.00785	0.77
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	1071.06	cm <sup>2</sup>
Ig	444298.77	cm <sup>4</sup>
P	39900.00	kgf
Ac	1071.06	cm <sup>2</sup>
e	26.80	cm
ci	34.46	cm
cb	35.54	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas ultimas*

P= 39309.618 kg

*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-36.70145	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	84.251492	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-312.1591	kg/cm <sup>2</sup>

f= -264.6091 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
0	-264.6091	<b>no cumple</b> > 0.6 f'ci
70	184.31123	<b>cumple</b>

**Acero viga en centroide**

7.5	64
7.5	59
7.5	59
7.5	59

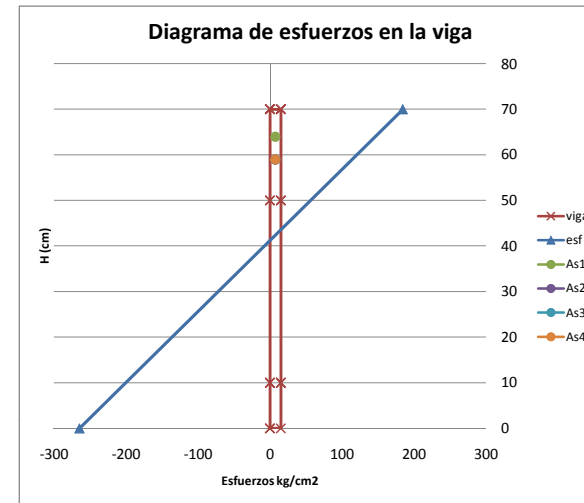
*Cálculos fibra superior*

f'1=	-36.70145	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-81.70262	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	302.7153	kg/cm <sup>2</sup>

fb= 184.3112 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

**Geometría en la viga**

x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
15	70
15	70
15	70
15	50
15	50
15	50
15	10
15	10
15	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS 29248 Kg-m

109.375		
Altura (h) =	70	cm
base (b) =	15	cm
Rercubrimiento (d) =	4.00	cm
Peralte Efec (d) =	66.00	cm
f'c =	350	Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	3.00	3.00
Area (As)=	4.62	2.96 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO		
O = 0.90	0.9	
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	15.08	cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	35398	Kg_m
------------------------	-------	------

valor muy semejante al Mu

pmin =	0.0008642
putil =	0.00298547
pmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE		
SECCION		
Altura (h) =	70	cm
base (b) =	15	cm
Peralte Efec (d) =	66	cm
f'c =	240	Kg/cm2
REFUERZO		
Vc=	8435.4	kg
Vu=	11053.6	kg
O=	0.75	
Vs=	6302.8	kg
fy=	4200	kg/cm2
Vsmax=	32208	kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

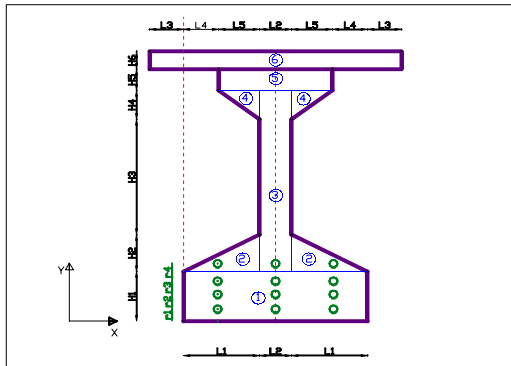
DISEÑO		
Φ=	0.8	cm
# estribos	1	
Av=	1.01	cm2
s=	44.21	cm
smax=	33	cm
Avmin=	0.4125	cm

ok





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	846.19 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	27837 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgI cm	M <sub>e</sub> cm <sup>4</sup>	Y <sub>g</sub> cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	I <sub>cg</sub> cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	34.58	4166.67	29.58	437530	441696.72	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.58	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	40	2000	30	60000.00		266666.67	4.58	41979	308645.39	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.42	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	60	60000.00		33333.33	25.42	646104	679437.80	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	70	0.00		0.00	35.42	0	0.00	
					∅										
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.58	22943	22948.36	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.58	15618	15623.12	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.58	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.58	0	0.00	
# TORONES	8						3556.17		122977.46				total	1468351.39	
							AREA TORONE:	7.88	66.99						cm <sup>4</sup>

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2000.00	0.00240	480.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3556.17	cm <sup>2</sup>
Ig	1468351.39	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	3556.17	cm <sup>2</sup>
e	26.08	cm
ci	34.58	cm
cb	35.42	cm

4.12055E+11

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 104825.65 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-29.4771 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	65.947739 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-67.14654 kg/cm <sup>2</sup>

f= -30.6759 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

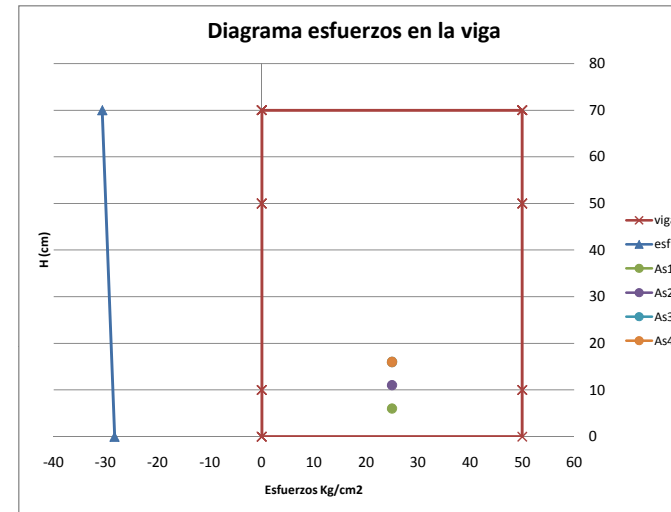
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-30.6759	cumple
0	-28.30664	cumple

Acero viga en centroide	
25	6
25	11
25	11
25	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-29.4771 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-64.38897 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	65.55943 kg/cm <sup>2</sup>

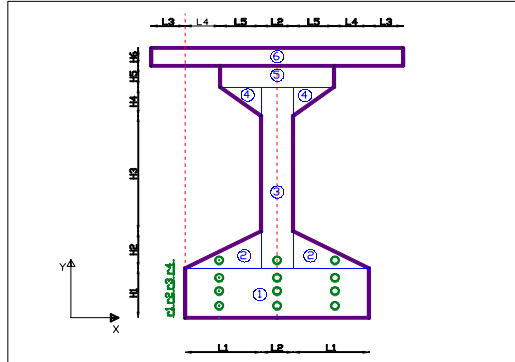
fb= -28.30664 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
50	70
50	70
50	70
50	70
50	50
50	50
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm2
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	31984.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	I <sub>cg</sub> cm4	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	34.58	4166.67	29.58	437530	441696.72	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	24.58	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	40	2000	30	60000.00	0.00	266666.67	4.58	41979	308645.39	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00	0.00	0.00	15.42	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	60	60000.00	0.00	33333.33	25.42	646104	679437.80	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	70	0.00	0.00	0.00	35.42	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.58	22943	22948.36	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95	0.00	4.94335686	23.58	15618	15623.12	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0.00	0	23.58	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00	0.00	0	23.58	0	0.00	
# TORONES	8						3556.17		122977.46				total	1468351.39	
							AREA TORONE:	7.88	66.99					cm4	

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2000.00	0.00240	480.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3556.17	cm <sup>2</sup>
Ig	1468351.39	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	3556.17	cm <sup>2</sup>
e	26.08	cm
ci	34.58	cm
cb	35.42	cm

4.12055E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 104825.65 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-29.4771 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	65.947739 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-77.15014 kg/cm <sup>2</sup>

f= -40.6795 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

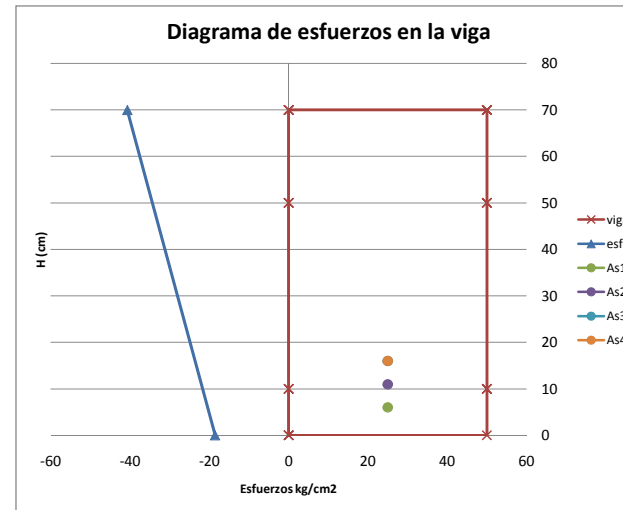
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-40.6795	cumple
0	-18.53949	cumple

Acero viga en centroide	
25	6
25	11
25	11
25	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-29.4771 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-64.38897 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	75.32658 kg/cm <sup>2</sup>

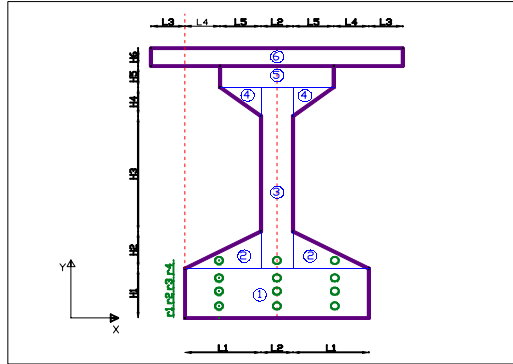
fb= -18.53949 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
50	70
50	70
50	70
50	50
50	50
50	50
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	942.19 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM

31984.2 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

12862 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	34.5814149	4166.67	29.58	437530	441696.72	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.58	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	40	2000	30	60000.00		266666.67	4.58	41979	308645.39	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50	0.00		0.00	15.42	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	60	60000.00		33333.33	25.42	646104	679437.80	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0.00	70	0.00			35.42	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	8.5	4.94	28.58	22943	22948.36	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	11.00	308.95		4.94	23.58	15618	15623.12	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	23.58	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	23.58	0	0.00	
# TORONES	8						3556.17		122977.46				total	1468351.39 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE	7.88	66.99						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2000.00	0.00240	480.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3556.17	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	1468351.39	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	3556.17	cm <sup>2</sup>
e	26.08	cm
ci	34.58	cm
cb	35.42	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 104825.65

*Cálculos fibra superior*

f'1=	-29.477102	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	65.947739	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-108.17499	kg/cm <sup>2</sup>

f= -71.704351 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
70	-71.704351	cumple
0	11.752044	cumple

**Acero viga en centroide**

25	6
25	11
25	11
25	11

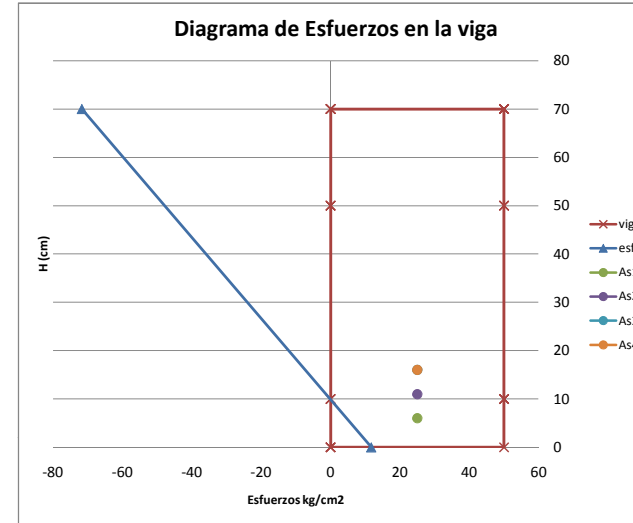
*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-29.4771	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-64.38897	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	105.6181	kg/cm <sup>2</sup>

fb= 11.75204 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= cm

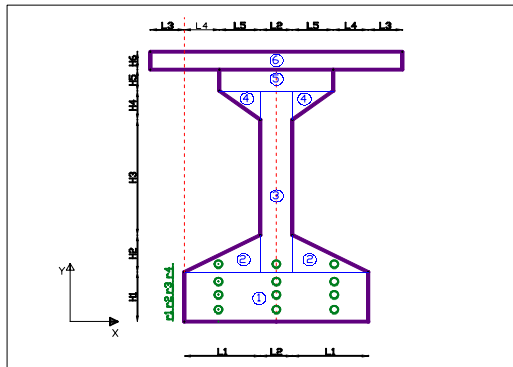
**Geometría en la viga**

x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
50	70
50	70
50	70
50	50
50	50
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1230.187078 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	38381 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	12862 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	34.58	4166.67	29.58	437530	441696.72
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.58	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	50	40	2000	30	60000.00		266666.67	4.58	41979	308645.39
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.42	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	60	60000.00		333333.33	25.42	646104	679437.80
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	70	0.00		0.00	35.42	0	0.00
					∅									
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.58	22943	22948.36
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.58	15618	15623.12
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.58	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.58	0	0.00
# TORONES	8						3556.17		122977.46				total	1468351.39
					AREA TORONES		7.88		66.99					cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2000.00	0.00240	480.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3556.17	cm <sup>2</sup>
Ig	1468351.39	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	3556.17	cm <sup>2</sup>
e	26.08	cm
ci	34.58	cm
cb	35.42	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas ultimas

P= 104825.65 kg

*Cálculos fibra superior*

f'1=	-29.4771	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	65.947739	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-123.605	kg/cm <sup>2</sup>

f= -87.13438 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
70	-87.13438	cumple
0	26.81736	cumple

**Acero viga en centroide**

25	6
25	11
25	11
25	11

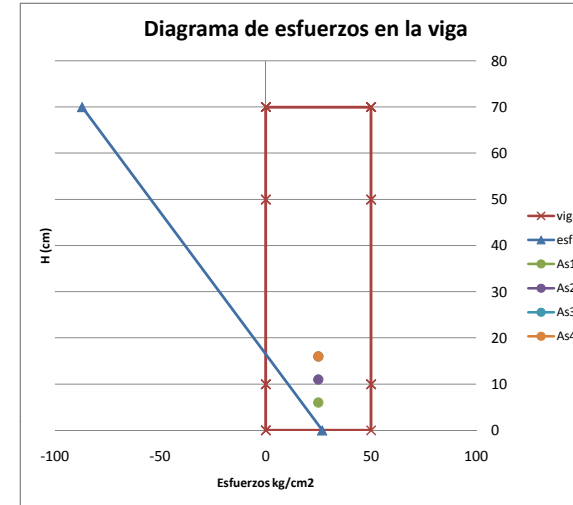
*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-29.4771	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-64.38897	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	120.6834	kg/cm <sup>2</sup>

fb= 26.81736 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

**Geometría en la viga**

x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
50	70
50	70
50	70
50	50
50	50
50	10
50	10
50	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

**DISEÑO EN LOS ESTREMOS**

51243 Kg-m

109.375		
Altura (h) =	70	cm
base (b) =	50	cm
Rercubrimiento (d) =	4.00	cm
Peralte Efec (d) =	66.00	cm
f'c =	350	Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	2.00	8.00
Area (As)=	3.08	7.88 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO		
O = 0.90	0.9	
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	9.45	cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	77543	Kg_m
------------------------	-------	------

valor muy semejante al Mu

pmin =	0.0008642
putil =	0.00238837
pmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE		
SECCION		
Altura (h) =	70	cm
base (b) =	50	cm
Peralte Efec (d) =	66	cm
f'c =	240	Kg/cm2
REFUERZO		
Vc=	28117.9	kg
Vu=	5439.6	kg
O=	0.75	
Vs=	-20865.1	kg
fy=	4200	kg/cm2
Vsmax=	107359	kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

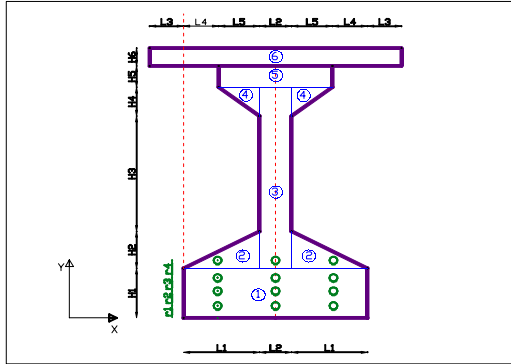
DISEÑO		
Φ=	0.8	cm
# estribos	1	
Av=	1.01	cm2
s=	-13.36	cm
smax=	33	cm
Avmin=	1.375	cm

Se coloca el minimo





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	846.19 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	38306 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A* d^2 cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	34.58	4166.67	29.58	437530	441696.72
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.58	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	50	40	2000	30	60000.00		266666.67	4.58	41979	308645.39
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.42	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	60	60000.00		33333.33	25.42	646104	679437.80
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	70	0.00		0.00	35.42	0	0.00
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.58	22943	22948.36
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.58	15618	15623.12
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.58	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.58	0	0.00
# TORONES	8						3556.17		122977.46				total	1468351.39 cm <sup>4</sup>
					AREA TORONE:	7.88			66.99					

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2000.00	0.00240	480.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3556.17	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	1468351.39	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
A <sub>c</sub>	3556.17	cm <sup>2</sup>
e	26.08	cm
i <sub>c</sub>	34.58	cm
i <sub>b</sub>	35.42	cm

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 104825.65 kg

*Cálculos fibra inferior*  
f'1= -29.4771 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= 65.947739 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= -92.39916 kg/cm<sup>2</sup>

f= -55.92852 kg/cm<sup>2</sup>  
y' = 0 cm

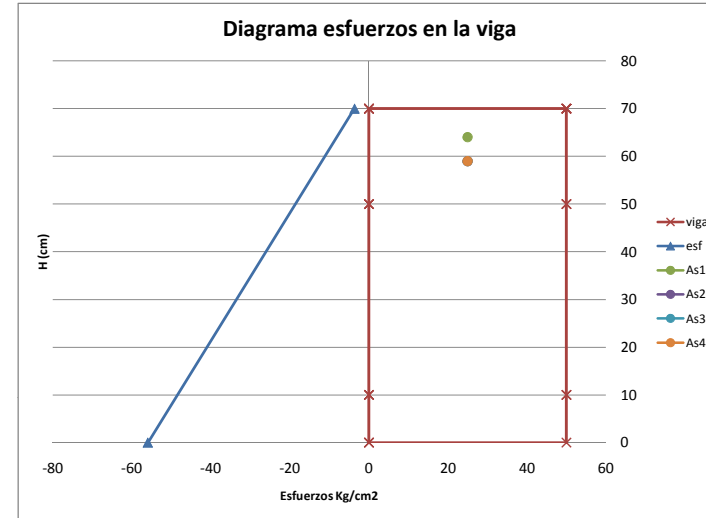
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-55.92852	cumple
70	-3.650901	cumple

Acero viga en centroide	
25	64
25	59
25	59
25	59

*Cálculos fibra superior*  
f'1= -29.4771 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= -64.38897 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= 90.21517 kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>b</sub>= -3.650901 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> = 0 cm

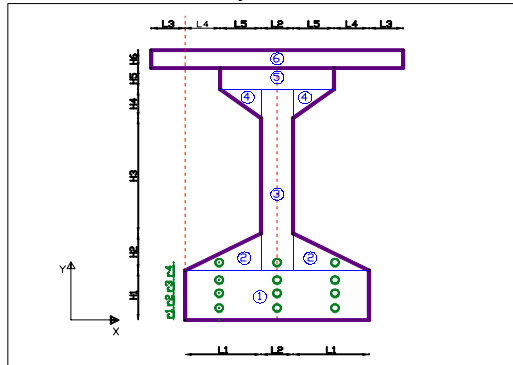
Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
50	70
50	70
50	70
50	70
50	50
50	50
50	10
50	10
50	0
0	0







### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>y</sub> cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	42453.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	f <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgI cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	I <sub>cg</sub> cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	34.58	4166.67	29.58	437530	441696.72
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	24.58	0	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	50	40	2000	30	60000.00		266666.67	4.58	41979	308645.39
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00	0.00	15.42	0	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	60	60000.00		33333.33	25.42	646104	679437.80
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	70	0.00		0.00	35.42	0	0.00
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.58	22943	22948.36
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.58	15618	15623.12
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.58	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.58	0	0.00
# TORONES	8						3556.17		122977.46				total	1468351.39
							AREA TORONE:	7.88	66.99					

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2000.00	0.00240	480.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3556.17	cm <sup>2</sup>
Ig	1468351.39	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	3556.17	cm <sup>2</sup>
e	26.08	cm
ci	34.58	cm
cb	35.42	cm

4.12055E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 104825.65 kg

*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-29.4771	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	65.947739	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-102.4028	kg/cm <sup>2</sup>

f=	-65.93212	kg/cm <sup>2</sup>
y=	0	cm

Esfuerzos en la viga kg/cm <sup>2</sup>		
y	f	
0	-65.93212	cumple
70	6.1162459	cumple

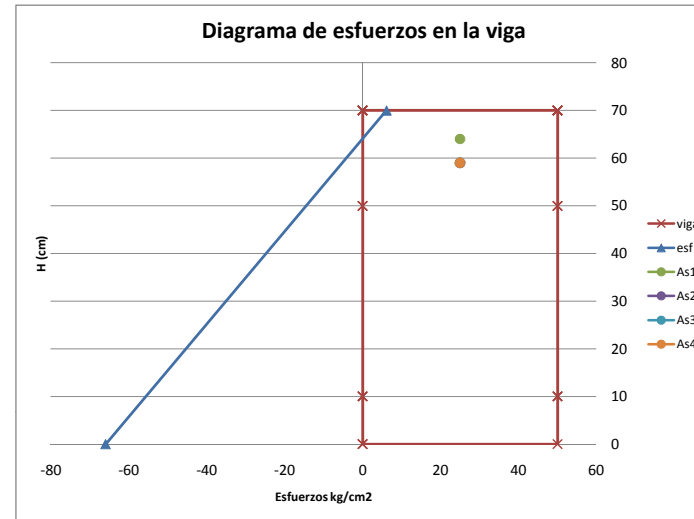
Acero viga en centroide	
25	64
25	59
25	59
25	59

*Cálculos fibra superior*

f'1=	-29.4771	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-64.38897	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	99.98232	kg/cm <sup>2</sup>

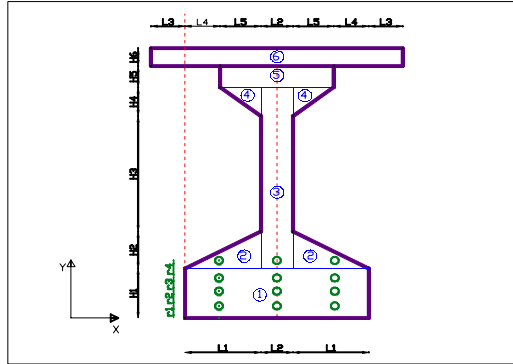
fb=	6.116246	kg/cm <sup>2</sup>
yb=	0	cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
50	70
50	70
50	70
50	50
50	50
50	50
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	5 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	942.19 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM

42453.2 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

16202 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	34.5814149	4166.67	29.58	437530	441696.72	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	24.58	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	40	2000	30	60000.00	266666.67	4.58	41979	308645.39	0.00	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50	0.00	0.00	0.00	15.42	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	60	60000.00	33333.33	25.42	646104	679437.80	0.00	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0.00	70	0.00	0.00	0	35.42	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	8.5	4.94	28.58	22943	22948.36	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	11.00	308.95	0.00	4.94	23.58	15618	15623.12	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00	0.00	0.00	18.58	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00	0.00	0.00	18.58	0	0.00	
# TORONES	8						3556.17		122977.46				total	1468351.39 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE	7.88	66.99						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2000.00	0.00240	480.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3556.17	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	1468351.39	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	3556.17	cm <sup>2</sup>
e	26.08	cm
ci	34.58	cm
cb	35.42	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 104825.65

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-29.477102 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	65.947739 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-141.48413 kg/cm <sup>2</sup>

f= -105.01349 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-105.01349	cumple
70	44.273875	cumple

Acero viga en centroide	
25	64
25	59
25	54
25	54

Cálculos fibra superior	
f'1=	-29.4771 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-64.38897 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	138.1399 kg/cm <sup>2</sup>

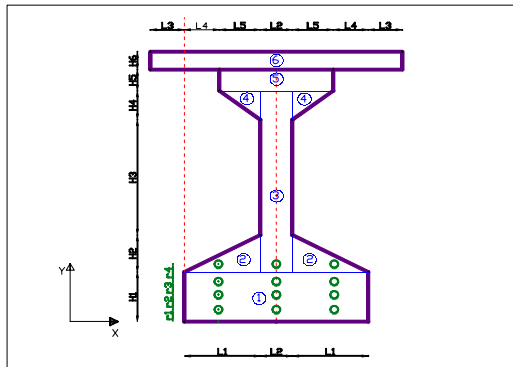
f<sub>b</sub>= 44.27388 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub>= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
50	70
50	70
50	70
50	50
50	50
50	10
50	10
50	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	50 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1230.187078 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	50944 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	25923.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	50	10	500	5	2500.00	34.58	4166.67	29.58	437530	441696.72	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.58	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	50	40	2000	30	60000.00		266666.67	4.58	41979	308645.39	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.42	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	50	20	1000	60	60000.00		333333.33	25.42	646104	679437.80	
6	1	350	280624	1.00	50	0	0	70	0.00		0.00	35.42	0	0.00	
					∅										
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.58	22943	22948.36	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.58	15618	15623.12	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.58	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.58	0	0.00	
# TORONES	8						3556.17		122977.46				total	1468351.39	
							AREA TORONES	7.88	66.99						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
500.00	0.00240	120.00
0.00	0.00240	0.00
2000.00	0.00240	480.00
0.00	0.00240	0.00
1000.00	0.00240	240.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	3556.17	cm <sup>2</sup>
Ig	1468351.39	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	3556.17	cm <sup>2</sup>
e	26.08	cm
ci	34.58	cm
cb	35.42	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas ultimas

P= 104825.65 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-29.4771 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	65.947739 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-247.5083 kg/cm <sup>2</sup>

f= -211.0376 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

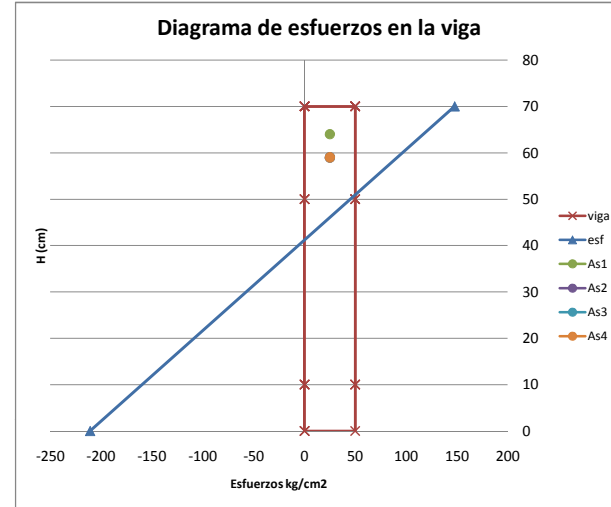
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-211.0376	no cumple > 0.6 f'ci
70	147.792	cumple

Acero viga en centroide	
25	64
25	59
25	59
25	59

Cálculos fibra superior	
f'1=	-29.4771 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-64.38897 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	241.6581 kg/cm <sup>2</sup>

fb= 147.792 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
50	70
50	70
50	70
50	50
50	50
50	10
50	10
50	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

**DISEÑO EN LOS ESTREMOS**

76867 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	70 cm
base (b) =	50 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	66.00 cm
f'c =	350 Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	4.00	8.00
Area (As)=	6.16	7.88 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	10.32 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	84073 Kg_m
------------------------	------------

valor muy semejante al Mu

ρmin =	0.0008642
ρutil =	0.00238837
ρmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE	
<b>SECCION</b>	
Altura (h) =	70 cm
base (b) =	50 cm
Peralte Efec (d) =	66 cm
f'c =	240 Kg/cm2
<b>REFUERZO</b>	
Vc=	28117.9 kg
Vu=	28743.6 kg
O=	0.75
Vs=	10206.9 kg
fy=	4200 kg/cm2
Vsmax=	107359 kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

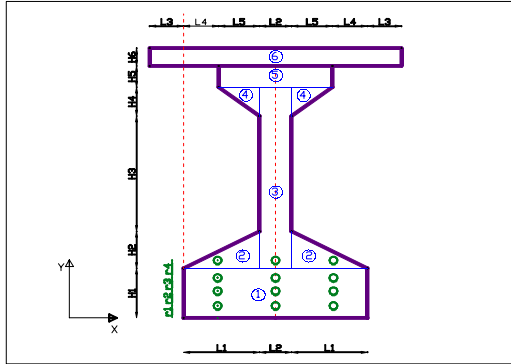
DISEÑO	
Φ=	0.8 cm
# estribos	1
Av=	1.01 cm2
s=	27.30 cm
smax=	33 cm
Avmin=	1.375 cm

Se coloca el minimo





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	1350.19 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	22785 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.74	6666.67	29.74	707423	714089.70
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.74	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.74	71800	498466.72
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.26	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.26	1021165	1074498.11
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.26	0	0.00
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.74	23194	23198.55
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.74	15825	15829.66
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00
# TORONES	8						5656.17		196477.46				total	2326082.73
							AREA TORONE:	7.88	66.99					

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00





PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5656.17	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2326082.73	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
A <sub>c</sub>	5656.17	cm <sup>2</sup>
e	26.24	cm
i <sub>c</sub>	34.74	cm
i <sub>b</sub>	35.26	cm

6.52755E+11

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 104825.65 kg

*Cálculos fibra superior*  
f'1= -18.53297 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= 41.694147 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= -34.54183 kg/cm<sup>2</sup>

f= -11.38064 kg/cm<sup>2</sup>  
y' = 0 cm

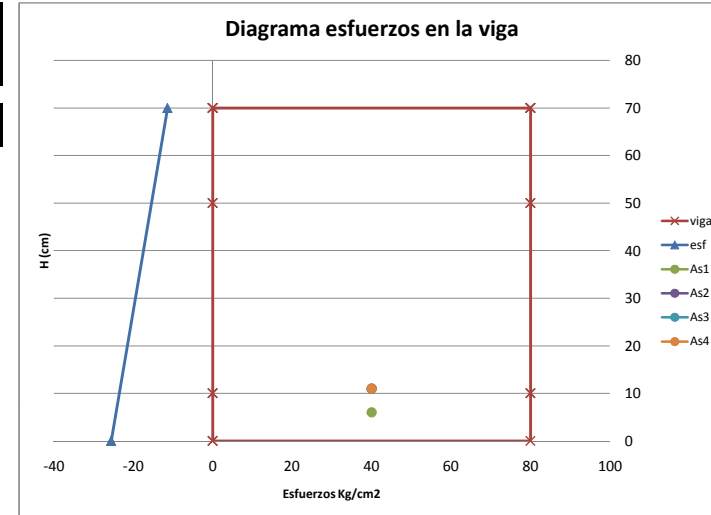
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-11.38064	cumple
0	-25.57853	cumple

Acero viga en centroide	
40	6
40	11
40	11
40	11

*Cálculos fibra inferior*  
f'1= -18.53297 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= -41.07181 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= 34.02624 kg/cm<sup>2</sup>

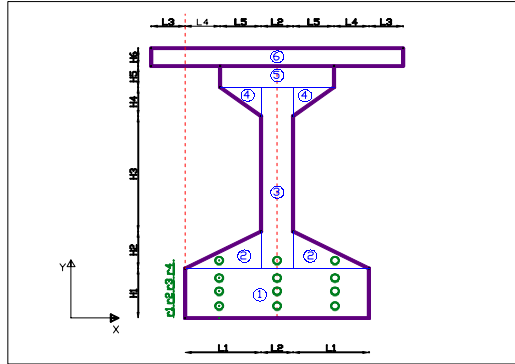
f<sub>b</sub>= -25.57853 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> = 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	26932.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.74	6666.67	29.74	707423	714089.70	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.74	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.74	71800	498466.72	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.26	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.26	1021165	1074498.11	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.26	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.74	23194	23198.55	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.74	15825	15829.66	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00	
# TORONES	8						5656.17		196477.46				total	2326082.73	
							AREA TORONE	7.88	66.99						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5656.17	cm <sup>2</sup>
Ig	2326082.73	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	5656.17	cm <sup>2</sup>
e	26.24	cm
ci	34.74	cm
cb	35.26	cm

6.52755E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 104825.65 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-18.53297 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	41.694147 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-40.82894 kg/cm <sup>2</sup>

f= -17.66776 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

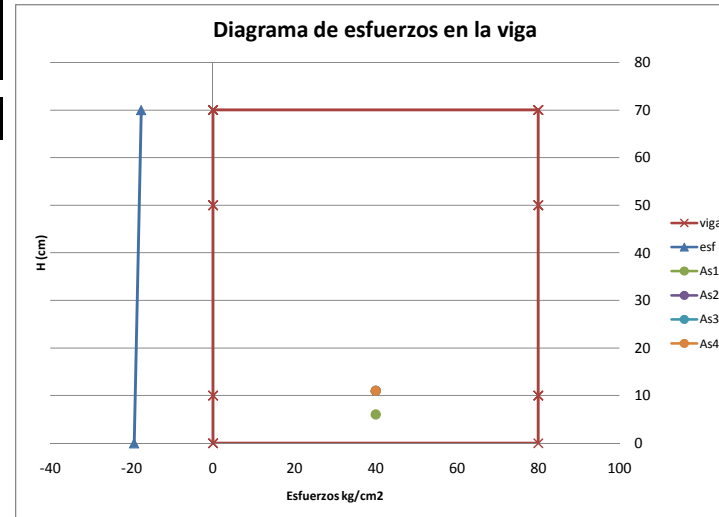
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-17.66776	cumple
0	-19.38526	cumple

Acero viga en centroide	
40	6
40	11
40	11
40	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-18.53297 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-41.07181 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	40.21951 kg/cm <sup>2</sup>

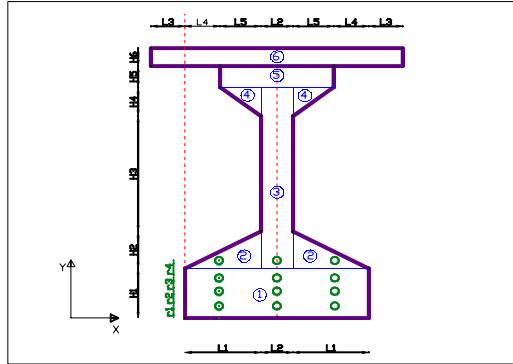
fb= -19.38526 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	1446.19 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM

26932.2 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

8494 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.7368255	6666.67	29.74	707423	714089.70	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.74	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.74	71800	498466.72	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50	0.00		0.00	15.26	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.26	1021165	1074498.11	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0.00	70	0.00		0	35.26	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	8.5	4.94	28.74	23194	23198.55	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	11.00	308.95		4.94	23.74	15825	15829.66	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	23.74	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	11	0.00		0.00	23.74	0	0.00	
# TORONES	8						5656.17		196477.46				total	2326082.73 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE	7.88	66.99						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5656.17	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2326082.73	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	5656.17	cm <sup>2</sup>
e	26.24	cm
ci	34.74	cm
cb	35.26	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 104825.65

Cálculos fibra superior	
f'1=	-18.532966 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	41.694147 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-53.705754 kg/cm <sup>2</sup>

f= -30.544574 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

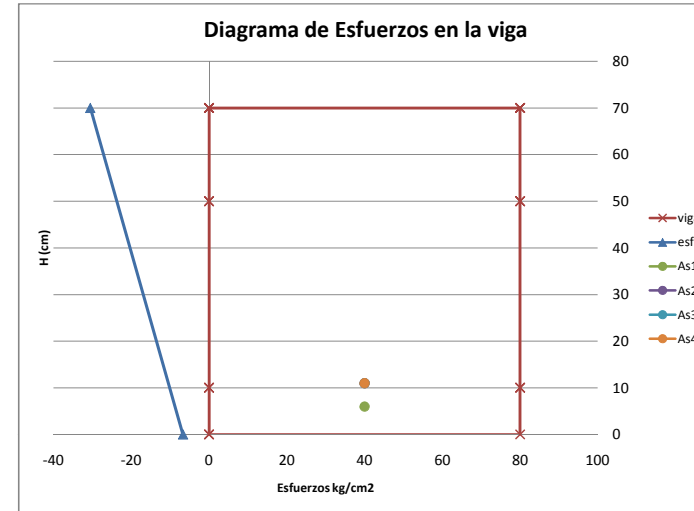
Esfuerzos en la viga		
y	f	
70	-30.544574	cumple
0	-6.700648	cumple

Acero viga en centroide	
40	6
40	11
40	11
40	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-18.53297 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-41.07181 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	52.90413 kg/cm <sup>2</sup>

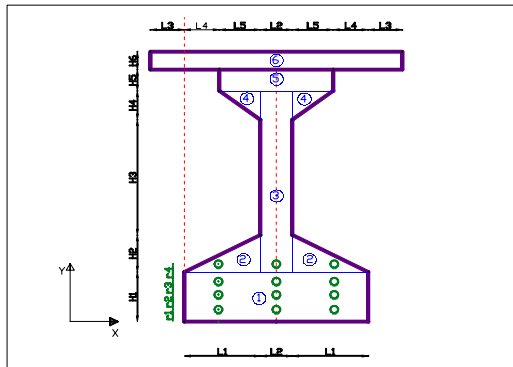
f<sub>b</sub>= -6.700648 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub> = cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	50 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1926.187078 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	32319 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	12862 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	39.73	6666.67	34.73	964712	971379.03	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	29.73	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	50	4000	35	140000.00		833333.33	4.73	89338	922671.12	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	60.00	0.00	0.00	0.00	20.27	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	70	112000.00		533333.33	30.27	1466431	1519763.91	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	80	0.00	0.00	0.00	40.27	0	0.00	
					∅										
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	33.73	31946	31951.10	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	28.73	23176	23180.97	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.73	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	28.73	0	0.00	
# TORONES	8						6456.17		256477.46				total	3468946.12	
							AREA TORONES	7.88	66.99						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
4000.00	0.00240	960.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	6456.17	cm <sup>2</sup>
Ig	3468946.12	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	6456.17	cm <sup>2</sup>
e	31.23	cm
ci	39.73	cm
cb	40.27	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas ultimas

P= 104825.65 kg

Cálculos fibra superior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	38.00239 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-52.4542 kg/cm <sup>2</sup>

f= -30.68832 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
80	-30.68832	cumple
0	-1.981377	cumple

Acero viga en centroide	
40	6
40	11
40	11
40	11

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-16.2365 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-37.48517 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	51.7403 kg/cm <sup>2</sup>

fb= -1.981377 kg/cm<sup>2</sup>  
yb= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	60
0	60
0	80
0	80
80	80
80	80
80	80
80	60
80	60
80	60
80	10
80	10
80	0
0	0



**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS 45181 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	80 cm
base (b) =	80 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	76.00 cm
f'c =	350 Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.4	1.2 cm
# Varillas =	2.00	8.00
Area (As)=	3.08	7.88 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	5.91 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	92441 Kg_m
------------------------	------------

valor muy semejante al Mu

ρmin =	0.0008642
ρutil =	0.00129632
ρmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE	
SECCION	
Altura (h) =	80 cm
base (b) =	80 cm
Peralte Efec (d) =	76 cm
f'c =	240 Kg/cm2
REFUERZO	
Vc=	51805.0 kg
Vu=	8538.4 kg
O=	0.75
Vs=	-40420.5 kg
fy=	4200 kg/cm2
Vsmax=	197801 kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

DISEÑO	
Φ=	0.8 cm
# estribos	1
Av=	1.01 cm2
s=	-7.94 cm
smax=	38 cm
Avmin=	2.53333333 cm

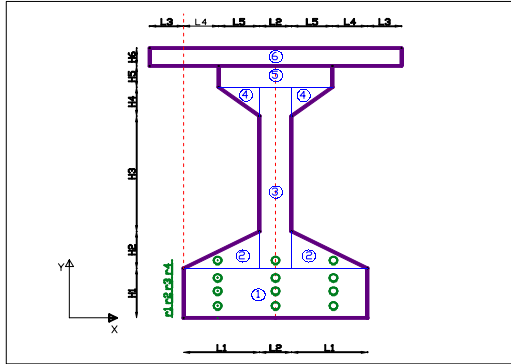
Se coloca el minimo







### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
CM VIGAS	1350.19 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	60805 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.74	6666.67	29.74	707423	714089.70
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.74	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.74	71800	498466.72
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.26	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.26	1021165	1074498.11
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.26	0	0.00
7	4	19000	2000000	7.13	∅	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.74	23194	23198.55
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.74	15825	15829.66
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00
# TORONES	8						5656.17		196477.46				total	2326082.73 cm <sup>4</sup>
AREA TORONE:							7.88		66.99					

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5656.17	cm <sup>2</sup>
Ig	2326082.73	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	5656.17	cm <sup>2</sup>
e	26.24	cm
ci	34.74	cm
cb	35.26	cm

6.52755E+11

**Análisis**  
Momento inmediatamente después del tensado de los cable considerando los esfuerzos por peso propio

P= 104825.65 kg

*Cálculos fibra inferior*  
f'1= -18.53297 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= 41.694147 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= -92.17975 kg/cm<sup>2</sup>

f= -69.01857 kg/cm<sup>2</sup>  
y' = 0 cm

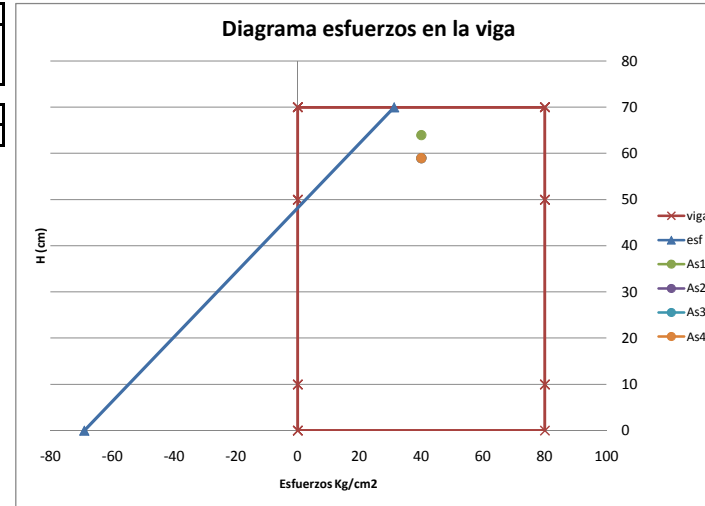
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-69.01857	cumple
70	31.199076	cumple

Acero viga en centroeide	
40	64
40	59
40	59
40	59

*Cálculos fibra superior*  
f'1= -18.53297 kg/cm<sup>2</sup>  
f'2= -41.07181 kg/cm<sup>2</sup>  
f'3= 90.80385 kg/cm<sup>2</sup>

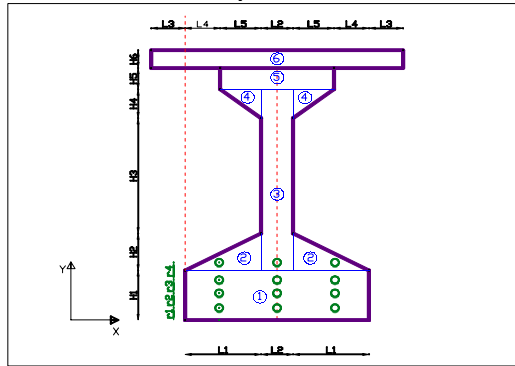
fb= 31.19908 kg/cm<sup>2</sup>  
yb = 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	1.35 m
espesor de la losa	0.04
CM VIGAS	129.60 kg/m
MOMENTO DE DISEÑO	64952.2 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgl cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.74	6666.67	29.74	707423	714089.70
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.74	0	0.00
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.74	71800	498466.72
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.26	0	0.00
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.26	1021165	1074498.11
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.26	0	0.00
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.74	23194	23198.55
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.74	15825	15829.66
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00
# TORONES	8						5656.17		196477.46				total	2326082.73
							AREA TORONE:	7.88	66.99					

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5656.17	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2326082.73	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	5656.17	cm <sup>2</sup>
e	26.24	cm
ci	34.74	cm
cb	35.26	cm

6.52755E+11

**Análisis**  
Al momento de colocar la carga de peso muerto adicional como paredes, pisos etc.

P= 104825.65 kg

*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-18.53297	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	41.694147	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-98.46687	kg/cm <sup>2</sup>

f=	-75.30569	kg/cm <sup>2</sup>
y=	0	cm

Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-75.30569	cumple
70	37.392346	cumple

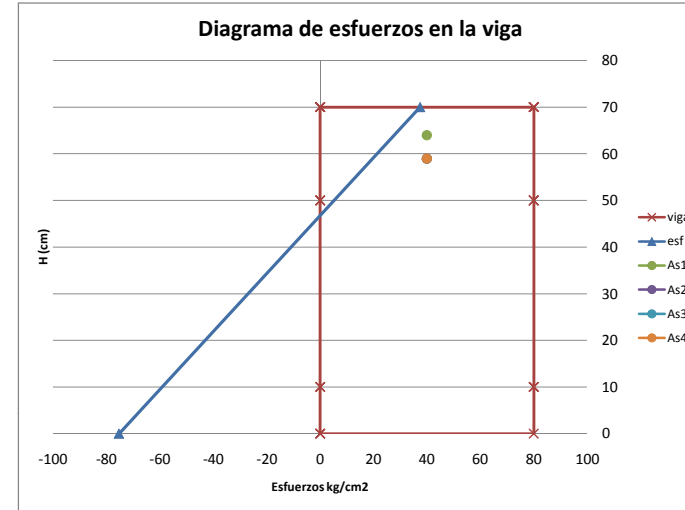
Acero viga en centroide	
40	64
40	59
40	59
40	59

*Cálculos fibra superior*

f'1=	-18.53297	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-41.07181	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	96.99712	kg/cm <sup>2</sup>

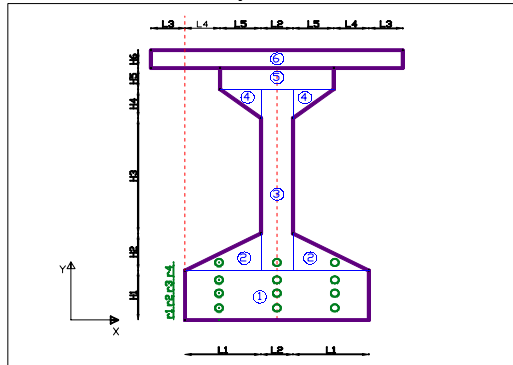
fb=	37.39235	kg/cm <sup>2</sup>
y <sub>b</sub>	0	cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	5 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm <sup>2</sup>
f'c losa	350 kg/cm <sup>2</sup>
fy cables	19000 kg/cm <sup>2</sup>
Ey cables	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
grado de torón	270
Fu toron	19000 kg/cm <sup>2</sup>
fy toron	16200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm <sup>2</sup>
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm <sup>2</sup>
r hormigón=	0.0024 kg/cm <sup>3</sup>
r acero=	0.00785 kg/cm <sup>3</sup>
Longitud Viga	16 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.05
CM VIGAS	1446.19 kg/m
CVVIGAS	500 kg/m <sup>2</sup>

Camión HS-MOP

### Propiedades del perfil

MOMENTO DE DISEÑO CM

64952.2 kg-m

MOMENTO DE DISEÑO CV1

23351 kg-m

Elemento	cantidad	fu kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	M trans	base cm	altura cm	Área cm <sup>2</sup>	cgl cm	Me cm <sup>4</sup>	Yg cm	I cm <sup>4</sup>	d cm	A*d <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>	Icg cm <sup>4</sup>	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.7368255	6666.67	29.74	707423	714089.70	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	24.74	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00	426666.67	4.74	71800	498466.72	3200.00	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50	0.00	0.00	0.00	15.26	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00	53333.33	25.26	1021165	1074498.11	1600.00	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0.00	70	0.00	0.00	0	35.26	0	0.00	
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	6	168.52	8.5	4.94	28.74	23194	23198.55	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.0860479	11.00	308.95	4.94	23.74	15825	15829.66	3.94	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00	0.00	18.74	0	0.00	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0	16	0.00	0.00	18.74	0	0.00	0.00	
# TORONES	8						5656.17		196477.46				total	2326082.73 cm <sup>4</sup>	
							AREA TORONE	7.88	66.99						

Ar ELEM cm <sup>2</sup>	PESO ESP kg/cm <sup>3</sup>	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5656.17	cm <sup>2</sup>
I <sub>g</sub>	2326082.73	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
A <sub>c</sub>	5656.17	cm <sup>2</sup>
e	26.24	cm
ci	34.74	cm
cb	35.26	cm

**Análisis**  
resistencia bajo cargas de servicio

P= 104825.65

*Cálculos fibra inferior*

f'1=	-18.532966	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	41.694147	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-133.86674	kg/cm <sup>2</sup>

f= -110.70556 kg/cm<sup>2</sup>  
y'= 0 cm

**Esfuerzos en la viga**

y	f	
0	-110.70556	cumple
70	72.263831	cumple

**Acero viga en centroide**

40	64
40	59
40	54
40	54

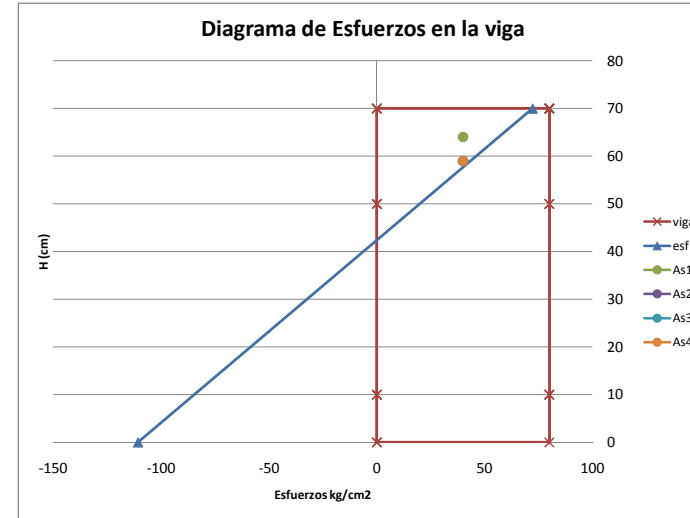
*Cálculos fibra superior*

f'1=	-18.53297	kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-41.07181	kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	131.8686	kg/cm <sup>2</sup>

f<sub>b</sub>= 72.26383 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub>= 0 cm

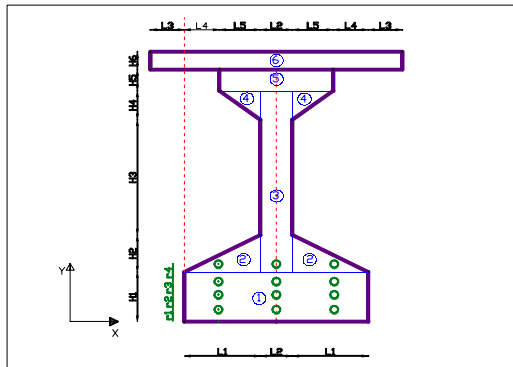
**Geometría en la viga**

x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





### Calculo de las Propiedades Geométricas de la Sección



DATOS DEL PERFIL	
L1	0 cm
L2	80 cm
L3	0 cm
L4	0 cm
L5	0 cm
H6	0 cm
H5	20 cm
H4	0 cm
H3	40 cm
H2	0 cm
H1	10 cm
r1	6 cm
r2	5 cm
r3	0 cm
r4	0 cm

DATOS DE LOS MATERIALES	
f'c viga	350 kg/cm2
f'c losa	350 kg/cm2
fy cables	19000 kg/cm2
Ey cables	2000000 kg/cm
grado de toron	270
Fu toron	19000 kg/cm2
fy toron	16200 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	15228 kg/cm2
esfuerzo en el gato de pre esfuerzo	15200 kg/cm2
esfuerzo inmediatamente posterior a la transferencia	13300 kg/cm2
esfuerzo efectivo después de las perdida	10640 kg/cm2
esfuerzo efectivo temporal	12160 kg/cm2
r hormigón=	0.0024 kg/cm3
r acero=	0.00785 kg/cm3
Longitud Viga	25 m
Ancho colaborante de la losa	0.8 m
espesor de la losa	0.2
CM VIGAS	1734.187078 kg/m
CVVIGAS	633.33 kg/m2
Camión HS-MOP	
MOMENTO DE DISEÑO CM	77943 kg-m
MOMENTO DE DISEÑO CV1	37361.6 kg-m

### Propiedades del perfil

Elemento	cantidad	fu kg/cm2	E kg/cm2	M trans	base cm	altura cm	Área cm2	cgI cm	Me cm4	Yg cm	I cm4	d cm	A*d^2 cm4	Icg cm4	
1	1	350	280624	1.00	80	10	800	5	4000.00	34.74	6666.67	29.74	707423	714089.70	
2	2	350	280624	1.00	0	0	0	10.00	0.00		0.00	24.74	0	0.00	
3	1	350	280624	1.00	80	40	3200	30	96000.00		426666.67	4.74	71800	498466.72	
4	2	350	280624	1.00	0	0	0	50.00	0.00		0.00	15.26	0	0.00	
5	1	350	280624	1.00	80	20	1600	60	96000.00		53333.33	25.26	1021165	1074498.11	
6	1	350	280624	1.00	80	0	0	70	0.00		0.00	35.26	0	0.00	
					∅										
7	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	6	168.52	8.50	4.94335686	28.74	23194	23198.55	
8	4	19000	2000000	7.13	1.12	-	28.09	11	308.95		4.94335686	23.74	15825	15829.66	
9	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00	
10	0	19000	2000000	7.13	1.12	-	0.00	11	0.00		0	23.74	0	0.00	
# TORONES	8						5656.17		196477.46				total	2326082.73	
							AREA TORONES	7.88	66.99						cm4

Ar ELEM cm2	PESO ESP kg/cm3	W elemento kg/m
800.00	0.00240	192.00
0.00	0.00240	0.00
3200.00	0.00240	768.00
0.00	0.00240	0.00
1600.00	0.00240	384.00
0.00	0.00240	0.00
3.94	0.00785	3.09
3.94	0.00785	3.09
0.00	0.00785	0.00
0.00	0.00785	0.00



PROPIEDADES DE LA SECCION CALCULADAS		
A=	5656.17	cm <sup>2</sup>
Ig	2326082.73	cm <sup>4</sup>
P	106400.00	kgf
Ac	5656.17	cm <sup>2</sup>
e	26.24	cm
ci	34.74	cm
cb	35.26	cm

**Análisis**  
*resistencia bajo cargas ultimas*

P= 104825.65 kg

Cálculos fibra inferior	
f'1=	-18.53297 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	41.694147 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	-232.416 kg/cm <sup>2</sup>

f= -209.2548 kg/cm<sup>2</sup>  
y= 0 cm

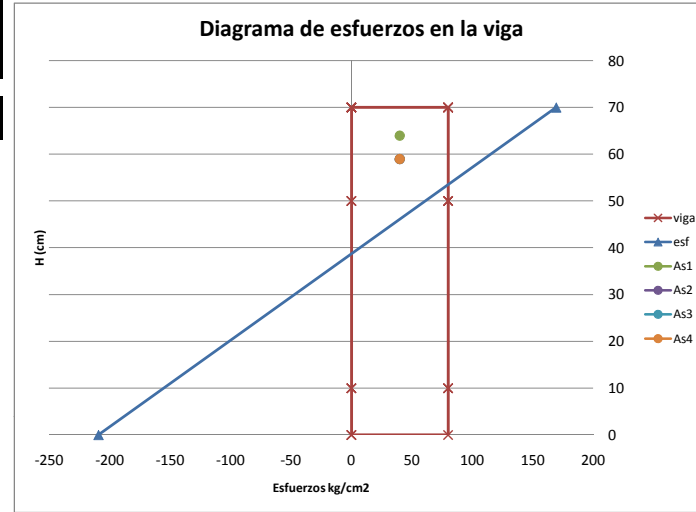
Esfuerzos en la viga		
y	f	
0	-209.2548	<b>cumple</b>
70	169.34208	<b>cumple</b>

Acero viga en centroide	
40	64
40	59
40	59
40	59

Cálculos fibra superior	
f'1=	-18.53297 kg/cm <sup>2</sup>
f'2=	-41.07181 kg/cm <sup>2</sup>
f'3=	228.9469 kg/cm <sup>2</sup>

f<sub>b</sub>= 169.3421 kg/cm<sup>2</sup>  
y<sub>b</sub>= 0 cm

Geometría en la viga	
x	y
0	0
0	10
0	10
0	50
0	50
0	70
0	70
80	70
80	70
80	70
80	50
80	50
80	10
80	10
80	0
0	0





**Diseño del refuerzo a flexion**

Mmax=

DISEÑO EN LOS ESTREMOS 115304 Kg-m

109.375	
Altura (h) =	70 cm
base (b) =	80 cm
Rercubrimiento (d) =	4.00 cm
Peralte Efec (d) =	66.00 cm
f'c =	350 Kg/cm2

REFUERZO		
Diametro =	1.6	1.2 cm
# Varillas =	10.00	8.00
Area (As)=	20.11	7.88 cm2
fy =	4200	16200 Kg/cm2

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)	8.91 cm

OMn= O*(As*fy*(d-a/2))	117496 Kg_m
------------------------	-------------

valor muy semejante al Mu

ρmin =	0.0008642
ρutil =	0.00149273
ρmax =	0.025

**DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTANTE**

DISEÑO CORTE	
SECCION	
Altura (h) =	70 cm
base (b) =	50 cm
Peralte Efec (d) =	66 cm
f'c =	240 Kg/cm2
REFUERZO	
Vc=	28117.9 kg
Vu=	28743.6 kg
O=	0.75
Vs=	10206.9 kg
fy=	4200 kg/cm2
Vsmax=	107359 kg

<=700 kg/cm

Visto del analisis

ok

ok

DISEÑO	
Φ=	0.8 cm
# estribos	1
Av=	1.01 cm2
s=	27.30 cm
smax=	33 cm
Avmin=	1.375 cm

Se coloca el minimo

